# EFECTO DE LA SUPLEMENTACION CON FOSFORO SOBRE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA Y CRECIMIENTO DE UN HATO DE GANADO HEREFORD EN PRADERAS NATURALES DEL URUGUAY

Por

Guillermo C.S. Schiersmann

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA O.E.A.
Centro de Investigación y Enseñanza para la Zona Templada
La Estanzuela, Colonia
URUGUAY

Setiembre de 1965

# EFECTO DE LA SUPLEMENTACION CON FOSFORO SOBRE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA Y CRECIMIENTO DE UN HATO DE GANADO HEREFORD EN PRADERAS NATURALES DEL URUGUAY

Tesis

Sometida al Consejo de Estudios Graduados
como requisito parcial para optar al grado

de

Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A.



APROBADA: _____ Consejero

_____ Comité

_____ Comité

Setiembre de 1965

A la memoria de Rudy

## AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su reconocimiento al Dr. Osvaldo L. Paladines por su invalorable guía y ayuda y por su profunda comprensión para con los problemas humanos.

A los Ingenieros Joel Maltos y Eduardo S. Belle y al Dr. Andrew L. Gardner por sus valiosos consejos y ayuda.

A los técnicos y personal subalterno del Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger" por su colaboración prestada sin reticencias para que esta tesis fuera un hecho.

# BIOGRAFIA

Guillermo C.S. Schiersmann nació en Buenos Aires, República Argentina, el 9 de setiembre de 1933.

Cursó sus estudios primarios en los colegios alemanes Goethe y Gutemberg y los secundarios en los Colegios Nacionales Manuel Belgrano y Almirante Brown, recibiendo su diploma de Bachiller en el año 1952.

En 1954 ingresó en la Escuela de Veterinaria de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires, recibiendo su diploma de Médico Veterinario en el año 1961.

Durante ocho meses estuvo al frente de un establecimiento agrícola ganadero en la Provincia de Santa Fe, ingresando en 1962 en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (I.N.T.A.), en la Estación Experimental Agropecuaria de Concepción del Uruguay, Provincia de Entre Ríos, como integrante del equipo de producción animal donde aún se desempeña.

En setiembre de 1963 ingresó en la Escuela para Graduados del Centro de Investigación y Enseñanza para la Zona Templada en La Estanzuela, Colonia, Uruguay, para hacer estudios de postgrado en la disciplina de Nutrición Animal, egresando en febrero de 1965.

CONTENIDO

Página

# LISTA DE CUADROS

# LISTA DE CUADROS APENDICE

# LISTA DE FIGURAS

# INTRODUCCION

El bajo ritmo reproductivo y el lento desarrollo de los animales son factores que están frenando la producción ganadera del Uruguay.

Es conocido el hecho de que el potencial genético de un animal o grupo de animales sólo puede ponerse de manifiesto cuando las condiciones ambientales son adecuadas. El proporcionar este ambiente apropiado está, en cierta medida, en manos del hombre mediante prácticas apropiadas de manejo y una suficiente provisión de energía para mantener el ganado en un nivel nutricional adecuado.

La cría del ganado en el Uruguay se desarrolla casi exclusivamente sobre campos naturales, debiendo proveer éstos durante todo el año los nutrientes indispensables para la reproducción y crecimiento.

La carencia de fósforo es de gran efecto sobre la reproducción y crecimiento por tener este mineral más funciones orgánicas que cumplir en el organismo animal que cualquier otro elemento (13). Si bien aún no se ha determinado el mecanismo fisiológico por el cual el fósforo afecta la función reproductiva, se sabe que su acción es marcada sobre la misma y sobre el normal funcionamiento de todo el organismo, especialmente sobre la eficiencia de los animales en aprovechar los alimentos (14).

Según un mapa publicado por De Alba y Davis (5) en el cual se delimitan las áreas carentes en fósforo, el territorio del Uruguay se halla incluido en estas áreas. En la mis

ma revisión, los autores, basándose en trabajos publicados por Aguirre en 1941, califican de "verdaderamente alarmante la situación en el Uruguay", por la carencia de fósforo. En un trabajo reciente, Reynaert y Carámbula (22) encuentran que la principal deficiencia mineral para trébol subterráneo en los suelos del Uruguay es el fósforo.

De los resultados obtenidos durante la primera fase del presente trabajo (6), se concluyó que la suplementación con fósforo, ya sea bajo la forma de fertilización con superfosfato o de hueso molido, "eran fuentes satisfactorias de fósforo para la reproducción" ya que la eficiencia reproductiva del ganado suplementado fue mayor que la de los testigos.

La orientación de la segunda fase de este trabajo está dirigida a confirmar estas conclusiones, al mismo tiempo que se mide el efecto de la suplementación con fósforo sobre el crecimiento de los terneros nacidos en el período 1963-1964.

## REVISION DE LITERATURA

La deficiencia de fósforo presenta una sintomatología típica. El ganado vacuno afectado por esta carencia presenta retardo en el crecimiento, anorexia, apetito depravado y un desarrollo subnormal del esqueleto y malformaciones del mismo que se caracterizan por un engrosamiento de las epífisis de los huesos largos. El esqueleto, en general, es más liviano. Hay malformaciones de las pezuñas y una separación excesiva entre los dedos, lo que frecuentemente acarrea claudicaciones bastante graves. La apariencia del ganado es pobre y son frecuentes las fracturas de huesos. En los últimos grados de carencia, el animal es incapaz de moverse y por consiguiente de alimentarse por lo que entra en un estado de caquexia que generalmente termina con la muerte (26).

En el año 1924, Theiler y colaboradores (citado por Bisschop, 3), en Sud Africa, investigando las causas del botulismo, frecuente en el ganado bovino en esa región, encontraron que tanto el suelo como los pastos nativos que consumía el ganado eran deficientes en fósforo y relacionaron esta deficiencia con el apetito depravado que se caracterizaba por la ingestión de huesos y otros materiales muchas veces corrompidos. Este ganado presentaba una baja productividad y reproducción.

El hecho de que la sintomatología descripta era debida a la carencia de fósforo fue confirmada mediante la producción de la afosforosis experimental (8, 26).

Numerosos trabajos demuestran úna gran relación del fósforo con la reproducción (4, 15, 23).

En Sud Africa (26) en zonas carentes de fósforo, los animales afectados parían terneros más débiles y muchas veces anormales. En el mismo lugar, Theiler (citado por Eckles, 9) observó que en ganado que padecía carencia de fósforo había seis o siete celos irregulares antes de la concepción y la ausencia de celo era frecuente. Sin embargo, otros autores (9), trabajando con animales estabulados que recibían raciones en las que el único factor limitante era el fósforo, a pesar de haber reproducido la afosforosis en los animales experimentales y de haber demostrado la existencia fisiológica de la carencia a través de análisis de huesos y sangre, no pudieron observar irregularidades en la aparición de los celos ni en la duración de los mismos, pero notaron una disminución en la eficiencia reproductiva que se tradujo en una mayor susceptibilidad a enfermedades infecciosas relacionadas con el tracto genital, dificultades en el parto y retención de secundinas. Al final del experimento, que duró tres años, varios de los animales que se sacrificaron tenían los ovarios inactivos por lo que se podría asumir que de continuar el experimento se hubieran presentado las irregularidades relacionadas con la ovulación y el ciclo estrual. Los mismos autores concluyen que los problemas de la reproducción que se presentan en animales a campo probablemente se deben a carencias combinadas y no sean debidas a la carencia de fósforo solamente. En este sentido, Palmer y Gullicson (19), en un experimento similar al anterior pero en el cual a la carencia de fósforo se agregaba la de proteína, observaron en los animales experimentales un marcado atraso en la madurez sexual. Estos animales se pudieron

cubrir recién entre los 32 y 40 meses de edad y a pesar de que pudieron comprobar que la ovulación se producía normalmente faltaban las manifestaciones externas de celo. Algunos partos fueron dificultosos y se observaron abortos.

Varios autores (4, 15, 16, 23) han hecho notar el efecto beneficioso de la suplementación con fósforo sobre el porcentaje de pariciones en regiones en que el fósforo era el elemento crítico.

En Texas (4, 23), en un experimento en que se compararon métodos de suministrar fósforo al ganado de cría, el porcentaje promedio de parición de cuatro años fue de 69% para los no tratados y de alrededor del 95% para los tratamientos que recibieron fósforo suplementario. En los testigos, la producción fue decreciendo año a año. Del 91% de parición que se obtuvo en el primer año la producción decreció a 22% en el último año. Esto indica que en lugares donde la carencia de fósforo es un hecho comprobado, la producción de terneros va decreciendo año a año a medida que las madres van agotando sus reservas de fósforo. En estas condiciones el período de tiempo entre partos se va alargando, ya que antes de una nueva concepción los vientres deben reponer el fósforo perdido durante la lactancia de manera de que no se puede obtener un ternero por año como sería deseable. Al finalizar el experimento en el tratamiento testigo sólo el 30% de las vacas habían parido durante dos años consecutivos.

La influencia que tiene el fósforo en el crecimiento y ganancia de peso normales del ganado, ha sido demostrada en diversos trabajos (4, 9, 15, 19, 23).

En Texas (4), en experimentos realizados en el King Ranch, las diferencias de pesos al destete entre terneros que recibieron suplementos de fósforo y los no suplementados fueron altamente significativas a favor de los lotes tratados, pero no hallaron diferencias significativas entre los pesos al nacer.

Los mismos autores encontraron diferencias de 126 libras a favor de un lote de vaquillonas de 18 meses de edad suplementadas con fósforo comparadas con un lote testigo.

En Sud Africa (2), suplementando con fósforo terneros de nueve meses de edad y novillos se lograron aumentos de peso 300 y 288% mayores que en los testigos no suplementados, respectivamente. El experimento tuvo una duración de un año pero a los cinco meses de haberse iniciado las diferencias eran apreciables a favor de los suplementados.

Experimentos llevados a cabo con dietas de composición conocida demuestran la importancia del fósforo en el desarrollo y ganancia de peso normales de los animales (17, 19, 20, 29).

Palmer y colaboradores (19) trabajando con vaquillonas Holstein alimentadas con raciones bajas en fósforo constataron que éstas, al momento de parir a los cuatro años de edad, sólo pesaban la mitad de lo que pesaban las testigos.

Varios investigadores han observado que los animales alimentados con dietas altas en fósforo consumen más alimento (17, 20) y que necesitan menor cantidad de alimento por kilogramo de peso vivo ganado (12, 14, 29).

Preston y Pfander (20) alimentando corderos a tres niveles diferentes de fósforo encontraron que con 0.12% de fósforo en la ración, el consumo diario era de 490 gramos de ali-

mento mientras que con un nivel de 0.29% el consumo se elevaba a 800 gramos diarios; hallaron una correlación positiva entre la ganancia de peso diaria y el consumo diario promedio de fósforo. Estimaron los requerimientos diarios de fósforo en base a la ecuación:

$P = 0.0194\ W.(1 + 0.0171\ G)$ donde P es el requerimiento diario de fósforo, W peso vivo y G la ganancia diaria.

Resultados similares fueron obtenidos por Long y colaboradores (17) en ganado bovino.

En los animales sometidos a dietas deficientes en fósforo la eficiencia en la utilización de la energía de la ración decrece (14, 29) a medida que se va acentuando la deficiencia.

Wise, Smith y Barnes (29) alimentando terneros a diferentes niveles de fósforo encontraron que a medida que aumentaba el porcentaje de fósforo en la ración, aumentaba la eficiencia en la conversión de alimentos. A un nivel de 0.09% de fósforo en la ración, necesitaron 6.37 libras de alimento por libra de peso ganada, mientras que a un nivel de 0.30% sólo requirieron 3.97 libras de alimento por libra de peso ganada.

El nivel de fósforo en la sangre ha sido utilizado para diagnosticar la afosforosis (4, 8, 15, 26) en el ganado.

Knox y colaboradores (15) concluyeron que el análisis de la sangre es un medio válido para diagnosticar la afosforosis en animales a campo cuando la única fuente de fósforo es el forraje que el animal toma de los campos. Pero los mismos autores afirman que los niveles se pueden mantener normales por algún tiempo a expensas del mineral sacado de los huesos.

Kleiber (14) encontró que vaquillonas sometidas a dietas bajas en fósforo continuaron creciendo y demostraban buena sa-

lud durante los primeros seis meses de tratamiento; al segundo año permanecieron estacionadas y durante el último período del experimento bajaron de peso. Tomaron muestras de sangre durante los tres períodos a intervalos regulares. Recién durante los últimos seis meses obtuvieron valores de fósforo en la sangre, indicadores de que había una deficiencia pero sin ser estos valores demasiado alarmantes ya que fluctuaban alrededor de 3.5 y 3 mgr. de fósforo/100 ml. de suero. A pesar de ello, los animales demostraban evidentes signos de afosforosis. Henderson y Bowling (citado por Kleiber, 14) obtuvieron resultados similares. Los resultados obtenidos por Kleiber podrían ser explicados por la coprofagia observada en los animales, siendo muy probable que éstos hayan podido ingerir heces de los testigos y de esta manera aumentar su tenor de fósforo en la sangre.

Sin duda alguna, las condiciones en que se desarrolla un experimento con animales a establo son muy diferentes a las condiciones de animales a campo en los que generalmente no hubo problema de diagnosticar la afosforosis por medio de análisis de fósforo en la sangre. Black (4) y colaboradores encontraron que la medida del fósforo inorgánico en la sangre es un buen medio para diagnosticar la afosforosis antes de que aparezcan los síntomas.

En experimentos hechos con terneros y corderos alimentados con dietas semipurificadas y a los que se les administraron diferentes niveles de fósforo en la dieta, se encontró correspondencia entre los niveles de fósforo en la dieta y niveles de fósforo en la sangre (17, 20, 29).

Otros autores (8) observaron que en animales deficientes en fósforo los niveles de fósforo en la sangre se mantenían normales durante la primera lactancia y segunda gestación, pero que con la segunda lactancia los niveles de fósforo en la sangre caían a niveles por debajo de 2 mgr./100 ml. indicadores de una carencia grave.

Según Hammond (10), la caída del fósforo inorgánico en la sangre revela un agotamiento grave de las reservas esqueléticas. En este estado, los animales no presentan aún síntomas de carencia pero sí se producen alteraciones en el ciclo estrual, pudiendo suspenderse el celo definitivamente. El mismo autor asevera que cuando hay un contenido menor de 0.15% de fósforo en la materia seca de los forrajes, los niveles en la sangre descienden a menos de 3 mgr. por 100 ml. de suero y no se produce el celo.

Después del parto y durante la lactancia, los requerimientos de fósforo son mayores, y si los alimentos no lo proporcionan en cantidad necesaria, los niveles de fósforo se tornan muy bajos en la sangre llegando a descender hasta 2.5 mgr. por 100 ml. de suero (15).

Cuando se suplementa con fósforo la alimentación de animales en zonas carentes en este mineral o en dietas pobres en el mismo, hay un aumento casi inmediato del fósforo inorgánico en la sangre (2, 17, 20, 29).

En un experimento llevado a cabo en Sud Africa (2) suplementando con fósforo terneros de destete, al mes de iniciado el experimento, el fósforo inorgánico había subido de 2.9 a 6.4 mgr. por 100 ml. de sangre, mientras que en el lote testigo los niveles permanecían sin mayor variación.

Los requerimientos de fósforo varían de acuerdo a los estados fisiológicos de los animales. La lactancia y la gestación acentúan notablemente los requerimientos de fósforo de las vacas (8, 14, 19, 23). Se ha observado una apreciable disminución de la producción láctea en ganados afectados por deficiencia de fósforo (8, 23).

El tenor de fósforo en los pastos se encuentra altamente correlacionado con el del fósforo inorgánico en la sangre (4, 15). También se ha encontrado correlación con la humedad del suelo, lluvias, estado vegetativo de los pastos y estación del año (3, 15).

Varios autores constataron que después de una lluvia el nivel de fósforo se acrecentaba tanto en los forrajes como en la sangre de los animales (3, 4). Si bien los análisis de forrajes pueden revelar la cantidad de fósforo presente en los forrajes, no dan idea de la medida en que ese fósforo es asimilable. Hammond (10) ha establecido que un contenido de fósforo en los forrajes por encima del 0.15% de la materia seca es satisfactorio; un forraje determinado deberá tener un contenido de fósforo por encima de esta cifra, teniendo en cuenta lo anteriormente cuestionado. Sin duda alguna, este hecho muchas veces es obviado por los animales gracias a su hábito de pastoreo selectivo (3).

No hay que descuidar el hecho de que si bien muchas veces el contenido de fósforo asimilable en los forrajes es suficiente, éste no puede ser aprovechado eficientemente por algún factor limitante como podría ser la presencia de otro mineral en exceso. En Oklahoma, Walters y colaboradores (27) pudieron comprobar que la presencia en exceso de manganeso en

los forrajes limitaba la asimilación del fósforo de los mismos por los animales. Establecieron que corderos alimentados con heno de bajo contenido de manganeso absorbían 34.5% más fósforo que aquéllos alimentados con henos con alto contenido de manganeso.

Numerosos ensayos han sido efectuados para comparar métodos de suplementación (2, 4, 23). Como suplementos se han empleado hueso molido, fosfato disódico (disuelto en agua), fosfato dicálcico y fertilización de la pradera con superfosfato para proveer fósforo al ganado a través de los pastos.

En Texas (4) se emplearon tres métodos de suplementación al ganado por medio de fosfato disódico administrado en agua, hueso molido a voluntad y fertilización de las praderas con superfosfato. El número de animales producidos por hectárea fue superior en el tratamiento con fertilizante, pero el tratamiento con fosfato disódico fue económicamente superior debido al alto costo del fertilizante. En el mismo lugar, en una pradera fertilizada con superfosfato al mismo tiempo que se incrementaba el tenor de fósforo en los pastos a niveles satisfactorios, aumentaba la receptividad del campo al doble dando un 48% más de peso vivo al destete por animal.

Bisschop (3) ha puesto en duda los métodos de suplementación de minerales ad libitum, basándose en el hecho de que en estas condiciones no todos los animales consumen la cantidad de suplemento necesaria y recomienda la dosificación individual tres veces a la semana.

Es indudable que este método, si bien da la seguridad de que cada animal ingiere la cantidad de fósforo requerida, sólo

es practicable en rodeos pequeños o en condiciones experimentales. Numerosos autores indican la eficiencia de la suplementación de minerales ad libitum (2, 4, 15, 23).

En la primera parte de este estudio (6) se sugiere que los animales suplementados con fósforo tuvieron una mayor eficiencia reproductiva.

Por otra parte, es frecuente observar en las estancias uruguayas animales royendo huesos u otros materiales en las épocas de crisis forrajera, lo que sugeriría un disturbio en la nutrición. El hecho de que este signo se presenta solamente en épocas críticas de escasez de forraje sería un indicio de que la aparición de una deficiencia de fósforo estaría supeditada a la cantidad y calidad de forraje disponible en el campo para la alimentación del ganado.

# MATERIALES Y METODOS

## I. Condiciones y tratamientos durante el período 1962-1963

El campo natural donde se llevó a cabo el presente estudio pertenece al Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", situado en el Departamento de Colonia, Uruguay.

El experimento cubre un área de 135 hectáreas divididas en nueve potreros de aproximadamente 15 hectáreas cada uno. La provisión de agua se efectúa por medio de molinos aunque algunos potreros cuentan con aguada natural.

Según el mapa de suelos existente en el Centro, el área experimental cuenta con siete tipos de suelos diferentes, a saber: 1) Grumosol pampeano; 2) Pradera negra pampeana; 3) Pradera parda pampeana (gneiss); 4) Litoral regosol cristalino (gneiss); 5) Pradera parda cristalina; 6) Planosol cristalino; 7) Planosol pampeano.

Los tipos más frecuentes son el 1, 2, 4 y 7.

### A. Vegetación

En junio de 1962, a los dos meses de haber sido aplicado el fertilizante, se realizó un recuento para determinar frecuencias de gramíneas, leguminosas y otras especies.

La frecuencia de gramíneas era de 59%, de las cuales 33% eran estivales y 26% invernales. En cuanto a las leguminosas había un 2% de las cuales 1.2% eran anuales y 0.8% perennes.

El 39% restante estaba compuesto por malezas.

Dentro de las gramíneas estivales las más frecuentes fueron: Cynodon dactylon; Sporobolus poiretii; Trachypogon montufasii; Paspalum notatum; Paspalum quadrifasium; Schyzachysium sp. y Axonopus sp.

Las invernales más frecuentes fueron: Stipa charruana, Aristida murina, Piptochaetium sp., Stipa papposa, Briza brizoidea.

Leguminosas anuales: Medicago hispida y arábiga.

Leguminosas perennes: Trifolium polymorphum; Lathyrus sp.; Adesmia sp.; Desmonthus sp.; Lupinus sp.

Malezas y otras: Erygium sp.; Juncus sp.; Allophia sp.; Echium sp.; cyperáceas y algunas compuestas.

B. Manejo del Campo

Al comenzar el experimento en el año 1962, se procedió a la limpieza de los potreros utilizando el fuego ya que éstos se hallaban invadidos por malezas.

Posteriormente se usó una máquina desmalezadora rotativa para este propósito. Se realizaron cortes de limpieza en primavera y otoño de cada año. Para el pastoreo, los potreros se rotaron cada 28 días. Mientras un potrero era pastoreado, los otros dos correspondientes a cada tratamiento permanecieron sin animales.

C. Tratamientos

Los tratamientos fueron tres.

Tratamiento 1. Pastoreo en pradera natural más sal común (cloruro de sodio) a voluntad.

Tratamiento 2. Pastoreo en pradera natural más sal común mezclada con hueso molido en la proporción de tres partes de sal por dos partes de hueso molido.

Tratamiento 3. Pastoreo en pradera natural fertilizada con superfosfato (de 20% de $P_2O_5$) más sal a voluntad. Los campos correspondientes a este tratamiento recibieron una primera dosis de 300 kgs. de superfosfato por há. en mayo de 1962. Esta dosis se reforzó en los dos años subsiguientes a razón de 150 Kg./Há. por año.

A cada tratamiento se le asignaron tres potreros al azar.

D. Animales

El ensayo se inició en octubre de 1962 con 90 vaquillonas Hereford puras por cruza, de aproximadamente dos años de edad, procedentes de tres establecimientos del Departamento de Río Negro. Cada establecimiento quedó representado con igual número de animales en cada tratamiento.

Para la asignación de tratamientos, el total de animales disponibles fue dividido en tres grupos de treinta cada uno y a cada grupo se le asignó al azar uno de los tratamientos.

Se realizaron pesadas del ganado cada 28 días, rotando entre los tres potreros con la misma frecuencia de las pesadas. Para igualar las ganancias de peso en los tres tratamientos, se utilizaron vaquillonas Holstein en un sistema de "put and take"

Tres meses antes de comenzar la inseminación se observaron los celos de los animales dos veces por día, llevándose un registro para cada animal con el objeto de determinar fre

cuencia y regularidad de celos en cada grupo.

El período de servicios se extendió desde el 28 de diciembre de 1962 al 30 de marzo de 1963.

Se utilizaron seis toros en inseminación artificial tratando de adjudicar a cada toro igual número de vacas.

Las observaciones de celos se hicieron por la mañana y por la tarde. Las vacas observadas en celo por la mañana se inseminaron en la tarde y las observadas en celo por la tarde se inseminaron en la mañana del día siguiente.

Se realizaron palpaciones a los 40 y 90 días de gestación para determinar pérdidas fetales.

Antes del parto se tomaron muestras de sangre a la totalidad de los vientres para determinación de fósforo inorgánico en el suero.

Las pariciones se produjeron de mediados de octubre a fines de diciembre de 1963.

Antes de las 24 horas siguientes al parto se tomaron los pesos de vacas y terneros.

## II. Condiciones y tratamientos durante el período 1964

Para el manejo del ganado durante este período se siguió con el mismo criterio del año anterior. En varias ocasiones, los períodos entre pesadas no fueron de 28 días, para adecuar el manejo a la disponibilidad de forraje en los potreros o debido a causas fortuitas.

En el mes de junio de suprimió del ensayo el potrero 4 del tratamiento fertilizante ya que en ese momento no había

disponibilidad de animales para continuar con el sistema de "put and take". Por otra parte, se estimó que la producción de forraje en los dos potreros restantes era suficiente para mantener a las vacas en tratamiento.

Las observaciones de celos previas y posteriores al servicio no se hicieron con regularidad por cuya causa no se utilizan en el presente trabajo.

El período de inseminación se extendió del 15 de enero al 15 de abril. Para la observación de celos e inseminación se siguió el mismo procedimiento que en el año anterior.

Se utilizó semen de cuatro toros, dos de los cuales ya habían sido usados durante el año anterior y daban semen de buenas características. El semen de los otros dos toros en varias ocasiones no fue satisfactorio debido a que estaban en un período de premunización contra piroplasmosis. Se trató de adjudicar a cada toro un número igual de vacas en cada tratamiento.

Entre los 40 y 45 días siguientes a la inseminación se realizaron palpaciones para determinar estado de preñez utilizando el método de Wisnicky y Casida (30). Las palpaciones se repitieron a los 90 y 150 días de gestación para determinar la magnitud de las pérdidas fetales.

A fines del mes de abril se procedió a la marcación y castración de los terneros. El 13 de junio se realizó el destete en los tres tratamientos. En tres oportunidades diferentes se extrajo sangre a la totalidad de las vacas en los tres tratamientos para determinar fósforo inorgánico en el suero sanguíneo. La primera muestra se extrajo el 6 de abril (lac-

tancia), la segunda el 12 de junio (destete) y la tercera el 19 de agosto (preñez avanzada).

Para la obtención del suero se dejaron los tubos con sangre a temperatura ambiente hasta lograr la retracción del coágulo. Luego se retiró el mismo por medio de una espátula. El líquido remanente se centrifugó durante cinco minutos a 2.000 revoluciones por minuto y el sobrenadante se envasó en frascos de 10 ml. con tapa, guardándose luego en congeladora hasta el momento del análisis.

Las determinaciones se hicieron por fotocolorimetría aplicando el método descrito por Hawk, Osser y Summerson (11).

Para el análisis estadístico de estos datos se utilizó el método de las constantes ajustadas descrito por Snedecor (25).

En oportunidad del destete se tomaron muestras de sangre a la totalidad de los terneros.

Con el objeto de determinar fósforo y proteína cruda total en los forrajes, se muestrearon mensualmente los potreros antes de que el ganado entrara a pastorear, cortando únicamente plantas y partes de plantas apetecidas por el ganado. Las muestras se tomaron de una manera sistemática en cada potrero recorriéndolo a pie en varios sentidos para tener una pauta de la calidad del alimento que las vacas estaban consumiendo mes por mes.

También se tomaron muestras de algunas especies, en particular durante el otoño, debiéndose suspender el muestreo durante el invierno y parte de la primavera por no vegetar en esas épocas las especies elegidas. Para el análisis de fósforo se utilizó el método descrito por la Association of Official

Agriculture Chemists (1) y para la determinación de proteína cruda, el método de Microkjeldahl descrito por Müller (18).

A. Medidas de fertilidad

La eficiencia reproductiva del hato se midió a través de:

1) Número de servicios por preñez
2) Número de vacas preñadas al primer servicio
3) Pérdidas fetales
4) Porcentajes de parición y destete

1. Número de servicios por preñez

Se calculó en base al total de vacas dividiendo el total de servicios efectuados por el número de vacas palpadas preñadas a los 40, 90 y 150 días.

2. Número de vacas preñadas al primer servicio

Se calcularon los porcentajes en base al número de vacas palpadas preñadas a los 45, 90 y 150 días de gestación y en base a las vacas que parieron.

3. Pérdidas fetales

Se consideraron vacas con pérdidas fetales a todas aquellas que a los 45 días de gestación se palparon preñadas y que a los 90 y 150 días se encontraron vacías a la palpación.

4. Porcentajes de parición y destete

Se calcularon en base al total de vacas y sobre vacas palpadas preñadas a los 40 y 90 días para el año 1963-64.

Los porcentajes de parición para el año 1964-65 se calcularon teniendo en cuenta además la palpación realizada a los 150 días de gestación.

B. Medidas de crecimiento

Se midió el crecimiento de los terneros en los tres tratamientos a través de sus pesos al nacer y al destete. Para el análisis de estos datos se utilizó una tabla de doble entrada con números desiguales en las subclases (21).

Los pesos al destete se ajustaron a 210 días de edad antes del análisis estadístico.

# RESULTADOS

## Cambios en los pesos del ganado durante el período experimental

En el cuadro y figura N° 1 se muestra un resumen de la evolución de pesos de las vacas a través del período experimental.

Se puede notar una tendencia general en los tres lotes a perder peso, en comparación con el período anterior en que los incrementos de peso fueron sostenidos. Sin embargo, las diferencias en los pesos iniciales y finales en los tres lotes indican que el manejo fue similar para todos los tratamientos, con excepción del tratamiento de fertilizante y sal, donde por un error en la estimación de la disponibilidad de forraje en los potreros se exageró la presión de pastoreo por lo que los animales perdieron peso durante dos períodos de pesada consecutivos, al principio del experimento.

Esto no sucedió en los otros dos tratamientos en los cuales el uso de animales de quita y pon fue más limitado por la menor disponibilidad de forraje.

La disminución brusca de peso que se observa en los tres tratamientos en los diez días siguientes al destete, puede atribuirse a que las vacas se mostraron intranquilas por la falta de las crías.

Al final del período de pastoreo se puede notar una estabilización en los pesos, inclusive una tendencia a ganar peso, que finalmente se hace muy acentuada durante los meses de primavera, época en que el forraje es abundante en la pradera natural.

Cuadro Nº 1. Evolución de pesos de las vacas.

| | S A L | | HUESO Y SAL | | FERTILIZANTE Y SAL | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Fecha | Peso promedio | Ganancia por animal en el período | Peso promedio | Ganancia por animal en el período | Peso promedio | Ganancia por animal en el período |
| | Kg. | | Kg. | | Kg. | |
| 23-XII-63 | 445 | --- | 436 | --- | 468 | --- |
| 7-II-64 | 438 | -7 | 419 | -17 | 451 | -17 |
| 6-III-64 | 455 | 17 | 425 | 6 | 439 | -12 |
| 3-IV-64 | 439 | -16 | 419 | -6 | 443 | 4 |
| 24-IV-64 | 435 | -4 | 405 | -14 | 446 | 3 |
| 22-V-64 | 438 | 3 | 411 | 6 | 437 | -9 |
| 12-VI-64 | 443 | 5 | 423 | 12 | 443 | 6 |
| 22-VI-64 | 433 | -10 | 408 | -15 | 434 | -9 |
| 20-VII-64 | 431 | -2 | 410 | 2 | 435 | 1 |
| 19-VIII-64 | 429 | -2 | 410 | 0 | 442 | 7 |
| 17-IX-64 | 432 | 3 | 420 | 10 | 480 | 8 |
| 22-XII-64 | 480 | 48 | 467 | 47 | 496 | 46 |

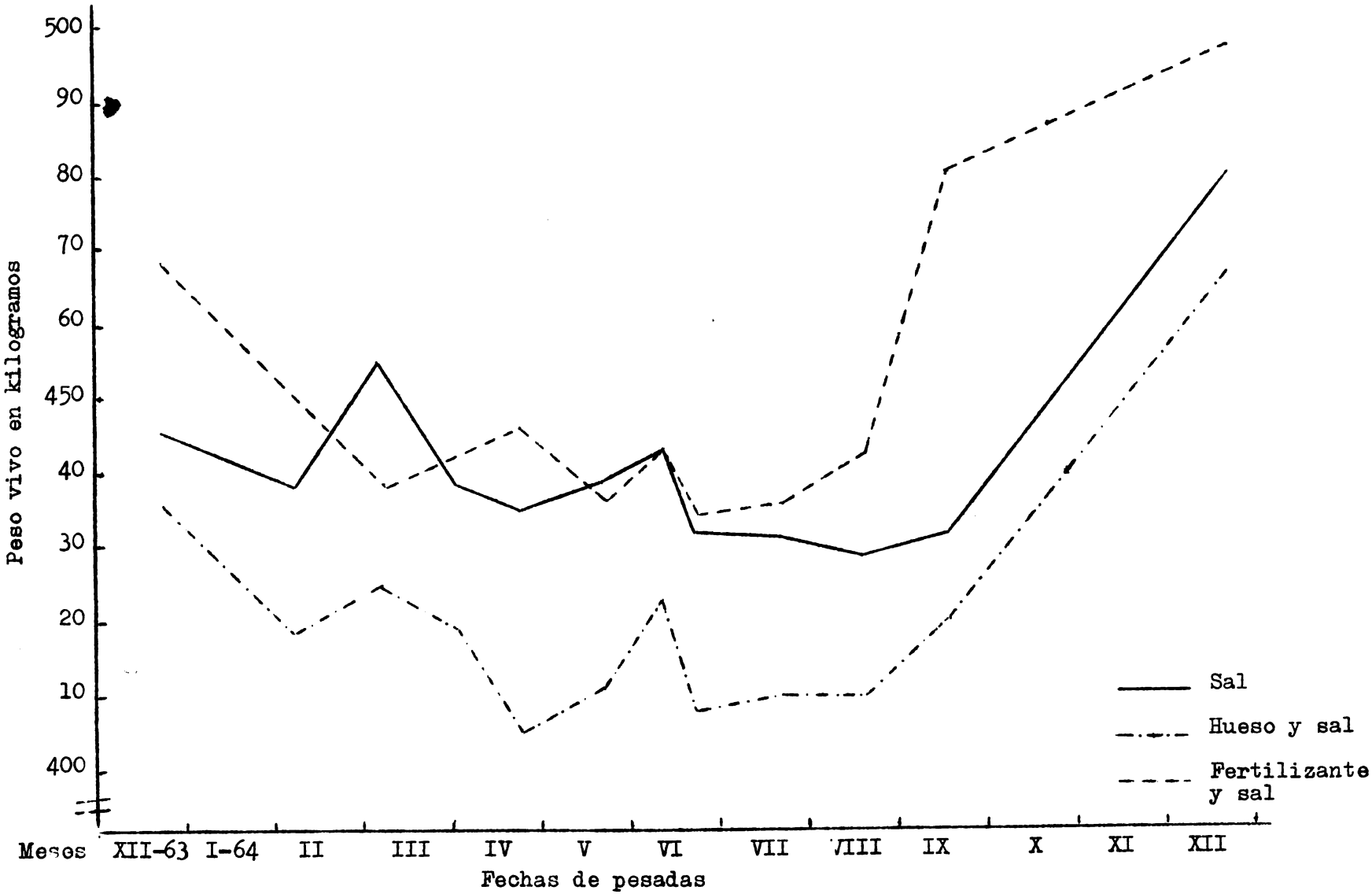


Figura 1. Cambios de peso de las vacas en los tres lotes.

## Porcentajes de parición y destete. 1963-1964

En el cuadro N° 2 se presenta el número de terneros nacidos y los porcentajes de parición y destete calculados en base al número total de vacas y al número de vacas palpadas preñadas a los 40 y 90 días de gestación.

Se observa que, como lo indicaba la última palpación realizada a los 90 días de gestación (año 1963) la cantidad de terneros nacidos en el tratamiento de sal fue significativamente menor ($P < 0.05$) que en los otros dos tratamientos. Asimismo, se observa que en los tratamientos de hueso y sal y fertilizante y sal se produjeron pérdidas fetales entre la palpación de 90 días y el parto. Esto se desprende de los porcentajes de parición calculados en base a las vacas palpadas preñadas a los 90 días.

Los porcentajes de destete presentan un cuadro similar. De los terneros nacidos en los tratamientos de hueso y sal y fertilización y sal llegaron al destete la totalidad, mientras que en el tratamiento de sal murieron dos terneros durante este período.

## Porcentajes de parición. 1964-1965

En el cuadro N° 3 se dan los porcentajes de parición correspondientes al período 1964-1965 calculados sobre el total de vacas y sobre las vacas palpadas preñadas a los 45, 90 y 150 días de preñez.

Se puede observar que en los tratamientos sal y hueso y sal no hubieron pérdidas fetales entre los 90 y 180 días, mien

Cuadro Nº 2. Porcentajes de parición y destete. 1963-1964.

| Tratamiento | Número de animales | Número de terneros nacidos | Parición: Sobre total de vacas | Parición: Sobre vacas preñadas a los 40 días | Parición: Sobre vacas preñadas a los 90 días | Destete: Número de terneros destetados | Destete: Sobre total de vacas | Destete: Sobre vacas preñadas a los 40 días | Destete: Sobre vacas preñadas a los 90 días |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sal | 28 | 22 | 78.6 | 81.5 | 95.7 | 20 | 71.4 | 74.1 | 86.9 |
| Hueso y sal | 28 | 27 | 96.4 | 96.4 | 96.4 | 27 | 96.4 | 96.4 | 96.4 |
| Fertilizante y sal | 28 | 27 | 96.4 | 96.4 | 100.0 | 27 | 96.4 | 96.4 | 100.0 |

Cuadro Nº 3. Porcentajes de parición. 1964-1965.

| Tratamiento | Número de Animales | Número de terneros nacidos | Porcentaje de parición | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Sobre total de vacas | Sobre vacas preñadas a los 45 días | Sobre vacas preñadas a los 90 días | Sobre vacas preñadas a los 150 días |
| Sal | 17 | 9 | 52.9 | 81.8 | 100.0 | 100.0 |
| Hueso y sal | 29 | 17 | 58.6 | 94.4 | 100.0 | 100.0 |
| Fertilizante y sal | 26 | 14 | 53.8 | 77.7 | 93.3 | 100.0 |

tras que en el tratamiento de fertilizante y sal, sí las hubieron. Las vacas palpadas preñadas a los 150 días parieron en su totalidad.

Las diferencias en los porcentajes de parición correspondientes al año 1965 no fueron significativas.

Análisis de los datos, eliminando las vacas con brucelosis

Como resultado de una prueba de aglutinación realizada para diagnosticar brucelosis, se suprimieron 11 animales del grupo de sal y tres del tratamiento de fertilización y sal. Por esta causa, el número de animales en el tratamiento de sal se redujo a 17 animales y en el tratamiento de fertilización y sal a 26 animales.

Eliminando los animales con brucelosis, los porcentajes de parición y destete serían los siguientes: Tratamiento sal 83%, hueso y sal 96.4%, fertilizante y sal 100%. Estas diferencias no fueron significativas.

Analizando en conjunto los datos de parición del primer y segundo año, excluyendo las vacas con brucelosis, se encontró que la diferencia entre años era significativa ($P < 0.05$) pero que no había diferencia entre tratamientos.

Al eliminar las vacas con brucelosis, los porcentajes de destete del primer año fueron iguales a los porcentajes de parición ya que los dos terneros muertos en el tratamiento sal eran hijos de vacas con brucelosis por lo que fueron eliminados del análisis.

El análisis de los dos años en conjunto incluyendo las vacas con brucelosis no fue posible ya que muchas de las va-

cas Bang positivas fueron eliminadas al promediar el ensayo, por lo que esta información quedó perdida.

Número de servicios por preñez y número de vacas preñadas al primer servicio. 1964-1965

En el cuadro N° 4 se ha calculado el número de servicios para obtener preñez y el número de vacas preñadas al primer servicio, sin tener en cuenta los animales Bang positivos. Los cálculos se realizaron en base a los resultados obtenidos en las palpaciones realizadas a los 40, 90 y 150 días de gestación, y en base a los resultados de la parición correspondiente al período 1964-1965.

Llama particularmente la atención el elevado número de inseminaciones por preñez en el tratamiento de fertilización y sal. El número de servicios por preñez aumenta entre los 45 y 150 días de gestación ya que en este intervalo se produjeron pérdidas fetales en los tres tratamientos.

El número de vacas preñadas al primer servicio también fue sensiblemente más bajo en el tratamiento de fertilización y sal donde muchos animales requirieron hasta cuatro servicios para concebir.

Las diferencias entre tratamientos fueron altamente significativas ($P < 0.01$).

El cuadro N° 5 presenta los resultados de las palpaciones efectuadas a los 45, 90 y 150 días de gestación. Se observa que el mayor número de pérdidas se produjo en el tratamiento de fertilización y sal donde hubo tres pérdidas entre los 45 y 90 días y una entre los 90 y 150 días.

Cuadro Nº 4. Número de servicios por preñez y porcentaje de vacas preñadas al primer servicio. 1964-1965.

| Tratamiento | Número de Animales | Número total de servicios * | Servicios por preñez: A los 45 días | A los 90 días | A los 150 días | Al parto | Vacas preñadas al primer servicio: A los 45 días | A los 90 días | A los 150 días | Al parto |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Nº | | | | % | | | |
| Sal | 17 | 21 | 1.9 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 72.7 | 66.7 | 66.7 | 66.7 |
| Hueso y sal | 29 | 34 | 1.9 | 2 | 2 | 2 | 77.8 | 76.5 | 76.5 | 76.5 |
| Fertilizante y sal | 26 | 44 | 2.4 | 2.9 | 3.1 | 3.1 | 33.3 | 26.7 | 28.6 | 28.6 |

* No se observaron en celo durante el período de inseminación dos animales del grupo de sal, cuatro del de hueso y sal y dos en el grupo de fertilizante y sal.

Cuadro Nº 5. Porcentaje de vacas palpadas preñadas a los 45, 90 y 150 días y paridas y pérdidas fetales entre los 45 días de gestación y el parto.

| | | Preñez declarada a los | | | | Pérdidas fetales | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tratamiento | Número de Animales | 45 días | 90 días | 150 días | Vacas paridas | Entre 45 y 90 días | Entre 90 y 150 días | Entre 150 días y el parto |
| Sal | 17 | 64.70 | 52.94 | 52.94 | 52.94 | 11.76 | --- | --- |
| Hueso y sal | 29 | 62.06 | 58.62 | 58.62 | 58.62 | 3.44 | --- | --- |
| Fertilizante y sal | 26 | 69.23 | 57.69 | 53.84 | 53.84 | 11.54 | 3.85 | --- |

En los otros dos tratamientos sólo se registraron pérdidas entre los 45 y 90 días; dos en el tratamiento de sal y una en el tratamiento de hueso y sal.

En ningún tratamiento se registraron pérdidas entre los 150 días de gestación y el parto.

Pesos de terneros al nacer y al destete. 1963-1964

Los pesos promedios en kilogramos de los terneros al nacer y al destete se presentan en el cuadro N° 6.

Las diferencias en los pesos al nacer tanto entre tratamientos como entre sexos no fueron significativas.

Las diferencias en los pesos al destete para machos no fueron significativas, pero sí lo fueron para las hembras ($P < 0.05$). La interacción sexo por tratamiento fue altamente significativa ($P < 0.01$).

Los pesos promedio de las hembras de los tratamientos de sal y fertilizante y sal fueron significativamente mayores ($P < 0.01$) que los pesos promedios de hembras del tratamiento de hueso y sal. No se mostraron diferencias entre los promedios de los tratamientos de sal y fertilizante y sal.

Comparando los promedios de sexos dentro de cada tratamiento, en el tratamiento de hueso y sal la diferencia a favor de los machos fue altamente significativa ($P < 0.01$). En los otros dos tratamientos las diferencias no fueron significativas.

Cuadro N° 6. Pesos de terneros al nacer y al destete. Año 1963-1964.

| Tratamiento | Pesos al nacer | | | Pesos al destete | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Machos | Hembras | Promedio | Machos | Hembras | Promedio |
| | | Kg. | | | Kg. | |
| Sal | 33 | 33 | 33 | 163 | 172 | 167.5 |
| Hueso y sal | 35 | 34 | 34.5 | 180 | 139 | 159.5 |
| Fertilizante y sal | 35 | 32 | 33.5 | 178 | 178 | 178 |

## Peso de terneros al nacer. 1964-1965

Cuadro N° 7. Pesos al nacer de los terneros en los tres tratamientos. 1964-1965.

| Tratamiento | Machos | Hembras |
|---|---|---|
| Sal | 31.0 ± 4.2 | 30.8 ± 3.6 |
| Hueso y sal | 36.8 ± 3.6 | 33.3 ± 3.9 |
| Fertilizante y sal | 36.0 ± 4.6 | 33.5 ± 3.8 |

En el cuadro N° 7 aparecen los pesos al nacer de los terneros nacidos durante el período octubre de 1964 a enero de 1965.

Del tratamiento de sal se eliminó una hembra por haber nacido prematuramente y del tratamiento sal y fertilizante también una hembra por ser hija de toro Holstein.

Las diferencias entre machos o hembras en los tratamientos hueso y sal y fertilizante y sal no fueron significativas.

No hubo diferencias significativas entre las hembras del tratamiento de sal comparando con las hembras de los otros dos tratamientos.

Los machos en el tratamiento de sal no fueron comparados con los demás grupos por haber sólo dos observaciones en este tratamiento.

Valores de fósforo inorgánico en la sangre de terneros y vacas

Los valores promedio obtenidos de los análisis de fósforo inorgánico en la sangre de los terneros al destete fueron de 7.7 ± 1.5; 9.5 ± 1.2 y 8.2 ± 1.1 mg. por 100 ml. de suero para los tratamientos sal, hueso molido y sal y fertilizante y sal respectivamente.

Los valores promedio del grupo hueso y sal fueron significativamente mayores ($P < 0.01$) que los valores de los otros dos grupos, entre los cuales no hubieron diferencias significativas.

En el cuadro N° 8 aparecen los valores de fósforo inorgánico en la sangre de las vacas, obtenidos de muestras extraídas en tres épocas diferentes. Las épocas elegidas fueron: lactancia, destete y preñez avanzada, debido a que se estimó que en estos momentos era cuando se podían apreciar mejor las variaciones de fósforo inorgánico en la sangre por tratarse de tres estados fisiológicos en que los requerimientos de fósforo del animal son diferentes.

En varias ocasiones se perdieron muestras debido a que no fue posible obtenerlas por causa de la indocilidad del animal, y a causa de la dificultad en obtener el suero por deficiente retracción del coágulo o hemólisis durante la extracción del coágulo del tubo en que se obtuvo la muestra.

Los datos fueron analizados por el método de las constantes ajustadas (25).

Se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre tratamientos y entre épocas dentro de tratamientos. La

Cuadro N° 8. Niveles de fósforo inorgánico en la sangre de vacas expresados en mg. por 100 ml. de suero.

| | Sal | | | Hueso y sal | | | Fertilizante y sal | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Lactancia | Destete | Preñez | Lactancia | Destete | Preñez | Lactancia | Destete | Preñez |
| $\bar{X}$ | 4.46 | 5.66 | 7.22 | 5.75 | 6.37 | 6.83 | 5.60 | 5.68 | 5.91 |
| S | 0.79 | 1.03 | 1.10 | 1.15 | 1.08 | 0.98 | 0.87 | 1.03 | 1.13 |
| N° de observaciones | 17 | 17 | 22 | 23 | 22 | 28 | 24 | 24 | 27 |

interacción época de extracción por tratamiento fue altamente significativa ($P < 0.01$). Las medias se compararon mediante el test múltiple de Duncan (7) con diferente número de repeticiones.

Se establecieron comparaciones de medias entre las diferentes épocas de extracción y de épocas dentro de cada tratamiento.

Durante la lactancia los valores de fósforo inorgánico en la sangre del tratamiento sal fueron significativamente menores ($P < 0.05$) que en los otros dos tratamientos. Las diferencias entre estos dos últimos no fueron significativas.

Al destete los valores obtenidos en el tratamiento hueso y sal fueron significativamente mayores ($P < 0.05$) que en los otros dos tratamientos, no habiendo diferencias significativas entre el tratamiento sal y fertilizante y sal.

El promedio correspondiente al tratamiento fertilizante y sal fue significativamente menor ($P < 0.05$), mientras que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos sal y sal y hueso en la última fecha de extracción correspondiente a preñez avanzada.

Analizando los promedios dentro de tratamientos se encontró que en el tratamiento sal las medias eran significativamente diferentes ($P < 0.05$) en las tres épocas de extracción.

En el tratamiento hueso y sal las medias correspondientes a destete y preñez difirieron significativamente ($P < 0.05$) de la de lactancia, pero no difirieron entre si, mientras que en el tratamiento fertilizante y sal los promedios no difirieron entre si en las tres épocas de extracción.

En los tres tratamientos se nota una tendencia a aumentar los niveles de fósforo inorgánico en la sangre a medida que las exigencias a que estaba sometido el animal eran menores. Esta tendencia fue más marcada en los animales del tratamiento sal, cuyo nivel medio de fósforo en la sangre al destete fue de 5.66 mgr./100 ml. de suero y dos meses más tarde era de 7.22 mgr./100 ml. de suero.

En la figura N° 2 se puede observar la variación en los niveles de fósforo en el suero a través de las tres épocas de muestreo y además la interacción época por tratamiento en el tratamiento de sal.

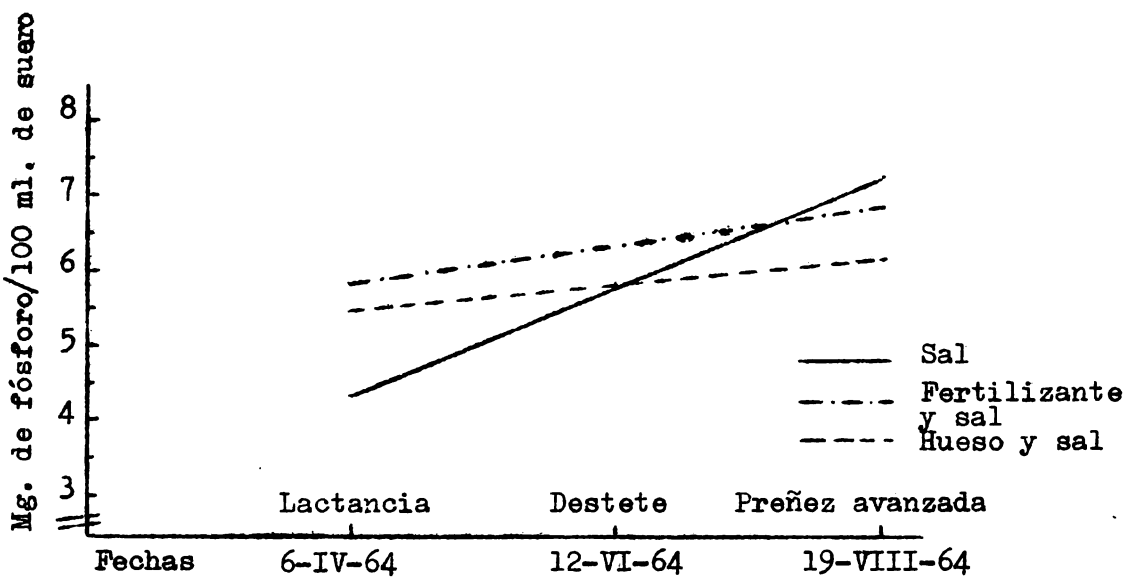


Figura N° 2. Variación de los niveles de fósforo inorgánico por 100 ml. de suero en tres épocas diferentes en los tres tratamientos.

Valores de fósforo total y proteína cruda en los forrajes

En el cuadro N° 9 se muestran los valores de fósforo total y proteína cruda determinados en pastos recogidos de los potreros fertilizados y sin fertilizar en que pastoreaba el ganado. Las muestras fueron recogidas entre mayo y noviembre del año 1964.

Observando los valores del cuadro N° 9 se puede apreciar que el valor medio de fósforo en los forrajes en el campo sin fertilizar fue de 0.15% mientras que el promedio en el campo fertilizado fue de 0.22%. Esta diferencia fue altamente significativa ($P < 0.01$).

Las cifras promedio de proteína cruda encontradas fueron de 10.37% para el campo sin fertilizar y de 13.13% para el campo fertilizado. Esta diferencia fue significativa ($P < 0.05$).

Asimismo, se puede apreciar que los valores de proteína cruda encontrados presentan cierta relación con los valores de fósforo en los forrajes, por lo que se estableció una correlación entre fósforo total y proteína cruda, obteniéndose un coeficiente de correlación $r = 0.7614$ que fue altamente significativo ($P < 0.01$).

Cuadro Nº 9. Valores de fósforo total y proteína cruda en forrajes cortados en diferentes fechas.

| Fechas | Campo sin fertilizante | | Campo fertilizado | |
|---|---|---|---|---|
| | Fósforo | Proteína | Fósforo | Proteína |
| | % | | % | |
| Mayo 23 | 0.15 | 9.45 | 0.25 | 11.60 |
| Junio 18 | 0.14 | 9.99 | 0.20 | 11.06 |
| Julio 18 | 0.14 | 10.14 | 0.23 | 12.57 |
| Agosto 21 | 0.13 | 9.88 | 0.21 | 15.22 |
| Setiembre 17 | 0.15 | 11.75 | 0.22 | 15.12 |
| Octubre 21 | 0.18 | 12.62 | 0.27 | 16.41 |
| Noviembre 18 | 0.15 | 8.79 | 0.18 | 9.93 |
| $\bar{X}$ | 0.15 | 10.37 | 0.22 | 13.13 |
| S | 0.00017 | 1.34 | 0.0003 | 2.45 |

# DISCUSION

## I. Medidas de Fertilidad

La interpretación de los resultados referentes a las medidas de fertilidad se vio dificultada por la eliminación de vacas con brucelosis.

El hecho de no haber encontrado diferencias significativas en los porcentajes de parición de los años 1963-1964 y 1964-1965 al eliminar los animales con brucelosis pero sí haber encontrado diferencia entre años indicaría que las condiciones en que se desarrolló el ensayo en los dos años fueron diferentes y que otros factores ajenos a los tratamientos estuvieron influyendo en el experimento.

Observando el cuadro N° 4 se puede ver que las vacas del tratamiento sal necesitaron más servicios para obtener preñez y mucho menor porcentaje de vacas preñadas al primer servicio mientras que el tratamiento hueso y sal indica mayor eficiencia en su comportamiento.

En el tratamiento fertilizante y sal la situación fue completamente diferente ya que este lote fue el que mostró la peor eficiencia reproductiva. El hecho de que los animales en este lote hayan perdido peso durante dos períodos de pesada justamente en la época de inseminación (cuadro N° 1 y figura N° 1) puede haber tenido influencia sobre la eficiencia reproductiva de este hato. En este aspecto, Wiltbank y colaboradores (28) han enfatizado la importancia del nivel nutricional después del parto sobre la eficiencia reproductiva del ganado.

En este tratamiento el número de servicios por preñez y vacas preñadas al primer servicio fue muy diferente a los otros dos tratamientos indicando los resultados obtenidos una baja eficiencia reproductiva (cuadro N° 4). Asimismo, en este lote se registraron pérdidas fetales entre la palpación de 90 y 150 días, cosa que no ocurrió en los otros dos tratamientos (cuadro N° 5).

Durante el año 1963 se había observado en este lote una tendencia a saltar celos o a no manifestarlos (6) lo que indica que ya en esa época había un factor que estaba afectando a las vacas en ese lote. En esa oportunidad se sugirió que las leguminosas que crecían en el campo fertilizado, si contenían estrógenos, podían ser las causantes de esta situación que lógicamente se iría agravando año a año a medida que las leguminosas dominaran en el campo.

## II. Medidas de Crecimiento

### A. Pesos al nacer y al destete

Las diferencias en los pesos al nacer de los terneros en los dos años no fueron significativamente diferentes en los tres tratamientos. Esto concuerda con resultados obtenidos en Texas por Black y colaboradores (4).

Tampoco hubo diferencias significativas entre los pesos al destete en los tres tratamientos ya que el hecho de que sólo los pesos de las hembras del tratamiento hueso y sal hayan diferido puede ser atribuído al azar. Estos resultados están en desacuerdo con los obtenidos por otros autores (4, 15) que

encontraron diferencias en los pesos al destete de terneros suplementados con fósforo y no suplementados.

Bisschop y colaboradores (3) afirman que la suplementación con fósforo a terneros no es necesaria siempre que la provisión de fósforo a las madres sea suficiente para una producción láctea normal.

Por lo tanto, se puede inferir que la provisión de fósforo a los terneros durante el período de lactancia fue satisfactoria, así también que la producción láctea de las vacas fue similar en los tratamientos.

Sin embargo, los valores de fósforo en la sangre de terneros fueron diferentes pero en ninguno de los tres casos indicaron carencia de fósforo. Estas diferencias podrían incidir en el comportamiento y ganancia de peso de los terneros después del destete.

## III. Niveles de fósforo en la sangre

Ninguno de los valores promedios de fósforo inorgánico en la sangre de las vacas puede ser calificado como crítico. Sin embargo, estos valores son significativamente diferentes ($P < 0.01$) entre tratamientos y entre épocas o estado fisiológico. Aquí la suplementación con fósforo debe haber incidido sobre los respectivos niveles en la sangre. La provisión de fósforo en el tratamiento fertilizante y sal debe haber estado influenciada por la disponibilidad de forraje pero a través de la estabilidad de los niveles de fósforo en la sangre se puede inferir que los animales probablemente

nunca hayan tenido que apelar a sus reservas en los huesos para cubrir sus requerimientos.

En el tratamiento hueso y sal los valores son un poco más altos pero tienen la misma estabilidad que en el tratamiento fertilizante y sal. El hecho de que los niveles de fósforo en la sangre en este tratamiento sean más altos que en el tratamiento fertilizante y sal se debería exclusivamente al hecho de que estos animales no dependían de la disponibilidad de forraje para la ingestión de fósforo ya que recibían este elemento ad libitum y bajo la forma de hueso molido.

En el tratamiento de sal (que no recibía suplemento fosfórico alguno) se puede suponer que durante la lactancia las vacas no hayan recibido suficiente fósforo a través de la alimentación por lo que debieron movilizar el fósforo de sus huesos. Una vez finalizada la lactancia los animales recuperaron rápidamente con el fósforo que les proveía el forraje a lo que se debería el valor relativamente alto con respecto a los otros dos tratamientos de 7.22 mgr. de fósforo/100 ml. de suero obtenido de la última muestra.

Los valores de fósforo inorgánico en la sangre de terneros al destete fueron de 7.7; 9.5; 8.2 mg./100 ml. de suero en los tratamientos de sal, hueso y sal y fertilizante y sal respectivamente. En los tratamientos hueso y sal y fertilizante y sal los terneros cubrieron sus requerimientos de fósforo a través de la leche de la madre pero a la vez consumían fósforo adicional a través de la pradera fertilizada en el caso del tratamiento fertilizante y sal y a través del hueso molido en el tratamiento hueso y sal.

Los terneros del tratamiento de sal sólo recibieron fósforo a través de la leche de las madres por lo que sus niveles de fósforo en la sangre fueron más bajos que en los otros tratamientos sin dejar por ello de ser normales. No se puede decir que los valores más altos en la sangre de los dos tratamientos con suplemento de fósforo sean debidos al hecho de que la suplementación con fósforo a las vacas haya aumentado la secreción láctea de las mismas ya que en ese caso los pesos de los terneros al destete en esos dos tratamientos hubieran sido superiores a los pesos en el tratamiento de sal.

## IV. Fósforo en los forrajes

Los valores promedio de fósforo total encontrados en forrajes muestreados durante siete meses consecutivos en el campo experimental fueron de 0.15% y no pueden ser considerados bajos. Es muy probable que de haber obtenido la muestra del material exacto que los animales consumen, los valores de fósforo total hubieran sido aún más altos debido a la selección que hace el animal en condiciones de pastoreo.

En el campo fertilizado con superfosfato los valores de fósforo fueron de 0.22% de la materia seca debido a la abundancia de leguminosas en estos potreros.

Es sabido que el fósforo es un elemento limitante para el crecimiento de leguminosas. Una de las prácticas para incrementar la productividad de las praderas en el Uruguay es el uso de abonos fosforados. Esto indicaría que el fósforo asimilable para los vegetales no se encuentra en cantidades

adecuadas en el suelo. Sin embargo, lo que no es adecuado para los vegetales no forzosamente debe serlo para los animales. Los valores de fósforo encontrados en los potreros no fertilizados en contadas ocasiones estuvieron un poco por debajo de 0.15% de la materia seca por lo que no se podría afirmar que los animales en el tratamiento de sal estuvieron sometidos a deficiencia de fósforo. En todo caso, el déficit de fósforo estaría condicionado a la disponibilidad de forraje y al consumo que los animales hicieran del mismo.

En las grandes áreas deficientes en fósforo de los Estados Unidos y Sud Africa, los valores de fósforo en los forrajes estaban muy por debajo de los encontrados en La Estanzuela. Por otra parte, a pesar de haber forraje en el campo, los animales mostraban anorexia, apetito depravado y su estado general era pobre. Si bien en el presente experimento en algunas ocasiones el forraje disponible en el campo era escaso, los animales nunca mostraron anorexia ni apetito depravado.

Los valores de fósforo inorgánico encontrados en la sangre de las vacas del tratamiento de sal indican que a pesar de que el consumo de forraje fue limitado durante algunas épocas del período de pastoreo, el campo natural donde se lleva a cabo el ensayo fue capaz de proveer el fósforo necesario para cubrir los requerimientos de los animales pudiéndose en todo caso recomendar la suplementación con fósforo durante la época de la lactancia, momento en que el organismo de la vaca sufre el mayor drenaje en ese elemento.

## RESUMEN

Se llevó a cabo un experimento para medir el efecto de la suplementación con fósforo sobre la eficiencia reproductiva de ganado Hereford en praderas naturales. El campo donde se realizó el trabajo se halla ubicado en el Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", La Estanzuela, Colonia, Uruguay.

La superficie utilizada fue de 135 hectáreas divididas en nueve potreros de aproximadamente 15 hectáreas cada uno.

Los tratamientos fueron los siguientes:

- Tratamiento N° 1: Sal (cloruro de sodio) a voluntad.
- Tratamiento N° 2: Hueso molido y sal (cloruro de sodio), a voluntad.
- Tratamiento N° 3: Fertilización de la pradera natural con superfosfato y sal (cloruro de sodio) a voluntad.

Los animales experimentales fueron 87 vacas Hereford que se encontraban en el experimento desde su iniciación a mediados del año 1962, y procedían de tres establecimientos del Departamento de Río Negro.

Las vacas se distribuyeron en igual número para cada tratamiento. Posteriormente, a mediados del año 1964, se eliminaron once animales del tratamiento sal y tres del tratamiento fertilizante y sal por haberse encontrado Bang positivos.

Los animales de cada tratamiento se manejaron en tres potreros rotándose en los mismos después de cada pesada. Se utilizaron animales de quita y pon para tratar de igua-

lar las ganancias de peso en los tres tratamientos. Este objetivo no fue logrado sobre todo durante los meses de inseminación en que los animales del tratamiento fertilizante y sal perdieron 29 Kg. en dos períodos consecutivos de pesada.

El servicio se extendió del 15 de enero al 15 de abril de 1964.

Se realizaron palpaciones rectales a los 45, 90 y 150 días de gestación para determinar pérdidas fetales. Los porcentajes de parición correspondientes al año 1963-1964 fueron de 86.9%; 96.4% y 100% para los tratamientos de sal, hueso y sal, y fertilizante y sal respectivamente.

Durante el período 1964-1965 el número de servicios por preñez fue de 2.3, 2 y 3.1, el número de vacas preñadas al primer servicio fue de 66.7%, 76.5% y 28.6% y las pérdidas fetales entre los 45 y 90 días de gestación fueron de 11.76%, 3.44% y 11.54% para los tratamientos sal, hueso y sal y fertilizante y sal. Entre 90 y 150 días sólo se registraron pérdidas fetales en el tratamiento de fertilizante y sal, siendo las mismas de 3.85%.

Los porcentajes de parición fueron de 52.9%, 58.6% y 53.8% para los tratamientos sal, hueso y sal y fertilizante y sal respectivamente.

Los pesos al nacer de los terneros durante las dos pariciones no fueron significativamente diferentes como tampoco se encontraron diferencias en los pesos al destete de los machos, sólo fueron significativamente menores los pesos de las terneras del tratamiento hueso y sal.

Se tomaron muestras de sangre de la totalidad del hato durante la lactancia, destete y preñez avanzada para determinar fósforo inorgánico. El valor más bajo obtenido fue de 4.46 mg./100 ml. de suero durante la lactancia en el tratamiento de sal. A los dos meses, este valor había subido a casi 6 mg./100 ml. de suero. Ninguno de los valores obtenidos indicó deficiencia de fósforo.

Los valores de fósforo total en forrajes muestreados en el campo natural donde pastoreaba el ganado fueron de 0.15% de la materia seca para el campo sin fertilizar y 22% para el campo fertilizado. El contenido de proteína cruda fue de 10.37% para el campo sin fertilizar y de 13.13% para el campo fertilizado.

## SUMMARY

The effect of phosphorus supplementation on the reproductive efficiency of Hereford cows grazing native pastures was measured by the "Alberto Boerger" Agricultural Research Center, La Estanzuela, Colonia, Uruguay.

The experiment used an area of 135 hectares that were divided into nine plots of 15 hectares each. The following treatments were investigated:

- Treatment N° 1: Salt (Sodium Chloride) ad libitum.
- Treatment N° 2: Bone meal plus salt (Sodium Chloride), ad libitum.
- Treatment N° 3: Superphosphate fertilized native pasture with salt (Sodium Chloride) ad libitum.

The experiment was started with 87 Hereford cows obtained from three different ranches in the Department of Rio Negro.

Equal numbers of animals were initially assigned to each treatment. In July, 1964, eleven animals from treatment number one and three from treatment number three were culled because of Bang's disease.

The animals were rotated within each treatment into three different plots. Rotation was done following weighings. Put and take animals were used to level animal weight gains in all treatments. This attempt to equalize animals weights could not be fulfilled during the months in which the cows were artificially inseminated. In treatment three, for example, the cows lost 29 kilograms during two successive weighing periods.

The breeding season extended from January 15 to April 15, 1964. Rectal palpation was done at 45, 90 and 150 days of

pregnancy to determine fetal losses. The 1963-1964 calf crop was 86.9, 96.4 and 100 percent in treatments one, two and three, respectively.

During the 1964-1965 period the number of times each cow was bred averaged 2.3, 2.0 and 3.1, respectively, in the three treatments. The number of cows that became pregnant (non-repeating breeders) in first service averaged 66.7, 76.5 and 28.6 percent in the three groups. Fetal losses between 45 and 90 days were 11.76, 3.44 and 11.54 percent. Between 90 and 150 days fetal losses were recorded only among the cows on treatment number three and they amounted to 3.75 percent.

Calf crop percentages were 52.9, 58.6 and 53.8 for treatment one through three, respectively.

Birth weights of calves were not significantly different during the two years. Weaning weights of male calves in treatment number three were significantly lower than the other lots. Other differences between weaning weights were not significant.

Inorganic phosphorus was determined from blood samples taken on the whole herd during the suckling period, at weaning and at advanced pregnancy. The lowest value obtained was 4.46 mg./100 ml. of serum during the milking period in treatment number one. Two months later this value had raised to 6.0 mg./100 ml. of serum. Phosphorus depletion was not shown by any of the data.

Total phosphorus in forage samples from the native pasture grazed by the herd was 0.15 percent of total dry matter

on the check plot and 0.22 percent on the fertilized plot. Crude protein in forage samples from the same plots averaged 10.37 and 13.13 percent, respectively.

## CONCLUSIONES

Si bien la interpretación de los resultados obtenidos durante el presente año se vio dificultada debido a las causas ya puntualizadas, de la presente investigación se puede concluir que:

1. Los niveles de fósforo en la sangre de las vacas en los tres tratamientos fueron satisfactorios.

2. Los niveles de fósforo en la sangre de los dos tratamientos que recibieron fósforo suplementario se mantuvieron constantes a través de todo el período, lo que sugiere que los animales en ningún momento se vieron obligados a movilizar sus reservas de fósforo de los huesos.

3. A pesar de que el nivel nutricional no fue el adecuado, los animales en el tratamiento de sal en ningún momento mostraron síntomas de deficiencia de fósforo.

## SUGERENCIAS

1. Es necesario obtener más información acerca del valor nutritivo de las praderas naturales a través de las diferentes estaciones, preferencialmente durante el invierno y el verano para saber si habiendo disponibilidad de forraje son capaces de proveer la energía necesaria para la reproducción, lactancia y crecimiento en esa época.

2. Sería conveniente investigar la presencia de estrógenos en las leguminosas que crecen en campos naturales fertilizados con fósforo, y de comprobar su existencia, medir su actividad para poder así prevenir alteraciones en los fenómenos reproductivos del ganado.

## LITERATURA CITADA

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. WASHINGTON. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 9th. ed. Washington, 1960. p. 84.

2. BECKER, J.G. Studies on mineral metabolism. XXIV. On the administration of phosphorus to animals through their watter supply. D.V. Sc. thesis. 18th report of the Director of Veterinary Services and Animal Industry. Union of South Africa, 1932. pp. 751-797. (Fotocopia).

3. BISSCHOP, J.H.R. y GROENEWALD, J.W. Limitations to efficiency imposed by inadequate nutrition with particular reference to feed resources. In World Conference on Animal Production. Roma, 1963. Efficiency of Animal Production: main reports. Roma, European Association for Animal Production, 1963. pp. 47-72.

4. BLACK, W.H. et al. Comparison of Methods of Supplying Phosphorus to Range Cattle. United States Department of Agriculture. Washington, D.C. Technical Bulletin 981. 1949. 22p. (Fotocopia).

5. DE ALBA, J. y DAVIS, G.K. Minerales en la Nutrición Animal en la América Latina. Turrialba. 7(1-2):16-33. 1957.

6. DE LEON, L.A. Efecto de la suplementación de fósforo sobre la eficiencia reproductiva de Herefords en praderas naturales del Uruguay. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1963. 35 h. mm. (Mimeografiada).

7. DUNCAN, D.B. Multiple range test for correlated and heteroscedastic means. Biometrics 13(2):164-176. 1957.

8. DU TOIT, P.J., MALAN, A.I. y GROENEWALD, J.W. Studies in mineral metabolism. XXXI. Minimum mineral requirements of cattle, 2nd. report. Ouderspoort Journal of Veterinary Science and Animal Industry. 2(2): 565-606. 1934. (Fotocopia).

9. ECKLES, C.H. et al. Effects of uncomplicated phosphorus deficiency on estrous cycle, reproduction and composition of tissues of mature dairy cows. Cornell Veterinarian 25:22-43. 1935. (Fotocopia).

10. HAMMOND, J. ed. Avances en fisiología zootécnica. Trad. Andrés Suárez y Suárez y otros. Zaragoza, Acribia. 1959. V. 2, pp. 918-919.

11. HAWK, P.B., OSER, B.L. y SUMMERSON, W.H. Practical physiological chemistry. 3th. ed. New York, McGraw-Hill, 1954. pp. 630-33.

12. HEMINGWAY, R.G. Experimental Production of Phosphorus Deficient Rickets in Young Lamb. Proceedings of the Nutrition Society. 22:2:XVI-XVII. 1963. Abstract.

13. HOUSSAY, B.A. et al. Fisiología humana. 3rd ed. Buenos Aires. El Ateneo. 1954. pp. 622-27.

14. KLEIBER, M., GOOSS, H., GUILBERT, H.R. Phosphorus deficiency metabolism and food utilization in beef heifers. Journal of Nutrition 12:121-153. 1936. (Fotocopia).

15. KNOX, J.H. y WATKINS, W.E. The use of phosphorus and calcium supplement for range livestock in New Mexico. New Mexico Agricultural Experiment Station. Bulletin N° 282. 1941. 28 p. (Fotocopia).

16. ——— y WATKINS, W.E. The use of phosphorus and calcium supplements for range livestock in New Mexico. New Mexico Agricultural Experiment Station. Bulletin N° 287. 1942. 18 p.

17. LONG, T.A. et al. Availability of phosphorus in mineral supplements for beef cattle. Journal of Animal Science. 16(2):444-450. 1957.

18. MULLER, L. Un aparato micro Kjeldahl simple para análisis rutinarios rápidos de materias vegetales. Turrialba. 11(1):17-25. 1961.

19. PALMER, L.S. et al. The effect of rations deficient in phosphorus and protein on ovulation, estrus and reproduction of dairy heifers. Journal of Dairy Science. 24(3):199-210.

20. PRESTON, R.I. y PFANDER, W.H. Phosphorus metabolism in lambs fed varying phosphorus intakes. The Journal of Nutrition. 83(4):369-378.

21. RAO, C.R. Advanced statistical methods in biometric research. New York, Wiley. 1952. p.94.

22. REYNAERT, E.E. y CARAMBULA, M. Estudios sobre deficiencias en elementos nutritivos en algunos suelos, por medio de ensayos de macetas. Sociedad de Mejoramiento de Praderas. Anuario 5:59-75. 1961.

23. REYNOLDS, E.B. et al. Methods of supplying phosphorus to range cattle in South Texas. Texas Agricultural Experiment Station N° 773. 1953. (Fotocopia).

24. ROLLINS, W.C. y GUILBERT, H.R. Factors affecting the growth of beef calves during the suckling period. Journal of Animal Science 13(2):517-527. 1954.

25. SNEDECOR, G.W. Statistical methods. 5th. ed. Ames, Iowa State University Press. 1956. p. 388.

26. THEILER, A., GREEN, H.H. y DU TOIT, P.J. Minimum mineral requirements in cattle. Journal of Agricultural Science. 17(3):291-314. 1953.

27. WALTERS, L.E. et al. Phosphorus utilization by cattle and sheep. In Oklahoma Agricultural Experiment Station. Feeding and breeding tests: with sheep, swine and beef cattle progress report 1951-52. Oklahoma. Miscellaneous publication N° MP-27. 1952.

28. WILTBANK, J.M. et al. Effect of energy level on reproductive phenomena of mature Hereford cows. Journal of Animal Science 21(2):219-225. 1962.

29. WISE, M.B., SMITH, S.E. y BARNES. The phosphorus requirement of calves. Journal of Animal Science 17(1): 89-99. 1958.

30. WISNICKY, M., CASIDA, L.E. A manual method for diagnosis of pregnancy in cattle. (Original no consultado, copia mimeografiada del Journal of American Medicine Association. 113-451. 1948.)

# A P E N D I C E

Cuadro Apéndice N° 1. Valores de fósforo inorgánico en mgr./ 100 ml. de suero en las vacas de los tres tratamientos en tres épocas diferentes.

| Sal | | | Hueso | | | Fertilizante | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lactancia | destete | preñez | Lactancia | destete | preñez | Lactancia | destete | preñez |
| 4.8 | 4.6 | 8.3 | 4.3 | 6.0 | 5.9 | 7.2 | 6.8 | 6.9 |
| 3.1 | 4.4 | 7.0 | 5.8 | 6.4 | 7.3 | 6.9 | 5.3 | 4.8 |
| 4.6 | 7.0 | 6.9 | 5.7 | 6.3 | 6.1 | 5.3 | 5.7 | 5.4 |
| 4.6 | 5.4 | 5.8 | 6.8 | 6.0 | 6.6 | 4.9 | 5.0 | 5.9 |
| 3.9 | 5.0 | 7.6 | 5.4 | 6.6 | 6.4 | 7.0 | 5.5 | 6.4 |
| 4.8 | 6.9 | 7.7 | 4.7 | 5.7 | 7.7 | 4.6 | 5.4 | 5.2 |
| 4.8 | 5.4 | 7.6 | 4.8 | 9.3 | 8.0 | 5.6 | 6.5 | 4.8 |
| 3.3 | 5.0 | 7.2 | 5.6 | 6.5 | 7.7 | 6.8 | 9.2 | 7.0 |
| 5.7 | 4.7 | 6.2 | 6.0 | 7.4 | 6.6 | 5.4 | 5.0 | 5.0 |
| 3.7 | 5.7 | 8.5 | 5.3 | 6.3 | 6.6 | 6.9 | 5.1 | 6.5 |
| 6.0 | 6.8 | 9.3 | 5.7 | 6.4 | 7.7 | 5.6 | 5.4 | 5.6 |
| 3.9 | 8.0 | 8.0 | 6.7 | 6.6 | 6.5 | 5.2 | 4.5 | 4.6 |
| 4.1 | 4.7 | 6.8 | 5.4 | 6.6 | 4.8 | 5.9 | 5.4 | 6.0 |
| 4.8 | 5.5 | 8.8 | 4.4 | 5.4 | 5.7 | 3.8 | 4.7 | 6.9 |
| 5.2 | 6.4 | 8.9 | 6.4 | 9.3 | 6.0 | 5.3 | 6.3 | 5.5 |
| 3.8 | 5.9 | 6.7 | 4.4 | 6.0 | 6.2 | 5.2 | 5.2 | 6.2 |
| 4.7 | 4.8 | 8.2 | 6.4 | 6.1 | 6.9 | 5.4 | 4.8 | 5.6 |
| | | 5.8 | 9.2 | 5.1 | 6.6 | 5.1 | 5.6 | 6.2 |
| | | 6.9 | 4.8 | 5.6 | 6.8 | 5.8 | 7.3 | 3.3 |
| | | 6.3 | 6.0 | 5.5 | 8.1 | 5.4 | 5.0 | 7.2 |
| | | 5.2 | 6.8 | 5.4 | 7.4 | 4.6 | 6.8 | 7.9 |
| | | 5.2 | 5.5 | 5.6 | 8.9 | 6.4 | 5.6 | 5.3 |
| | | | 6.1 | | 6.3 | 4.8 | 5.3 | 6.5 |
| | | | | | 6.6 | 5.2 | 4.9 | 8.4 |
| | | | | | 8.0 | | | 4.2 |
| | | | | | 4.6 | | | 5.5 |
| | | | | | 7.9 | | | 6.8 |
| | | | | | 7.2 | | | |

Cuadro Apéndice N° 2. Valores de fósforo inorgánico en mg./100 ml. de suero en los terneros al destete.

| SAL | FERTILIZANTE | HUESO |
|---|---|---|
| 10.0 | 11.2 | 7.7 |
| 7.4 | 9.2 | 6.7 |
| 9.8 | 13.1 | 8.9 |
| 8.4 | 6.7 | 7.2 |
| 8.4 | 10.0 | 8.1 |
| 9.2 | 11.2 | 9.9 |
| 12.1 | 9.3 | 8.1 |
| 10.0 | 8.7 | 8.5 |
| 10.1 | 8.7 | 8.1 |
| 7.0 | 7.8 | 9.1 |
| 10.9 | 9.6 | 11.6 |
| 8.9 | 9.3 | 8.0 |
| 7.6 | 9.6 | 7.6 |
| 7.7 | 8.9 | 7.8 |
| 7.1 | 9.0 | 6.1 |
| 7.4 | 9.3 | 7.7 |
| 7.0 | 8.9 | 8.0 |
| --- | 9.6 | 8.9 |
| | 10.6 | 9.2 |
| | 9.3 | 9.3 |
| | 9.6 | 9.1 |
| | --- | 8.2 |
| | | 6.6 |
| | | 7.4 |

Cuadro Apéndice Nº 3. Valor de fósforo total y proteína cruda en los potreros correspondientes a los tres tratamientos.

| | | SAL | HUESO | FERTILIZANTE |
|---|---|---|---|---|
| Mayo 23 | Fósforo | 0.19 | 0.11 | 0.25 |
| | Proteína | 10.03 | 8.88 | 11.60 |
| Junio 18 | Fósforo | 0.13 | 0.14 | 0.20 |
| | Proteína | 10.13 | 9.85 | 11.06 |
| Julio 18 | Fósforo | 0.13 | 0.14 | 0.23 |
| | Proteína | 10.13 | 10.16 | 12.57 |
| Agosto 21 | Fósforo | 0.28 | 0.13 | 0.21 |
| | Proteína | 16.06 | 9.88 | 15.22 |
| Setiembre 17 | Fósforo | 0.15 | 0.15 | 0.22 |
| | Proteína | 11.79 | 11.72 | 15.12 |
| Octubre 21 | Fósforo | 0.17 | 0.19 | 0.27 |
| | Proteína | 11.44 | 13.81 | 16.41 |
| Noviembre 18 | Fósforo | 0.17 | 0.14 | 0.18 |
| | Proteína | 8.89 | 8.69 | 9.93 |

Cuadro Apéndice N° 4. Determinación de fósforo y proteína en dos especies de pastos naturales (Paspalum quadrifasium y Axonopus compressus).

| Fecha | Campo sin fertilizar | | | | Campo fertilizado | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Paspalum quadrifasium | | Axonopus compressus | | Paspalum quadrifasium | | Axonopus compressus | |
| | Fósforo | Proteína | Fósforo | Proteína | Fósforo | Proteína | Fósforo | Proteína |
| | % | | % | | % | | % | |
| Mayo 5 | 0.13 | 9.16 | 0.10 | 6.77 | 0.19 | 11.15 | 0.16 | 7.28 |
| Junio 6 | 0.16 | 11.93 | 0.11 | 7.86 | 0.21 | 13.63 | 0.19 | 8.00 |
| Noviembre 18 | 0.13 | 8.83 | 0.13 | 9.24 | 0.14 | 9.94 | 0.17 | 9.69 |

Cuadro Apéndice N° 5. Análisis en conjunto de los porcentajes de parición correspondientes a los años 1963-1964 y 1964-1965.

| Origen de Variación | Grados de Libertad | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F.c. | F.5% | F.1% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Años | 1 | 1,066.14 | 1,066.14 | 46.31* | 18.51 | 98.50 |
| Tratamientos | 2 | 80.11 | 40.05 | 1.74 | 19.00 | 99.00 |
| Error | 2 | 46.03 | 23.02 | | | |
| TOTAL | 5 | 1,192.28 | | | | |

* Significativo al nivel del 5%

Cuadro Apéndice N° 6. Análisis de variancia de los pesos de terneros al nacer. Año 1963-1964.

Método de las medias ponderadas

| O. de V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.c | F.5% | F.c | F.5% | C.M. | S.C. | G.L. | O. de V. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sexo ignorando tratamiento | 1 | 38.5 | 38.5 | | | | | 8.675 | 17.35 | 2 | Tratamiento ignorando sexo |
| Interacción | 2 | 27.59 | 13.795 | | | | | 13.975 | 27.59 | 2 | Interacción |
| Tratamientos | 2 | 15.25 | 7.625 | <1 | 3.13 | 1.50 | 3.98 | 21.15 | 21.15 | 1 | Sexo |
| Entre celdas | 5 | 81.34 | 16.268 | | | | | 16.268 | 81.34 | 5 | Entre celdas |
| Error | 68 | 960.78 | 14.129 | | | | | 14.129 | 960.78 | 68 | Error |
| TOTAL | 73 | 1,042.12 | | | | | | | 1,042.12 | 73 | TOTAL |

O. de V. = Origen de variación
G.L. = Grados de libertad
S.C. = Suma de cuadrados
C.M. = Cuadrado medio

Cuadro Apéndice N° 7. Análisis de variancia de los pesos de terneros al destete. Año 1963-1964.

Método de las medias ponderadas.

| O. de V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.c | F.5% | F.c | F.5% | C.M. | S.C. | G.L. | O. de V. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sexo ignorando tratamiento | 1 | 2497.515 | 2497.515 | | | | | 2172.02 | 4344.04 | 2 | Tratamiento ignorando sexo |
| Interacción | 2 | 6932.262 | 3466.131 | | | | | 3466.131 | 6932.262 | 2 | Interacción |
| Tratamientos | 2 | 4853.933 | 2426.967 | * 3.99 | 3.15 | 4.95 | 4.00 * | 3007.408 | 3007.408 | 1 | Sexo |
| Entre celdas | 5 | 14283.71 | 2856.742 | | | | | 2856.742 | 14283.71 | 5 | Entre celdas |
| Error | 60 | 36418.23 | 606.970 | | | | | 606.970 | 36418.23 | 60 | Error |
| TOTAL | 65 | 50701.94 | | | | | | | 50701.94 | 65 | TOTAL |

* Significativo al nivel del 5%

O. de V.= Origen de variación
G.L. = Grados de libertad
S.C. = Suma de cuadrados
C.M. = Cuadrado medio

Cuadro Apéndice Nº 8. Análisis de variancia de los valores de fósforo inorgánico en el suero sanguíneo de las vacas.

Método de las constantes ajustadas.

| O. de V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.c. | F.1% |
|---|---|---|---|---|---|
| Tratamientos | 2 | 14.4099 | 7.20495 | 6.7375 ** | 4.61 |
| Epocas | 2 | 56.08215 | 28.04107 | 26.2218 ** | 4.61 |
| Tratamientos x épocas | 4 | 35.70 | 8.925 | 8.3438 ** | 3.82 |
| Error | 195 | 208.53 | 1.06938 | | |
| TOTAL | 203 | 313.85 | | | |

** Significativo al nivel del 1%

O. de V. = Origen de variación
G.L. = Grados de libertad

S.C. = Suma de cuadrados
C.M. = Cuadrado medio