

EFFECTO DE SUPLEMENTACION DE FOSFORO SOBRE LA EFICIENCIA
REPRODUCTIVA DE HEREFORDS EN PRADERAS NATURALES
DEL URUGUAY

Por

Leonardo Antonio de León Lora

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

Turrialba, Costa Rica

Agosto de 1963

EFEECTO DE SUPLEMENTACION DE FOSFORO SOBRE LA EFICIENCIA
REPRODUCTIVA DE HEREFORDS EN PRADERAS NATURALES
DEL URUGUAY

Tesis

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

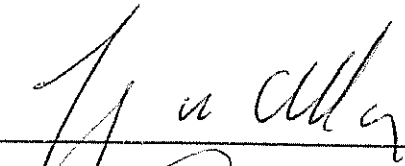
Magister Agriculturae


en el


Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

Permiso para su publicación, reproducción total o parcial,
debe ser obtenida en dicho Instituto.

APROBADA:


_____ Consejero


_____ Comité


_____ Comité

Agosto de 1963

A mis padres y hermanos

A Quisqueya

BIOGRAFIA

El autor Leonardo Antonio de León Lora, nació en el municipio de Yaguatae, República Dominicana, el 19 de enero de 1940.

Cursó sus estudios primarios y secundarios en la ciudad de San Cristóbal, recibiendo en junio de 1957 su diploma de Bachiller.

En el mismo año de 1957 inició sus estudios profesionales en la Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro" en Saltillo, Coah., México, recibiendo su título de Ingeniero Agrónomo en julio de 1962.

El 23 de julio inicia sus estudios de posgraduados en el Departamento de Industria Animal, del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A. en Turrialba, Costa Rica, becado por la Zona Sur de dicho Instituto, realiza sus trabajos de investigaciones durante nueve meses en el Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", en La Estanzuela Col. Uruguay, terminando sus estudios en Costa Rica en agosto de 1963.

AGRADECIMIENTO

El autor agradece a su maestro Dr. Jorge de Alba, y al Ing. M. A. Joel Maltos R., su acertada orientación técnica, para la realización de esta investigación. También agradece la colaboración prestada por los Drs. Osvaldo Paladines y Andrew Gardner, y todas aquellas personas que día a día pusieron su granito de arena con su ayuda física o moral, especialmente los "arrieros" que despertaron en mí, amor y respeto por los animales.

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION	1
MATERIALES Y METODOS	3
REVISION DE LITERATURA	6
RESULTADOS	14
DISCUSION DE RESULTADOS	22
SUMARIO Y CONCLUSIONES	25
SUMMARY AND CONCLUSIONS	28
LITERATURA CITADA	31
APENDICE	35

INDICE DE CUADROS

Cuadro N ^o		Página
1	Pesos inicial y a los 10 meses de prueba, y promedio de aumentos diarios por lote	14
2	Frecuencia de celos en lotes de animales bajo cada tratamiento	16
3	Número de servicios por Preñez	18
4	Porcentaje de pérdidas embrionarias y fetales en los primeros tres meses de gestación	20

INTRODUCCION

Los elementos minerales representan una pequeña porción del cuerpo animal. Sin embargo, son absolutamente esenciales para la vida. Integran las moléculas de las proteínas, se encuentran en muchas secreciones y líquidos del organismo, y son los responsables de la estructura o sea del cuerpo.

De estos elementos son de mayor importancia, aquellos que siendo deficientes en el forraje natural ocasionan trastornos nutricionales y fisiológicos de importancia económica para la ganadería.

En el mundo existen grandes áreas deficientes de fósforo en sus suelos, y la mayoría de las zonas de pastoreo producen forrajes en que son frecuentes tenores bajos en fósforo. Hay informes (14, 31) que indican la existencia de afosforosis en varias zonas del Uruguay dando la primer evidencia de la marcada deficiencia de fósforo en las praderas naturales del país. Este elemento es uno de los minerales más importantes para el crecimiento y reproducción de los animales, y es responsable de grandes pérdidas en las explotaciones ganaderas que tienen como único alimento el pasto natural o artificial, pues hay casos en que estos nos proporcionan los tenores en fósforo requeridos para una buena nutrición. Por tenor bajo en fósforo, se entienden un contenido menor de 0.15 de fósforo por 100 partes de materia seca del forraje.

Con estos antecedentes es importante determinar en que grado y forma se afecta la reproducción y crecimiento de animales que pastorean en áreas deficientes de fósforo.

En el presente estudio se utilizan dos formas de suplementación de fósforo para corregir esa deficiencia, y determinar su efecto sobre la eficiencia reproductiva, medida a través de:

1. Regularidad y frecuencia de celos
2. Número de servicios por preñez
3. Pérdidas embrionarias y fetales.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en el Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger" en un programa cooperativo de la Zona Sur del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A. y el gobierno Uruguayo.

Se usaron 90 vaquillonas Hereford de 18-20 meses de edad provenientes de tres estancias del departamento de Río Negro. Los animales pastorearon por dos meses y medio, alfalfa y pastos naturales, antes de comenzar el estudio en setiembre de 1962.

Se formaron 3 lotes o grupos con 30 cabezas cada uno, quedando las estancias representadas con igual número de animales en cada lote.

El experimento se llevó a cabo en un campo natural de 135 Ha. dividido en nueve potreros de 15 Ha. aproximadamente cada uno.

El terreno fue dividido en 3 bloques con 3 potreros cada uno, de acuerdo a la clase y tipo de suelo. Los tres grupos fueron sorteados al azar entre los tres potreros de cada bloque. Los tratamientos se distribuyeron por lotes, de la siguiente manera:

En lote 1.- Pastoreo de pradera natural más sal a voluntad (la única aportación de fósforo que los animales recibieron fue, el contenido en las especies nativas consumidas).

En lote 2.- Pastoreo de pradera natural más consumo a voluntad de hueso molido y esterilizado mezclada con sal en proporción de 2:3.

En lote 3.- Pastoreo de pradera natural fertilizada con superfosfato (de 20% de P_2O_5) más sal a voluntad.

La fertilización de cobertura con superfosfato de los tres potreros del tratamiento 3, se realizó con una máquina esparcidora a razón de 300 Kgs. Ha. tres meses antes de comenzar la prueba en mayo (otoño) repitiéndose al año con 150 Kgs. de superfosfato.

En los otros potreros no se realizó ninguna labor cultural, excepto cortes en segadora rotativa para eliminar malezas y pequeños arbustos. Tanto la sal como la mezcla de hueso molido y sal, se ofrecieron en bateas de concreto.

Los animales se observaron dos veces al día (de 10-11 A.M. y de 5-7 P.M.) llevándose un registro de los celos de cada animal durante los tres meses previos a la inseminación. Con estos datos se determinó la frecuencia y regularidad de celos en cada lote o grupo.

El período de inseminación duró del 27 de diciembre de 1962 al 30 de marzo de 1963. Las vacas observadas en celo por la mañana se inseminaron por la tarde y las observadas en la tarde, en la mañana siguiente. Para la inseminación se usaron seis toros y se trató en lo posible que sirvieran igual número de vacas por lote. Se llevó un registro de los servicios de cada vaca. Para determinar si existieron diferencias entre tratamientos, en el número de servicios por total de vientres y por preñez encontrada a los 40 y 90 días, por palpación. Los datos se agruparon en un diseño de bloques al azar, con desigual número de repeticiones.

El número de servicios por preñez, se calculó dividiendo el total de servicios de cada lote entre su número de vacas declaradas preñadas a los 40 y 90 días de gestación, y por el total de vientres de cada lote.

Las pérdidas embrionarias y fetales, se calcularon por dos métodos, uno descrito por Erb et al (10), en base a las diferencias en porcentaje de ciclos estruales de 18 a 25 días, antes y durante el período de inseminación, y el número de servicios repetidos en cada lote. Los servicios repetidos se calcularon como el total de servicios menos el total de concepciones (total de vacas preñadas a los 90 días más abortos observados).

Por el método directo, las pérdidas fetales (en porcentaje) se calcularon por la diferencia en el número de vacas que se palparon preñadas a los 40 días (siguiendo la técnica de Wisnicky y Casida (39) y a los 90 días de gestación. Los porcentajes son en base al total de vacas que se palparon preñadas a los 40 días. Se consideraron pérdidas a los tres meses, cuando el útero no presentaba un estado de preñez avanzada (ausencia de cotiledones) en comparación con la palpación a los 40 días. (Ver fctos 1 y 2 del Apéndice).

Se intentó en lo posible de que los aumentos de peso no fueran muy altos y fueran similares en cada lote. Para este objetivo se utilizaron vaquillas Holstein, en un sistema de "quita y pon" (put and take) a partir del 5 de enero de 1963.

Al inicio del estudio los animales se pesaron con ayuno previo de 12 horas. En adelante se continuaron pesando cada 28 días, rotándose entre sus correspondientes potreros, después de cada pesada.

Los datos que se presentan en este trabajo fueron levantados a través de los primeros 10 meses del experimento. La duración mínima del experimento será de tres años.

REVISION DE LITERATURA

La deficiencia de fósforo en el ganado vacuno fue observada y descrita por Le Vaillant en 1785 citado por Huffman (16). Los primeros estudios se presentan como observaciones en una forma general, resumiéndolo como desnutrición, y reducción en la productividad, sin determinar como y donde ocurren esas reducciones.

El principal síntoma visible que dio la alarma de afosforosis fue el apetito depravado por huesos y otros materiales, el entorpecimiento del movimiento en los cuartos posteriores y trastornos en las articulaciones de animales pastoreando en áreas deficientes (2, 21, 34, 36, 38) o en los que esta deficiencia fue producida artificialmente (7, 8, 16, 19, 27).

En varios trabajos se ha relacionado el nivel de fósforo en la sangre con la deficiencia de este mineral en los pastos naturales o en la ración, (2, 16, 19, 21, 27, 35) se ha encontrado que los animales que reciben suplementación de fósforo mantienen un nivel normal y más alto que los testigos no suplementados. El nivel de fósforo en la sangre está influenciado por cambios en el consumo de este mineral, por edad, preñez, lactancia (2, 16, 19, 23, 24, 27, 35) y es altamente variable entre animales y en un mismo animal a diferentes tiempos (16, 21, 23).

Probablemente el fósforo inorgánico en el plasma sanguíneo pueda ser usado como una medida para detectar deficiencias de fósforo del ganado en pastoreo, especialmente si no recibe suplementación. Sin embargo, hay casos de animales en los que el nivel de fósforo en la

sangre es normal aun cuando su dieta es completamente deficiente en este mineral (21).

En estudios en los que se producen deficiencias artificiales (16, 19, 27, 35) los niveles de este elemento mineral en la sangre son bajos, siendo precursos de estados crónicos de afosfrosis. El nivel de fósforo puede caer a un cuarto de lo normal, o estar por debajo de este valor, antes de que los animales presenten apetito de pravado, o la deficiencia pueda diagnosticarse clínicamente.

Knox (21) concluye que el contenido de fósforo en la sangre no da una idea exacta del avance de la carencia de este mineral en el animal, pues se pueden mantener niveles normales por algún tiempo, a expensas del mineral sacado de los huesos.

El contenido de fósforo en el forraje, está íntimamente ligado a varios factores ambientales, principalmente la precipitación pluvial, pues la carencia de este mineral se acentúa en el invierno y periodos secos (2, 4, 13, 15, 21, 25, 36). En áreas deficientes de Minesotta (9) encontraron que el promedio de parición se redujo en un 50% después de un período seco.

Es indudable la influencia del medio ambiente sobre la calidad de los pastos, especialmente las condiciones del suelo. Generalmente la aceptación del pasto por el ganado es baja, cuando la disponibilidad de los nutrientes minerales es limitada (17). En Texas encontraron una alta correlación entre el contenido de fósforo del pasto y el nivel de este mineral en el suelo (11).

En América Latina existen pocos trabajos sobre deficiencias minerales de pastos utilizados en alimentación del ganado. En la

revisión de literatura publicada por de Alba y Davis (5) se mencionan la existencia de algunos datos preliminares sobre deficiencias de fósforo en estos países.

Aparentemente existen zonas deficientes en Brasil, Paraguay, Venezuela, Uruguay y Colombia. En una serie de datos sobre el contenido mineral de los forrajes naturales del Uruguay (26), solo tres localidades de 21, dieron valores superiores a 0.20% de fósforo y en la mayoría de los departamentos los valores fueron inferiores a 0.15%. El contenido mínimo de fósforo en el forraje que se considera adecuado para una buena alimentación es del 0.15%.

Algunos trabajos experimentales (2, 12, 28, 37) indican la acción benéfica de la fertilización con superfosfato, en el incremento de la producción y contenido de fósforo del forraje. Reynolds y Wyche (28) obtuvieron un aumento de más del 100% en la producción y un incremento en el contenido de ácido fosfórico y proteínas del forraje del 50 y 20% respectivamente. Fertilizando el suelo con superfosfato. En Hawaii (37) determinaron que la fertilización con 500 lbs. de superfosfato (20% P_2O_5) por acre, aumento el contenido de fósforo del forraje, pero el aumento no fue suficiente para cubrir la necesidad de nutrición de los animales. En Texas (2) indican que la aplicación de 200 lbs. de superfosfato triple (de 48% P_2O_5) por acre, aumentó la producción y contenido de fósforo en el forraje por cuatro o cinco años, perdiendo la fertilización su efecto como fuente de fosforo para los animales, con el tiempo y la sequía. En el último año del experimento el contenido de fósforo del forraje, fue insuficiente para vacas lactando las cuales mostraron síntoma de afosforosis.

Varios trabajos demuestran la relación directa entre el contenido de fósforo de la ración y la producción de leche (8, 18, 29, 34, 35). Los requerimientos de este mineral se acentúan con la lactancia, siendo mayores que los requerimientos de mantenimiento (8, 16, 23, 35). Otros investigadores han estudiado la cantidad de fósforo que se requiere, en la ración para obtener una buena producción de leche (18, 29) en base al fósforo contenido o eliminado en la leche. Estos estudios han demostrado que una ración debe tener cantidades de fósforo dos o tres veces mayores que el fósforo eliminado en la leche (18). Theiler y asociados (34) obtuvieron un aumento de 40% en la producción de leche con vacas alimentadas en praderas deficientes de fósforo, cuando se las suplementó con hueso molido. Los mismos investigadores en un trabajo sobre requerimientos mínimo (35) encontraron grandes reducciones en la producción de leche al cambiar los animales, de una ración satisfactoria a otra baja en fósforo. En las áreas deficientes de Minesotta (8) la suplementación aumentó la producción de leche en un 50 y 146%.

Las irregularidades o supresión de los celos en los animales han sido asociadas por varios investigadores con carencia de fósforo (7, 19, 27, 35). Sin embargo Eckles y colaboradores (9) no encontraron disturbios en los ciclos estruales, aun cuando mantuvieron los animales por dos o tres años bajo una dieta deficiente en fósforo. Pero la eficiencia reproductiva se redujo, concluyendo que la baja parición y disturbios en los calores que ocurren bajo condiciones naturales en áreas deficientes de fósforo son probablemente debidas a deficiencias nutritivas en general que acompañan la

carencia de fósforo y no específicamente a ésta. Los mismos investigadores (27) posteriormente indican que la manifestación exterior de calores se suprime con una ración baja en fósforo pero sin interferir en la ovulación y disposición para la concepción.

Sometiendo los animales a una deficiencia más severa que en el ensayo anteriormente citado, Kleiber y Guilbert (19) encontraron irregularidades en los ovarios, como quistes e inactividad. La ausencia de celos, en estos casos (19, 27, 35) coincidió con la suspensión de aumentos de pesos y la presencia de apetito depravado. Trasternos en la preñez y al momento del parto han ocurrido como resultados de raciones bajas en fósforo (19, 27, 35). De 11 animales que Palmer et al (27) pusieron en prueba, tres dieron crías muertas y solamente cinco vacas tuvieron partos normales. Estos ensayos (19, 27, 35) no son de gran valor por el número reducido de animales en prueba, y por no incluir lotes testigos para establecer comparaciones.

New México (22) las pérdidas de vacas y becerros en la parición, fueron mayores en el grupo testigo. Este grupo también tuvo mayores problemas por retención de placenta, que los grupos suplementados con hueso molido mezclado con sal y fósforo disodio.

Los intervalos entre las pariciones, es afectado por una deficiencia de fósforo (2, 3, 6). En Sur Africa de 109 vacas suplementadas con hueso molido, 73 tuvieron 3 pariciones en período de 3 años, mientras que las 20 vacas del grupo testigo ninguna tuvo 3 pariciones en el mismo período (6).

Trabajos en los cuales se ha empleado suplementos para corregir deficiencias de fósforo, demuestran el efecto benéfico de éstos sobre la eficiencia reproductiva en general traducida en mayores porcentajes de pariciones (2, 3, 6, 20, 21) destete (2, 3, 21, 22) y ganancia de peso (1, 19, 21, 35) respecto a aquellos animales que solamente recibieron al fósforo contenido en los pastos.

Theiler y colaboradores (34) en 1924, dan la primera alarma del peligro de la deficiencia de fósforo, al obtener un aumento del 29% en las crías nacidas de animales que recibieron hueso molido como suplemento. En un estudio sobre los requerimientos mínimos de fósforo, los autores antes citados (35) produjeron una afosforosis artificial cuyos síntomas fueron idénticos a una enfermedad que ocurría en campos naturales de Africa del Sur, conocida como "Stiftsiekte". Demostraron además, que esta enfermedad se debe exclusivamente a carencia de fósforo, pues la adición de óxido de calcio a la ración baja en fósforo no modificó los efectos adversos, de la falta de este elemento. En New México (20) encontraron que la producción media anual de animales que recibieron suplementos minerales ricos en fósforo fue mayor en un 50% que la de aquellos que solo recibieron pastos pobres en fósforo.

Como un hecho secundario se ha determinado que en ciertos casos los cálculos urinarios están asociados con la deficiencia de fósforo y que la suplementación mineral previene y evita esta anomalía (4, 35).

La deficiencia de fósforo tiene un efecto acumulativo, pues cada año se van acentuando las fallas en la reproducción, especialmente

en el porcentaje de pariciones (2). La desnutrición y la baja reproducción por carencia de fósforo pueden ser corregidas cuando no se encuentran en estado avanzado (20). Produciendo afeosforosis artificial, los primeros síntomas del avance de la carencia de fósforo en el animal aparecen a los seis meses y al año la enfermedad está en una fase crítica (19, 35).

Los requerimientos de fósforo no son proporcionales al peso del cuerpo, sino más bien a la etapa de crecimiento (16, 23). La suplementación no influye en el peso al nacimiento (3), pero si en el peso al destete (2, 3, 20, 21, 22).

Varios investigadores han realizado estudios comparativos sobre métodos de suplementación. En un estudio realizado durante tres años (3) usando hueso molido y fósforo disódico soluble en agua, se encontraron de igual valor relativo ambas formas de suplementación cuando abastecían la misma cantidad de fósforo, los aumentos en la parición y al destete, fueron de 21 y 23%, respectivamente, sobre el grupo testigo. El fósforo dicalcio en base a igual cantidad es más efectivo como suplemento que el hueso molido y el fósforo disódico, pero es de poco valor práctico para las grandes explotaciones ganaderas pues no es soluble en agua. Para administrarlo es necesario mezclarlo con sal o un alimento apetecido por el ganado (1).

El fosfato disódico, es una fuente satisfactoria de fósforo cuando se disuelven aproximadamente 1.5 onzas (10 gr. de P_2O_5), en 5.8 galones de agua (1). En Texas (2) compararon tres métodos de suplementación al ganado de carne, por medio de fosfato disódico soluble en el agua de beber, hueso molido a voluntad, y

fertilización del suelo con superfosfato. Encontraron que la fertilización aumentó los pesos y número de animales vendidos por hectárea, pero las ganancias por acre y vaca favorecieron al fósforo disódico, debido al alto costo de fertilizante.

La deficiencia de fósforo, es una enfermedad muy peculiar al ganado vacuno. Los equinos no son muy susceptibles a los efectos de una ración baja en fósforo, aunque generalmente en las áreas deficientes de Africa del Sur cuando el ganado es afectado, los caballos son de poca estatura (30). El pastoreo en áreas deficientes afecta menos al ovino, esto ha sido atribuido, al volumen pequeño de su esqueleto y al hábito de pastoreo selectivo, de tejidos meristemáticos, que son los más ricos en fósforo (30).

RESULTADOS

El peso inicial, así como el peso a los 10 meses del inicio del estudio y el promedio de aumento diario de cada lote son presentados en el Cuadro Nº 1.

Cuadro Nº 1. Pesos inicial, y a los 10 meses de prueba, y promedio de aumentos diarios por lote.

	Lote 1 Con sal	Lote 2 Con hueso más sal	Lote 3 Fertilización más sal
Promedio de peso inicial 21 de agosto de 1962	264.48	268.16	267.77
Promedio de peso al 22 de junio de 1963	419.96	428.13	440.63
Promedio de aumento diario	0.509	0.524	0.566

El promedio de peso alcanzado por los animales hasta el 22 de junio de 1963, indica un excelente crecimiento para los tres tratamientos. En los tres primeros meses, los aumentos de pesos fueron de más de 1 Kg./día por animal, por lo que se decidió aumentar la carga de los potreros, agregando ocho vaquillas Holstein con igual promedio de peso a cada tratamiento en un sistema de "quita y pon" (put and take). Desde el inicio de la prueba se agregó una vaquilla Holstein, en los lotes 1 y 3, por tener potreros que pasaban de las 15 Ha., igualando así la presión de pastoreo con el lote 2. Hasta el séptimo mes del estudio, con igual carga, los aumentos de pesos

fueron más altos en los animales del lote testigo, con respecto a los suplementados con hueso. Al final del estudio se logró con el "put and take" que el promedio de peso del lote 2 fuera mayor que el lote testigo.

Es necesario aclarar que los tratamientos 1 y 3 tuvieron siempre la misma carga durante el estudio, mientras que en el lote 2 esta fue menor. Sin embargo, los promedios de aumentos diarios son mayores en lote de pradera fertilizada. Esto indica mayor disponibilidad de ferraje como resultado de la aplicación de superfosfato a la pradera natural. Las ocho vaquillas del "put and take" de este lote también lograron mayor promedio de peso al final del estudio con respecto a las del lote testigo.

En los cuatro primeros meses se observó una avidez en los animales del lote 2 por consumir la mezcla de hueso con sal. Esta apetencia disminuyó en los siguientes meses. El consumo del hueso molido mezclado con sal, fue de 25 grs. diarios por vaca, aproximadamente.

En el Cuadro Nº 2 se muestra la duración promedio de los ciclos estruales de los tres tratamientos. No se presentaron irregularidades en la frecuencia de celos en ninguno de los lotes.

El ciclo estrual de 21 días es el más frecuente en los lotes 1 y 2 en los que se presentó 21 y 27 veces, respectivamente. En el lote 3 no existe un ciclo modal definido. Teniendo ciclos de 19-20-21 días con frecuencias de 12-10-12 respectivamente. La frecuencia de ciclos estruales menores de 18 días, fue cinco, uno, y dos para los lotes 1, 2, y 3 respectivamente.

Cuadro Nº 2. Frecuencia de celos en lotes de animales bajo cada tratamiento.

Tratamientos	Nº de animales	Promedio	Desviación estandard	Coefficiente de variación	Ciclos estruales de 18-25 días
		días	días	días	%
<u>Lote 1</u>					
Ccn sal	29	21.7	8.3	38.22	85.00
<u>Lote 2</u>					
Hueso molido más sal	29	20.8	6.4	30.7	91.56
<u>Lote 3</u>					
Fertilización más sal	29	24.5	11.6	47.5	76.38

∇ En cada lote se eliminó una vaca por estar preñada.

En el lote 3 se observa una tendencia a saltar celos o no manifestarlos, pues el número de ciclos estruales mayores de 25 días, es superior que en los otros dos lotes. Los ciclos en el lote 3 fueron 75 en comparación con 85 y 84⁷ en los lotes 1 y 2, respectivamente. Esta pequeña diferencia se ve reflejada en los valores presentados en el Cuadro Nº 2.

En el Cuadro Nº 3 se ve el número de servicios requeridos por preñez. Las diferencias que se observan entre tratamientos no son significativas.

En el lote 2 no hubo diferencia en el número de vacas declaradas preñadas a los 40 y 90 días de gestación, por eso, su promedio

de servicio, como el porcentaje de vacas preñadas al primer servicio, son los mismos en cada columna del Cuadro Nº 3.

En el lote 3 existe una tendencia de mayor fertilidad, con respecto a los otros dos lotes. El número de vacas preñadas al primer servicio es superior a los dos lotes restantes, especialmente al testigo.

Es importante observar, que en un hato con altos porcentajes de vacas preñadas al primer servicio, el período de empadre y parición se acorta. Esto facilita un manejo más uniforme, que en las grandes explotaciones ganaderas, significa ahorro de tiempo y trabajo.

En los dos primeros meses del período de inseminación, los animales perdieron pesos, debido a su traslado de los potreros al lugar de inseminación, a la baja productividad de la pradera en el verano y al aumento de la carga en los potreros con las vaquillas usadas en el "put and take" en este período. Estas condiciones adversas afectaron mas a los lotes 1 y 2 que al lote de pradera fertilizada. Probablemente la diferencia en el nivel alimenticio durante este período, influyó en los datos presentados en el Cuadro Nº 3. Wiltbank (40) demuestra el efecto benéfico de una ración de alto nivel energético durante la época de empadre, en el promedio de servicios y porcentajes de vacas preñadas al primer servicio.

Es importante mencionar que en cada lote, las vacas que fueron servidas con semen del toro de más baja fertilidad, siempre volvieron a servicio, mientras que al toro más fértil, solo le retornaron las vacas del lote testigo.

Cuadro Nº 3. Número de Servicios por Preñez.

Tratamientos	Nº de animas les	Preñez declarada por palpación a los 40 días después del último servicio			Preñez declarada por palpación a los 90 días después del último servicio						
		Nº de vicios	Nº de vien- tres	%	Nº de vien- tres	%	Nº de vien- tres	%			
<u>Lote 1</u>											
Con sal	28	1.85	1.81	15	53	55	2.26	2.13	13	46	48
<u>Lote 2</u>											
Hueso molido más sal	28	43	1.53	1.53	18	64	64	1.53	1.53	18	64
<u>Lote 3</u>											
Fertilización más sal	28	41	1.46	1.40	21	75	77	1.57	1.46	21	77

x En cada lote se eliminaron 2 vacas por preñez accidental y enfermedad.

Pérdidas Embrionarias y Fetales. (Según el método de Erb y Holtz (10)).

En el lote testigo de 52 servicios totales, 28 fueron servicios repetidos. El 85.00% y 75.00% de los ciclos estruales, antes y dentro de la inseminación respectivamente, fueron de intervalos de 18-25 días. La estimación de mortalidad embrionaria es $28 \times \frac{(85.00 - 75.00)}{100} = 2.80$ pérdidas en las 28 vacas del lote.

En el lote 2, el 91.56% y 93.33%, de los ciclos estruales antes y durante la inseminación respectivamente fueron de intervalos de 18-25 días. En este grupo los celos antes de la inseminación fueron más irregulares, que dentro de ella. La diferencia entre porcentajes de ciclos es negativa, por lo que las pérdidas embrionarias se consideran como cero.

En el lote 3, de 41 servicios totales, 15 fueron servicios repetidos. El 76.38% y 73.33 y de los ciclos estruales antes y dentro de la inseminación, respectivamente, fueron de intervalos de 18-25 días. La estimación de mortalidad embrionaria es $\frac{15(76.38-73.33)}{100} = 0.45$ pérdidas en los 28 animales de este lote.

Estas pérdidas como las fetales entre 40 y 90 días de gestación son presentadas, en el Cuadro Nº 4. Ambos valores acusan una misma tendencia de menor fertilidad en el lote testigo.

Las pérdidas embrionarias arrojan valores menores, pero con la misma tendencia entre los lotes, respecto a las pérdidas fetales entre los 40 y 90 días de gestación. Esta menor pérdida se debe a la poca exactitud del método de Erb y Holtz (10) cuando es usado en un número reducido de animales. Como el método se basa en la comparación de la longitud entre períodos estruales, si una vaca que ha

Cuadro N^o 4. Porcentaje de pérdidas embrionarias y fetales en los primeros tres meses de gestación.

Tratamientos	N ^o de animales	Pérdidas embrionarias	Vacas Preñadas				Pérdidas fetales entre 40 y 90 días de gestación	
			N ^o	%	N ^o	%		
			Palpación a los 40 días después del último servicio	Palpación a los 90 días después del último servicio				
Lote 1			N ^o	%	N ^o	%	N ^o	%
con sal	28	10.00	27	96.43	23	82.15	4	14.81
Lote 2								
Hueso molido más sal	28	0.00	28	100.00	28	100.00	0	0.00
Lote 3								
Fertilización más sal	28	1.60	28	96.43	26	92.86	1	3.70

† Dos animales excluidos en cada lote por enfermedad y preñez accidental antes del servicio artificial.

†† Usando el método de Erb y Holtz (10).

††† Pérdidas en base al total de vacas preñadas a los 40 días.

reabsorbido su feto, no manifiesta celos e una preñada los presenta, el número reducido de observaciones hace que los promedios sean afectados considerablemente.

En el lote testigo una vaca que tuvo una pérdida fetal entre las palpaciones de 40 y 90 días, no manifestó celos después de su último servicio. La ausencia de este celo, impide que el porcentaje de los ciclos de 18-25 días, dentro de la inseminación disminuya, y que la diferencia entre los porcentajes de ciclos antes y dentro de la inseminación sea más grande y den valores de 11.16% de pérdidas embrionarias.

El total de ciclos estruales observados en los lotes 1, 2 y 3, dentro de la inseminación fue de 28, 15, 15 de los cuales siete, uno y cuatro respectivamente, fueron mayores de 25 días. En cada lote una vaca mostró celos estando preñada, estos celos se presentaron a intervalos irregulares después del servicio.

De las cuatro vacas del lote testigo que tuvieron pérdidas entre los 40 y 90 días de preñez, dos completaron su reabsorción a los tres meses, una a los cuatro meses y la otra arrojó envolturas fetales a los cinco meses de haberse inseminado.

DISCUSION DE RESULTADOS

Ganancias de Pesos

En el presente estudio los animales constantemente ganaron peso, excepto al comienzo de la inseminación. Esto indica que no hubo efecto de deficiencia de fósforo en los aumentos de pesos. Se ha demostrado que animales estabulados con dieta deficiente de fósforo suspenden sus aumentos de pesos, después de los seis meses (19, 35). Esa condición de dieta deficiente, probablemente no se presentó durante el estudio, especialmente en los tres primeros meses. Aun con pastos de tenores bajos en fósforo, la poca carga y rotación entre los potreros permitía a los animales seleccionar las partes jóvenes más ricas en fósforo y almacenar en su organismo cantidades suficientes de este mineral para cubrir sus requisitos de crecimiento y mantenimiento por varios meses. Por lo tanto las diferencias en ganancias de pesos, que muestra el Cuadro Nº 1, no se pueden atribuir a efecto directo del fósforo. Las mayores ganancias de peso del lote 3 se deben al efecto de la fertilización, sobre la productividad de la pradera. La diferencia entre los lotes 1 y 2 es por error al tratar de igualar los aumentos de peso con el sistema de "quita y pon" (put and take). Es indudable que en años futuros la carga del tratamiento 3 debe ser mayor para evitar una mayor selección del forraje, por los animales bajo este tratamiento.

Frecuencias de Celos

El lapso de tiempo transcurrido del inicio de la pradera, hasta que se registraron los datos de celos no es suficiente aun recibiendo

los animales una dieta deficiente de fósforo, para que se presente una deficiencia de este mineral, que pueda afectar las frecuencias de sus celos (9, 19). Con este antecedente no podemos afirmar que las diferencias que se observan entre lotes en el Cuadro N^o 2 se deban a efecto de tratamiento. La tendencia en los animales del lote 3 de no manifestar celos se podría atribuir al azar. Pero existe la posibilidad de que la mejor alimentación de los animales del lote 3 ó el consumo de treboles que contienen estrógenos sea responsable de la diferencia que se observa en este lote. Aunque las diferencias en los aumentos de pesos entre los tres lotes, antes de la inseminación fue pequeña, en el lote de pradera fertilizada, hubo una diferencia en la calidad del pasto consumido, pues la población de leguminosas en los potreros del lote 3, fue superior a la de los otros potreros sin fertilizar.

Número de Servicios por Preñez

Es notorio el comportamiento diferente de los animales del lote 3 con respecto a los otros dos lotes, en su frecuencia de celos y servicios por preñez. A pesar que las diferencias entre lotes que presenta el Cuadro N^o 3 no son significativas, el número de vacas preñadas al primer servicio, en el lote de pradera fertilizada es superior que en los otros dos lotes. Posiblemente la mayor fertilidad de este lote se debe al mayor peso de sus animales y la mejor alimentación durante el período de inseminaciones (40). Sin embargo la excelente condición física de las vacas en todos los lotes, hace pensar que las diferencias observadas son atribuibles a los tratamientos de suplementación de fósforo. Esta posibilidad es confirmada por el

hecho que al toro más fértil, solo le retornaron a servicio las vacas del lote testigo.

Pérdidas Embrionarias y Fetales

Las pérdidas embrionarias y fetales demuestran claramente que un estado de gordura y crecimiento no puede ser usado como un criterio para predecir el grado de avance de una deficiencia de fósforo para la reproducción. A pesar de que las ganancias de pesos indican que los animales llenaron sus requisitos de fósforo para mantenimiento y crecimiento, el pasto natural que consumía el lote testigo, no proporcionó una cantidad suficiente de fósforo, para cubrir las necesidades de este mineral al principio de la preñez. También se observa que las diferencias entre el lote testigo y los suplementados, se acentúan más con la gestación que en los resultados de frecuencias de celos y servicio por preñez. Estos resultados de pérdidas fetales estarán sujetos a cambios en los seis meses siguientes de gestación. La magnitud de las pérdidas en cada lote, será confirmada por sus respectivos porcentajes de cría. Sin embargo estos primeros datos, indican que el porcentaje de parición del lote testigo será menor, con respecto, a los lotes suplementados con fósforo. Estos resultados concuerdan con los encontrados con otros investigadores (2, 3) al usar el hueso molido y fertilización de la pradera, como fuentes de fósforo.

SUMARIO Y CONCLUSIONES

El experimento se realizó en La Estanzuela, Uruguay de agosto de 1962 a junio de 1963, con el propósito de determinar el efecto de dos métodos de suplementación de fósforo sobre la eficiencia reproductiva de vaquillas Herefords. Se usaron 90 vaquillas de 18-20 meses de edad y se formaron tres lotes de 30 cabezas cada uno, con 45 Ha. de pradera natural divididas en tres potreros de 15 Ha. aproximadamente. Dos lotes pastorearon en pradera natural sin fertilizar. El lote 1 recibió sal a voluntad sin suplementación. El lote 2 tuvo acceso a hueso molido mezclado con sal a voluntad. El lote 3 pastoreó en pradera natural fertilizada con superfosfato y recibió sal a voluntad.

Los animales se pesaron cada 28 días y se rotaron entre sus correspondientes potreros después de cada pesada. Del 5 de enero del año de 1963 en adelante se usaron vaquillas Holstein en un sistema de "put and take" para reducir las ganancias de peso. Los tratamientos 1 y 3 tuvieron siempre la misma carga, mientras que en el lote 2 se redujo la carga de vaquillas Holstein, para compensar los menores aumentos que se venían obteniendo en este lote.

Los tres lotes se observaron diariamente y se llevó un registro de los celos de cada vaca por lote en los tres meses previos a la inseminación. El período de inseminación fue del 27 de diciembre al 30 de marzo. Se anotaron los servicios de cada vaca agrupándose por lote, en un diseño de bloques al azar.

Se hicieron dos palpaciones rectales de los órganos reproductivos una a los 40 días y otra a los 90 días después del último servicio de cada vaca. Las pérdidas fetales se calcularon por las diferencias en el número de vacas preñadas en las dos palpaciones y las pérdidas embrionarias y fetales siguiendo la técnica de Erb y Holtz (10).

Los aumentos de pesos fueron mayores en el lote 3, seguido por el 2 y 1.

No se presentaron irregularidades en la frecuencia de celos en ninguno de los tres lotes. Aunque en el lote 3 se presentaron más ciclos estruales de más de 25 días que en los otros lotes. El total de ciclos estruales observados en los lotes 1, 2, 3 fue de 85, 84 y 75 de los cuales el 85, 91 76% respectivamente fueron de intervalos de 18-25 días.

El total de servicios en los lotes 1, 2, 3 fue de 52, 43 y 41 respectivamente. El promedio de servicios por vaca preñada fue de 2.26, 1.53, 1.57 en los lotes 1, 2, 3 y el número de vacas preñadas al primer servicio fue de 13, 18, 21 respectivamente. Estas diferencias entre lotes no fueron significativas.

En los lotes 1, 2, 3 el número de vacas preñadas en la segunda palpación fue de 23, 28, 26 respectivamente. En el lote 2 no hubo pérdidas durante los primeros 90 días de gestación, en los lotes 1 y 3 las pérdidas durante este período determinadas por el método de Erb y Holtz (10) fueron de 10.00 y 1.60% y las encontradas entre las dos palpaciones fue de 14.81 y 3.70% respectivamente.

Con los datos obtenidos en este estudio se concluye que:

1. La fertilización, como el hueso molido, fueron dos fuentes satisfactorias de fósforo para la reproducción.
2. La frecuencia de celos y aumentos de pesos no fueron afectados por los tratamientos de fósforo.
3. La eficiencia reproductiva del lote testigo fue inferior, respecto a las de los lotes suplementarios con fósforo.

Los resultados de este experimento son similares a los encontrados por otros investigadores. Sin embargo es necesario que estos resultados se repitan en los dos próximos años del estudio para poder tener conclusiones definitivas y dictar recomendaciones de uso práctico.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

An experiment was conducted at La Estanzuela, Uruguay, from August 1962, to June 1963, with the purpose of determining the effect of two methods of phosphorus supplementation on the reproductive efficiency of Hereford cows.

Ninety Hereford heifers, 18-20 months of age, were used, being divided into three groups, of 30 head. Each group was grazed on 45 hectares of native pasture, divided into three paddocks, each approximately 15 hectares. Two of the groups grazed on unfertilized pasture. The first group received salt ad libitum, without other supplementation. The second group had access to a bone meal/salt mixture, ad libitum. The third group was grazed on native pasture fertilized with superphosphate, and received salt ad libitum.

The animals were weighed every 28 days, and rotated within their respective paddocks after each weighing. From January 5 onward, Holstein heifers were used in a system of "put and take", to reduce weight gains. Groups 1 and 3 always had the same stocking rate while the stocking of Group 2 was at a lower rate, in an effort to equalize all gains.

The three groups were observed daily, and a record was kept of the estrus of each cow during the three months prior to insemination. The artificial insemination period was from December 27 to March 30. The service of each cow was noted, and the records for cows within each group combined in a randomized block design.

Rectal palpations of the reproductive organs were conducted, one 40 days and the other 90 days after the last service of each cow. Fetal losses were calculated from the difference in number of pregnant cows recorded at the two palpations. Embryonic and fetal losses were determined by the method of Erb and Holtz (10), also.

Weight gains were greatest in Group 3, followed by Group 2 and 1. There was no evidence of irregularity in the frequency of estrus in any of the groups although the cows of group 3 presented more estrual cycles over 25 days than the other two groups. Total numbers of estrual cycles observed in Groups 1, 2 and 3 were 85, 84, and 75 respectively, of which 85, 91 and 76 per cent, respectively, were of 18-25 days interval.

The total numbers of services in Groups 1, 2 and 3 were 52, 43 and 41 respectively. The average number of services per cow pregnant was 2.26, 1.53, and 1.57 in Groups 1, 2 and 3 respectively, while the number of cows which conceived from the first service was 13, 18 and 21. These differences between groups were not significant.

The number of cows pregnant at the second palpation was 23, 28 and 26 for Groups 1, 2 and 3 respectively. In Group 2 there were no losses during the first 90 days of gestation. In Groups 1 and 3 the losses during this period, determined by the method of Erb and Holtz (10) were 10.00 and 1.60 per cent, while the losses occurring between the two palpations were 14.81 and 3.70 per cent respectively.

From the results obtained in this study it is concluded that:

1. Both fertilization and bone meal were satisfactory sources of phosphorus for reproduction.

2. The frequency of estrus and weight gains were not affected by the phosphorus treatments.
3. The reproductive efficiency of the control group was inferior when compared with the two groups supplemented with phosphorus.

The results of this experiment are similar to those found by other investigators. However, these results should be repeated in the next two years in order to have definite conclusions and be able to offer stronger practical recommendations.

LITERATURA CITADA

1. BEKKER, J. G. Studies on mineral metabolism. XXIV. On the administration of phosphorus to animals through their water supply. Union So. Africa Dept.
2. BLACK, W. H. & et al. Comparison of methods of supplying phosphorus to range cattle. U.S.D.A. Tech. Bull. no 981. 1949. 22 p.
3. _____ Effect of phosphorus supplements on cattle grazing on range deficient in this mineral. U.S.D.A. Tech. Bull. 856. 1943. 23 p.
4. DAVISON, W. B. Nutritional deficiency diseases; their sources and effects. Cand. Jour. Compar. Med. 9:155-162. 1945.
5. De ALBA, J. & DAVIS, G. K. Minerales en la nutrición animal de América Latina. Turrialba 7(1-2):16-33. 1957.
6. Du TOIT, P. J. & BISSCHOP, J. H. R. The breeding of cattle on phosphorus deficient veld. Union of So. Africa. Dir. Vet. Serv. and Animal Ind. 15th Ann. Rep. 1929. pp. 1059-1166.
7. ECKLES, C. H., BECKER, R. B. & PALMER, L. S. A mineral deficiency in the rations of cattle. Minn. Agric. Expt. Station Bull. 229. 1926.
8. _____, GUILLICKSON, T. W. & PALMER, L. S. Phosphorus deficiency in the rations of cattle. Minn. Agr. Expt. Sta. Tech. Bull 91. 1932. 118 p.
9. _____ & et al. Effect of uncomplicated phosphorus deficiency on estrus cycle, reproduction, and composition of tissues of mature dairy cows. Cornell Veterinarian 25:22-43. 1935.
10. ERB, R. E. & HOLTZ, E. W. Factors associated with estimated fertilization and service efficiency of cows. J. of Dairy Sci. 41:1541-1552. 1958.
11. FRAPS, G. S. & FUDGE, J. F. Chemical composition of soils of Texas. Texas Agr. Exp. Sta. Bull. 549. 1937.
12. _____ FUDGE, J. F. & REYNOLDS, E. B. Effect of fertilization of a crewley clay loam on the chemical composition of forage and carpet grass. "Axonopus affinis". J. Am. Soc. Agron. 35:560-566. 1943.

13. FRENCH, M. H. & CHAPARRO, L. M. Contribución al estudio de la composición química de los pastos en Venezuela durante la estación seca. *Agronomía Tropical (Venezuela)* 10(2): 57-69.
14. FYNN, C. A. La descalcificación de los campos en algunas zonas del Uruguay. Los suplementos alimenticios minerales. Montevideo, Uruguay. Universidad. Facultad de Agronomía. *Revista* 21:15-61. 1940.
15. HART, G. H. Y GUILBERT, H. R. Factors influencing percentage calf crops in range herds. *Calif. Agr. Exp. Sta. Bull.* 458. 1928.
16. HUFFMAN, C. F. & et al. Phosphorus requirement of dairy cattle when alfalfa furnishes the principal source of protein. *Michigan Agric. Exp. Sta. Tech. Bull.* 134. 1933. 41 p.
17. JONES IORWORT, L. L. Measurement of palatability. In *International Grassland Congress, 6th, August 17-23, 1952. Proceedings.* State College, Pa., Pennsylvania State College, 1952? pp. 1348-1353.
18. KELLNER, O. Die ernahrung der landwirtschaftlichen nutztiere Ed. 4, Berlin. (Original no consultado. Citado en *Ohio Agr. Exp. Sta. Tech. Bull.* 5. 1924. p. 421).
19. KLEIBER, M. H. & GUILBERT, H. R. Phosphorus deficiency metabolism and food utilization in beef heifers. *J. of Nutrition.* 12:121-153. 1936.
20. KNOX, J. H., WATKINGS, W. E. The use of phosphorus and calcium supplement for range livestock in New México. *N. M. Agr. Exp. Sta. Bull.* 289. 1942. 18 p.
21. _____, BENNER, J. W. & WATKINGS, W. E. Seasonal calcium and phosphorus requirements of range cattle as shown by blood analyses. *N. M. Agr. Exp. St. Bull.* 282. 1941. 28 p.
22. LANTOW, J. L. The assimilations of calcium and phosphorus from different mineral compounds and their effect on range cattle. *N. M. Agr. Exp. St. Bull.* 214. 1933. 30 p.
23. MAYNARD, L. A. *Animal nutrition.* 5th ed. New York, McGraw-Hill, 1962. Chapter 7, 15, 16.
24. MEIGS, E. B., BLATHERWICK, N. R. & CARY, C. A. Contributions to the physiology of phosphorus and calcium metabolism as related to milk secretion. *J. Biol. Chem.* 37:1-75. 1919.

25. NELSON, A. B. & et al. Supplemental phosphorus requirement of range beef cattle, in North, Central, and Southeastern Oklahoma. Oklahoma, Agr. Exp. St. Tech. Bull. 154. 1955. 16 p.
26. NORES, J. G. Contenido de algunos elementos trazas en praderas naturales, Uruguayas. Montevideo, Uruguay. Universidad. Facultad de Agronomía. Revista 35:23-35. 1944.
27. PALMER, L. S. & et al. The effect of rations deficient in phosphorus and protein on ovulation estrous and reproduction of dairy Sc. 24(3):199-210. 1941.
28. REYNOLDS, E. B. & WYCHE, R. H. Effect of fertilizers and time on yield, protein content and phosphoric acid content of pasture forage. Texas Agr. Exp. St. P. R. 1039. 1946.
29. ROSE, A. R. A study of the metabolism and physiological effect of certain phosphorus compounds with milch cows II. N. Y. (Geneva) Agr. Exp. St. Tech. Bull. 20 1912.
30. RUSSELL, F. C. & DUNCAN, D. L. Minerals in pasture deficiencies and excesses in relation to animal health. Com. Bureau of An. Nut. Tech. Comm. 15. 1956. p. 150-153.
31. SPANGENBERG, G. E. Importancia de las deficiencias minerales en nuestras praderas naturales. Montevideo, Uruguay. Universidad. Facultad de Agronomía. Revista 36:932. 1944.
32. STANLEY, E. B. & HODGSON, C. W. Seasonal changes in the chemical composition of some Arizona range grasses. Ariz. Agr. Exp. St. Tech. Bull. 73. 1930. 23 p.
33. THEILER, A., GREEN, H. H. & Du TOIT, P. J. Studies in mineral metabolism. III. Breeding of cattle on phosphorus deficient pastures. J. Agr. Science 18:369-371. 1928.
34. _____, GREEN, H. H. & Du TOIT, P. J. Phosphorus in the livestock industry. J. Dept. Agr. Union of S. Africa. 8:460-504. 1924.
35. _____, GREEN, H. H. & Du TOIT, P. J. Minimum mineral requirements in cattle. J. Agr. Sci. 17:291-314. 1927.
36. TUFF, P. Osteomalacia and its occurrence in cattle in Norway. Proc. World Dairy Congress 2:1494-1501. 1933.

37. YOUNGE, O. R. & OTAGAKI, K. K. The variation protein and mineral composition of Hawaii range grasses and its potential effect on cattle nutrition. Hawaii. University. Bull. 119. 1958. 27 p.
38. WELCH, H. Bone chewing by cattle. Mont. Agr. Exp. St. Cir. 122. 1924.
39. WISNICKY, W. & CASIDA, L. E. A manual method for diagnosis of pregnancy in cattle. J. Am. Vet. Med. Assoc. 113:451.452. 1948.
40. WILTBANK, J. N. & et al. Effect of energy level on reproductive phenomena of mature Hereford cows. Journal Animal Science 21:2-219-225. 1962.

APENDICE

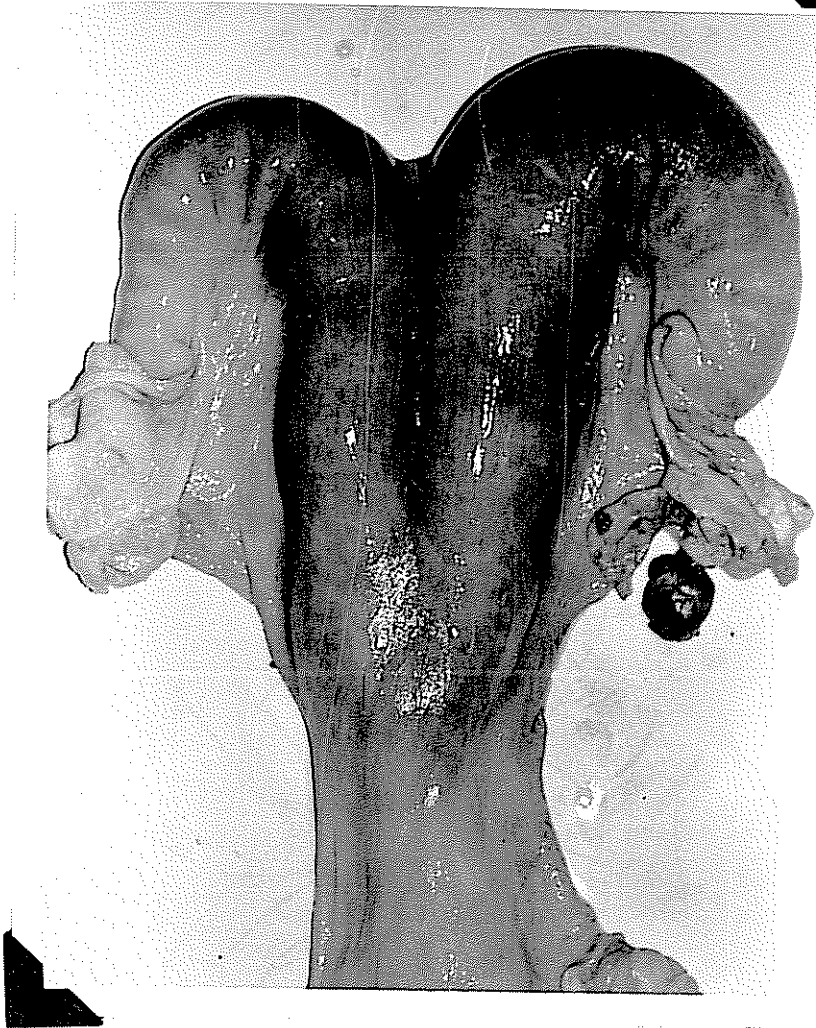


Foto Nº 1. Útero de una vaca con una preñez de 40 días. Nótese el mayor tamaño del cuerno derecho del útero que alberga el embrión. (Foto cortesía Dr. J. de Alba, Jefe del Departamento de Industria Animal).



Foto No. 2. Embrión de 40 días de edad, dentro de su vesícula amniótica. Las otras membranas que cubren al embrión son el corion y alantoides. (Cortesía del Dr. Jorge de Alba, Jefe, Departamento de Industria Animal).