



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA

**INVESTIGACION Y DESARROLLO DE UN SUBSTITUTO DE LECHE
PARA LA CRIA ARTIFICIAL DE BECERROS**

T E S I S

Que para obtener el titulo de:

QUIMICO FARMACEUTICO BILOGO

P r e s e n t a :

MARIO DIAZ CASTAÑEDA

M-21660

México, D. F.

1980



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS.....

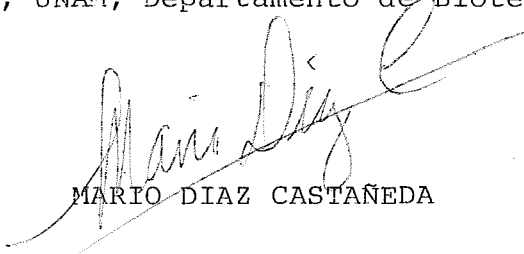
Muchas de las ideas y logros del presente trabajo, no hubieran sido posibles sin la ayuda de tantos de mis compañeros y amigos, al M. en C. Pablo Pérez-Gavilán Escalante, al M.V.Z. Rubén Alvarez Barajas, a Víctor, Ileana, Javier Eduardo, Jorge, Jesús, Miguel Angel y Norma, a todos ellos gracias por su amistad y ayuda.

JURADO ASIGNADO

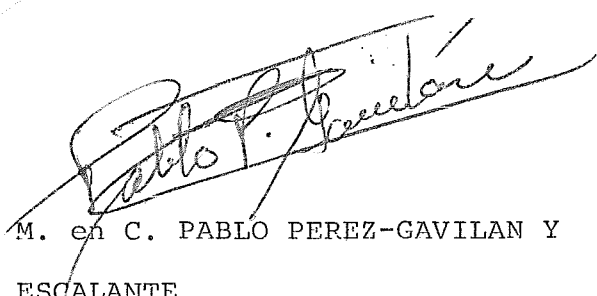
PRESIDENTE	PAULINA J. CASTRO ARDON
VOCAL	PABLO PEREZ-GAVILAN Y ESCALANTE
SECRETARIO	RUBEN BERRA GARCIA COSS
1ER SUPLENTE	MA. DOLORES LASTRA AZPILICUETA
2o. SUPLENTE	EDUARDO BARZANA GARCIA

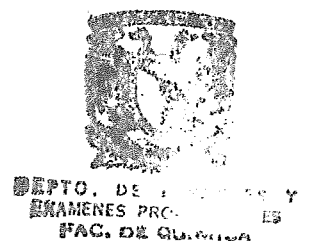
SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM, Departamento de Biotecnología

SUSTENTANTE


MARIO DIAZ CASTAÑEDA

ASESOR DEL TEMA


M. en C. PABLO PEREZ-GAVILAN Y
ESCALANTE



Dedico este trabajo a mis padres,
a Mavi, Rocío Y Fabiola, a Lety,
a Didier y a todos mis amigos por
su cariño y comprensión.

CONTENIDO

1. Introducción
2. Antecedentes
3. Objetivos
4. Métodos
 - 4.1 Generalidades
 - 4.2 Diseño Experimental
 - 4.3 Dietas
 - 4.4 Manejo de los Animales
 - 4.5 Análisis Estadístico
5. Resultados y Discusión
6. Conclusiones
 - 6.0 Proyecto
 - 6.1 Antecedentes
 - 6.2 Resumen
 - 6.3 Mercado Potencial
 - 6.4 Instalaciones
 - 6.5 Manejo de los Animales
 - 6.6 Planta de Producción de Substitutos de Leche
 - 6.7 Administración
 - 6.8 Rentabilidad
7. Bibliografía

1. Introducción.

INTRODUCCION.

Marginado y abandonado por un modelo de país que optó por la industrialización y la concentración urbana, el campo mexicano sufre una profunda crisis que se agravó durante los últimos quince años. El país se encuentra, de este modo cada vez más proclive al riesgo de tener que exportar petróleo para comprar alimentos, cancelando tal vez con ello, su última opción hacia un desarrollo independiente.

Esta crisis del sector agropecuario, es un obstáculo para el desarrollo del país, ha provocado graves desajustes en la economía mexicana, estimulando con ello la inflación y poniendo consiguientemente en peligro la posibilidad de alcanzar la autosuficiencia alimentaria y comprometiendo la independencia política de México.

A causa de esto, las necesidades de tecnología, recursos, organización, eficiencia que requiere nuestro país son inmensas, esto no debiera ser sino un estímulo continuo para nuestra vida profesional.

Hoy los alimentos son un arma estratégica. Una nación como México, sin alimentos, queda al albedrío de quienes los poseen. Debe preocuparnos que cada vez más, la producción de alimentos esté controlada por empresas extranjeras.

Esperamos para un futuro cercano, que el problema agropecuario de México, sus implicaciones políticas, su relevancia social y trascendencia económica reciban la atención que merece desde hace décadas.

Mientras tanto, debemos preparar aquellos elementos científicos y tecnológicos que nos permitirán estar preparados para encontrar nuestras propias soluciones a los graves e inaplazables problemas que aquejan a tantos de nuestros compatriotas.

Tenemos un objetivo en mente a lo largo de la presente investigación: encontrar un sistema de crianza que, empleando un sustituto de leche elaborado de acuerdo a las condiciones imperantes en la industria láctea del país, haga más económica y accesible la recría de becerras de reemplazo y simultaneamente, vuelva atractiva la cría de becerros de razas lecheras, permitiendo con ello aprovechar el potencial de carne que estos representan.

La pregunta que nos viene en mente es: ¿Cuál es la importancia de contar con un sustituto de leche de calidad y un sistema de crianza adecuados a los recursos y necesidades del país? La respuesta se infiere al conocer los siguientes datos:

1. México importó en el año de 1979, 102,000 toneladas de leche deshidratada, evaporada y condensada; con valor de 59,363,000.00 dolares USCY y 15,000 toneladas de grasa butírica con valor de 15,000,000.00 de dolares USCY.
2. En el año de 1976, se importaron bovinos de alto registro por valor de 460,000,000.00 de pesos, de los cuales el 80% correspondió a vaquillas de reemplazo. En este año, continuamos importando un número cada vez mayor de animales de menor calidad a un precio cada vez más elevado ("Comercio Exterior" IMCE, enero-febrero 1980).
3. La alimentación es el rubro más importante en la cría de becerras de reemplazo, absorbiendo el 76.8% del costo total de la crianza. Este porcentaje es aún mayor en el caso de la cría de becerros para abasto.
4. No existen por ahora, en el mercado de nuestro país, sustitutos de leche con integra calidad, sus elevados precios desalientan aún más su empleo por parte de las pequeñas y medianas explotaciones lecheras.

Resumiremos diciendo que en México, existe un déficit cada vez mayor de:

1. Leche.
2. Grasa butírica.
3. Becerras de reemplazo.

El acceso a un método que permita hacer de la recría de becerras un proceso más económico, nos permitirá indudablemente solucionar este problema y una vez lograda la autosuficiencia en reemplazos, podremos solucionar a mediano plazo la urgente necesidad de elevar la producción de leche y grasa butírica, permitiéndonos simultáneamente mejorar la calidad genética y aumentar la población de hato lechero nacional.

Previamente a 1976, la posibilidad de importar reemplazos a precios aún más bajos que los obtenidos al criarlos en el país, trajo como consecuencia que en México no se promoviera el desarrollo de centros y sistemas de recría adecuados a las necesidades del país.

No obstante a partir de la devaluación de 1976, los precios de la vaquillas de importación se duplicarón, creando así una situación favorable para la cría de reemplazo en nuestro país. Precisamente en el mes de diciembre de 1979, los primeros centros de recría que funcionaban en el país comenzaron a producir vaquillas de reemplazo de la misma calidad genética que las importadas, a precios que iban de un 50% a un 60% de estas últimas.

Sin importar lo favorable de esta coyuntura, un gran número de becerrerías aptas para ser criadas, fueron enviadas al rastro, esto podemos asegurarlo, sabiendo que cada año nacen 600,000 becerrerías que se convertirán en al menos 500,000 vaquillas, éstas sumadas a las aproximadamente 20,000 vaquillas importadas anualmente, descontando un 20% a 25% de desecho del hato lechero, sería suficiente para

hacer crecer este en más de un 20% anual, sin embargo, el Censo Ganadero, nos indica que en los últimos años, la población del hato lechero no sólo no ha crecido, sino que incluso ha disminuído. A sabiendas de esta situación, podemos reafirmar que se está sacrificando la posibilidad de alcanzar la autosuficiencia en un producto que, como la leche y sus derivados es estratégicamente clave en la salud y en la economía del país. (Datos tomados de "El Extensio- nismo Pecuario en la situación actual de la Ganadería Nacio- nal y en su proyección para 1983, SAG, 1976).

¿Cómo podemos explicar esta situación? La falta de substitutos de leche adecuados y económicamente accesibles es sin duda uno de los problemas más trascendentes detecta- dos.

La producción de leche en México.

La magnitud de esta producción se estima entre 15 y 17 millones de litros al día. es decir, entre 5,500 y 6,200 millones de litros anuales, (81) estas cifras dan, una idea más precisa, si se considera que el mexicano consume diariamente 300 mililitros de leche promedio, siendo que la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) recomienda un mínimo de 500 mililitros para cubrir el aporte nutritivo necesario. Si a esto agregamos que el 30 por ciento de la población rara vez la consume y un 10 por ciento de esta no la conoce, el cuadro es aún más alarmante.

En nuestro país podemos colegir que existen dos grandes sistemas de explotación lechera acordes a su ubicación geográfica y a su sistema de producción:
Ganado Lechero en el Trópico.

La producción de leche en la ganadería tropical de México se ha concebido tradicionalmente como un renglón suplementario a la cría de ganado para carne, y es hasta hace sólo unos cuantos años que algunos ganaderos se han dedicado a la explotación del ganado con un doble propósito, leche y carne, motivados principalmente por la escasez de leche y productos lácteos en el país. El 90% de la producción de leche en la zona tropical, tiene lugar en las explotaciones extensivas dedicadas a la crianza de animales justamente en la época de abundancia de forrajes. El 10% restante es por otra parte producido bajo sistemas de pastoreo suplementando y estabulación permanente con ganado criollo, cruzando, suizo y holstein. Concluiremos diciendo que el atraso mostrado en la explotación lechera del trópico mexicano es agudizado por la existencia de "factores limitantes" como son la ausencia de razas especializadas

PRODUCCION (CIFRAS EN MILLONES DE LTS.)

A Ñ O	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
GANADO ESPECIALI- ZADO	1022	1106	1188	1283	1320	1503	1629
PRODUCCION	3067	3318	3566	3849	3961	4508	4890
GANADO DOBLE PROPOSITO	5792	5996	6206	6423	6648	6580	7121
PRODUCCION	3881	4197	4436	4528	4620	4712	4807
GANADO CRIOLLO	1704	1763	1825	1889	1955	2024	2094
PRODUCCION	511	528	548	566	587	607	628
PRODUCCION TOTAL	7459	8043	8551	8943	9168	9829	10325
CONSUMO TOTAL	8976	9539	10131	10755	11411	12101	12825
DEFICIT IMPORTACION	1517	1496	1580	1812	2243	2272	2500
VAQUILLAS IMPORTADAS CABEZAS	42900	47900	52900	57900	62900	67900	72900

para la producción de leche y los bajos niveles protéicos de los forrajes tropicales que no hacen aptos a estos últimos en la producción lechera.

Ganado Lechero en la zona templada.

Debido al atraso y a las limitaciones expuestas para el caso del trópico, las principales regiones productoras de leche con ganado especializado y sistemas de producción intensivos se encuentran concentradas en unas pocas áreas geográficas como son: el Valle de México y el Bajío en el altiplano, la comarca lagunera, la región de Delicias etc. El censo de ganado lechero también nos permite conocer la concentración de la producción lechera en alrededor de 1,500,000 bovinos lecheros que producen por su parte aproximadamente de 12 a 15 millones de litros diarios de la Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios en Bovinos, publicados el 8 de Agosto de 1979.

El déficit de leche en México se calcula por lo tanto, en alrededor del 15% de la producción local, es decir dos millones de litros al día o 700 millones de litros anuales, de modo que, como efecto del estancamiento en la producción lechera, el país padece un déficit creciente de este producto, agravado a su vez por la presión demográfica que se manifiesta sobre la tierra y su producción (ver cuadro 1.1).

La cría artificial de becerros.

Por lo que hacen a este punto, los elevados costos de alimentación de los becerros a base de leche, hace incosteable la cría de becerros de razas lecheras para carne y limita las utilidades obtenidas en la crianza de becerras para reposición. Esto a dado origen a dos situaciones comunes en la ganadería mexicana.

1. El desperdicio del potencial que, para la oferta de carne representan los aproximadamente 600,000 becerros machos

que dejan de ser criados cada año en el país.

2. La inutilización de aproximadamente 600,000 litros de leche al día, que siendo usados en la cría de becerros para reposición, dejan de estar disponibles para el consumo de la población (este dato es inferido al conocer que 600,000 becerras al año, consumen cada una un promedio de 4 litros de leche al día durante un período de aproximadamente 3 meses o sea el 4% de la producción total de leche).

Son todos los factores mencionados anteriormente, los que obligaron a desarrollar métodos de crianza que sean menos gravosos y más asequibles al ganadero. Existen fundamentalmente dos métodos extremos para criar becerros en los primeros meses de vida. El primero de ellos implica un pre cruz desarrollo del rúmen y un mínimo empleo de dietas líquidas con la ventaja de disminuir la mano de obra y reducir, aparentemente, los costos alimenticios (destete precoz). El segundo método consiste en el empleo de los llamados substitutos de leche.

Substitutos de leche

Es perentorio señalar que la leche es una mezcla compleja que consiste en una emulsión de grasa y una dispersión coloidal de proteínas en unión con una solución de lactosas, minerales (principalmente calcio y fósforo) y vitaminas. A continuación analizaremos en forma general los principales componentes de la leche de vaca:

1. Proteínas

Un prótido de gran calidad nutritiva representada el 3.2% de la composición química total de la leche. Esta constituida por la casina, 2.4%, con un PER de 2.5, y por la proteína del suero, una de las proteínas de más alta calidad biológica PER 3.2.

2. Grasa

Uno de los componentes más importantes de la leche, al grado de que incluso en ciertos países determinan su costo en el mercado. Es también por cierto una de las grasas naturales más complejas y está formada en proporción por triglicéridos (98%), diglicéridos fosfolípidos AGL, estéroles etc (2%).

3. Lactosa

El más importante de los azúcares lácteos, se trata de un disacárido compuesto de glucosa y galactosa e proporciones iguales y representa el 4.8% en peso de la leche.

La sustitución de grasas y proteínas lácteas es muy deseable desde un punto de vista económico, sin embargo, el desarrollo de substitutos de leche ha recibido enfoques distintos de acuerdo a los recursos disponibles y a las necesidades de cada país. En aquellos países donde la producción de leche y derivados lácteos está altamente tecnificada y genera remanentes para la exportación así como una gran variedad de subproductos (como es el caso de los países de Europa Occidental, Estados Unidos, Canada, Australia, etc, los substitutos de leche se elaboran a base de subproductos de la industria de quesos, mantequilla, etc, previamente deshidratados, o bien en base al empleo de sólidos de leche descremada, en los que únicamente se utiliza la grasa láctea para la elaboración de productos con un alto valor agregado. En estos países, la cría de becerros con leche entera se vuelve incluso rentable debido al elevado costo de la carne.

Más éste no es el caso de países que, como México, cuentan con una economía de las llamadas en vías de desarrollo, que presentan déficits crecientes de leche y consumos per cápita menores a los mínimos recomendados por la FAO.

Es específicamente en estos casos, donde se requiere

el desarrollo de substitutos que no se apoyen, para su elaboración, en el uso de grasas y proteínas lácteas. Existe por ello, una continua necesidad de explorar fuentes alternativas de proteína y grasas para su empleo en la elaboración de substitutos de leche para becerros.

La condición para elegir estos ingredientes se basara en que sean fácilmente digestibles para el becerro a partir de las primeras semanas de vida, ya que se ha demostrado que es en esta etapa de la vida del becerro, cuando la capacidad para digerir, tanto carbohidratos complejos como proteínas no lácteas, es muy limitada (3,8,9).

2. Antecedentes

ANTECEDENTES

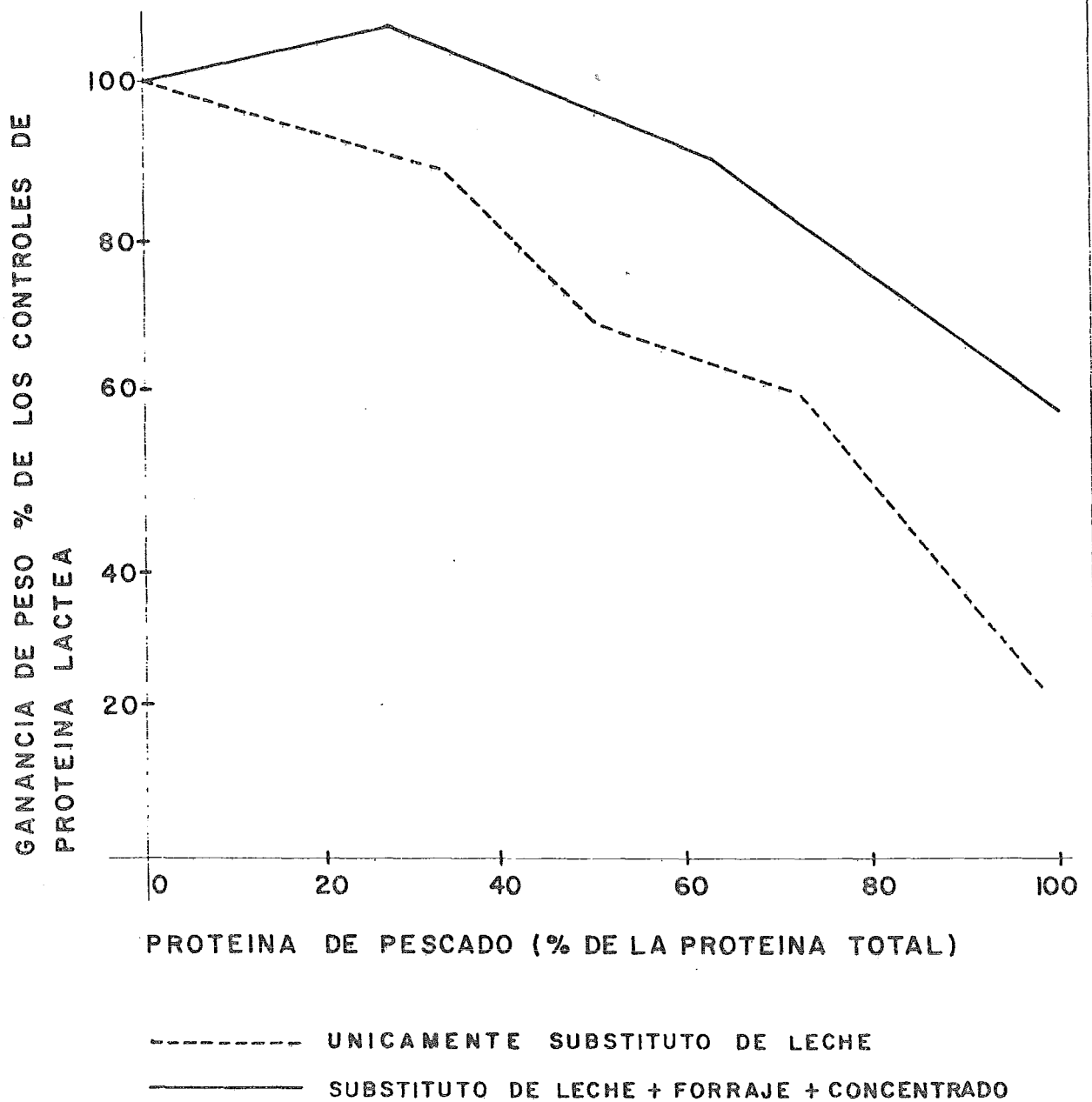
En un principio, la substitución de la proteína láctea por fuentes alternativas de proteína en dietas líquidas para la cría de becerros, fueron ciertamente poco exitosa. Los resultados de los primeros estudios realizados, mostraron bajos niveles de ingestión de alimento, incrementos de peso de entre 150 y 200 gramos/día y en algunos casos, pérdidas consistentes de peso (11,16).

Progresos en las ganancias de peso y en las condiciones fisiológicas generales en los becerros se obtuvieron al hidrolizarse total o parcialmente las proteínas. Por tratarse de un proceso relativamente caro, las proteínas que se usaron con diferentes grados de hidrólisis fueron proteínas de baja calidad biológica, sin embargo, se encontró que únicamente pequeñas cantidades de estos hidrolizados son tolerados por el becerro en la dieta - (27)

Los concentrados de proteína de pescado, han sido utilizados con éxito relativo en substitutos de leche para becerros, reemplazando hasta el 50% de la proteína total de la dieta. Su uso ha sido objeto de diversas investigaciones (12,13,24). Después de las primeras experiencias, no muy alentadoras, el empleo de concentrados de proteína de pescado, desgrasados y tratados especialmente, produjo sin duda resultados más positivos (24). Estos productos se han utilizado en forma comercial en algunos países Europeos, no obstante existe la evidencia de que la disponibilidad de aminoácidos para el becerro es insuficiente (37,71). (grafica 2.1)

Todavía surgen más problemas si la substitución de la proteína de la leche se hace con proteínas de origen vegetal. Diversos estudios han mostrado la falta de

PROTEINA DE PESCADO EN SUBSTITUTOS DE LECHE



capacidad del becerro para utilizar eficientemente las fuentes de proteína vegetales incluidas en diversas dietas líquidas, específicamente los productos derivados del frijol soya, tienen efectos contraproducentes a causa de su contenido en ureasa, inhibidor de tripsina, hemaglutininas, un alto contenido de oligosacáridos (que probablemente no son asimilados por el becerro), y finalmente fitina.

Porter reportó, en 1969, valores aparentes de digestibilidad de solo 75% para la proteína de soya, sin embargo, se observaron progresos muy marcados en la utilización de la proteína de soya una vez que los becerros alcanzaban una edad de cinco semanas (8, 11, 13).

Crecimientos muy pobres y una elevada incidencia de diarreas fueron reportados, por otra parte, en aquellos experimentos en que los becerros recibieron el 60% de la proteína de su dieta proveniente de harina de soya sin tratar (con un contenido de 50% de proteína cruda). Simultáneamente se observó una notable inhibición en la actividad de la tripsina y la quimotripsina, tanto en el tejido pancreático como en el quimo intestinal. La reducción en la proteólisis digestiva, fue relacionada con los pobres avances en el crecimiento de los becerros. Empero, la predigestión enzimática de la proteína de soya no ha demostrado mejorías ostensibles en la digestión de los becerros, no obstante haberse demostrado una considerable proteólisis y una marcada hidrólisis de los oligosacáridos en las mezclas harina de soya - enzimas (16).

Por ser las enzimas moléculas termolábiles, diversos tratamientos por calor fueron diseñados, sin embargo estos productos de soya precocida no dieron los resultados esperados (8, 11)

La escasa digestibilidad de la harina de soya parece

estar fuertemente influenciada por la presencia en ella de algunos constituyentes de origen no protéico, difíciles de digerir para el becerro prerumiante, principalmente carbohidratos de alto peso molecular (oligosacáridos) que constituyen el 30% en peso de la harina de soya. La digestibilidad de la harina de soya puede mejorarse extrayendo estos oligosacáridos por algunos de los métodos existentes como son: extracción con etanol, fermentación, etc (73).

La capacidad del becerro prerumiante para digerir un sustituto de leche en que el 70% de la proteína era aportada por harina de soya sometida previamente a tratamiento alcalino, fue sumamente pobre durante las tres primeras semanas de vida reflejándose ello en bajas ganancias de peso, a pesar de esto algunos progresos fueron detectados con el transcurso del tiempo (13).

Experimentos consecutivos demostraron que el becerro prerumiante es muy sensible no sólo a productos de soya no cocidos, sino también a aquellos productos que no reciben un adecuado tratamiento térmico, sugiriéndose, con base en esto, una relación muy directa entre la cantidad de inhibidor de tripsina presente y las disminuciones del crecimiento observadas (73, 76). En posteriores experimentos efectuados por Ramsey ese mismo año, utilizó harina de soya cocida con vapor a presión atmosférica durante 5, 10, 20, 40, 60, 90, y 120 minutos, usada como fuente única de proteína del sustituto de leche probado en un grupo de becerro Holstein. Se observó que la Ganancia Diaria Promedio (GDP) se incrementó progresivamente con el tiempo de cocimiento, siendo similar para los 90 y 120 minutos. La disponibilidad de la lisina sólo se redujo ligeramente con el cocimiento. Si bien la inclusión de la harina de soya en sustitutos de leche para becerros a disminuído

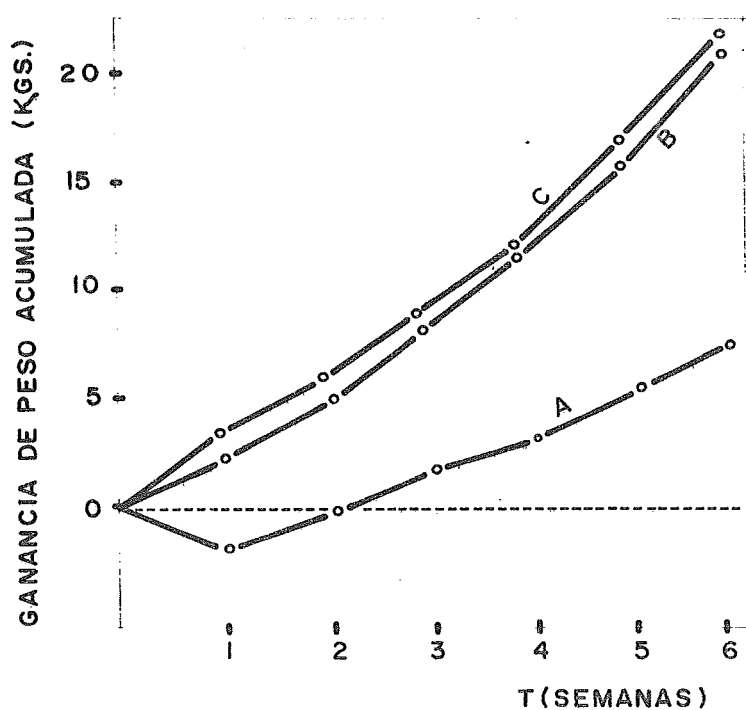
generalmente el valor nutritivo del lactoreemplazador, la harina de soya representa una fuente de proteína más barata y accesible que el aislado o el concentrado de proteína de soya.

En 1968 y 1969, Colvin y Ramsey utilizaron harina de soya cocida a la que previamente sometieron a un tratamiento ácido (incubación a 37°C y pH de 4, durante 5 horas), o a un tratamiento alcalino (incubación a 37°C y pH de 10.6, durante 5 horas), obteniendo aumentos muy marcados en el valor biológico de la proteína de la harina de soya y por lo tanto, ganancias de peso comparables a las obtenidas con substitutos a base de sólidos de leche (6, 7) gráficas 2.2 y 2.3.

Basados en los alentadores resultados obtenidos, tanto con el tratamiento ácido como con el alcalino de la harina de soya, Ramsey y Willard, condujeron en el año de 1974, experimentos diversos, cuyo objetivo era, explicar los mecanismos por los que los tratamientos anteriormente descritos producían una clara mejoría en el valor nutricional de la harina de soya.

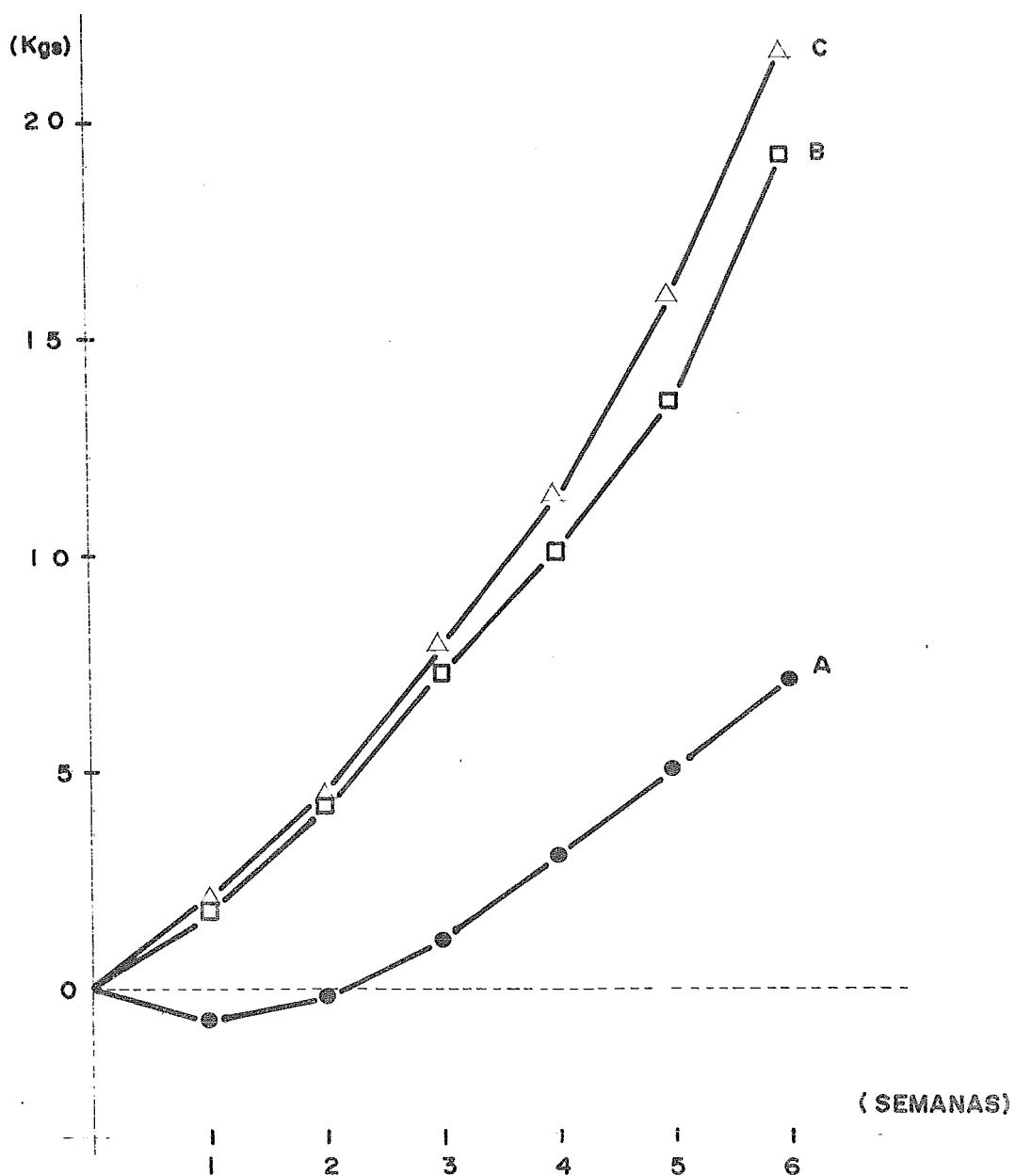
Primeramente, se pensó que el tratamiento podría hacer accesible algún aminoácido de la proteína de soya, pero pruebas ulteriores efectuadas suplementando un substituto de leche a base de harina de soya sin tratar, con metionina lisina y treonina, fracasaron en lograr ganancias de peso aceptables. Este aumento del valor nutricional, podría no sólo estar restringido a la proteína, debiendo tomarse en cuenta que cualquier cambio que incremente la digestibilidad de los oligosacáridos presentes en un 30% en la harina de soya, produciría asimismo, incrementos paralelos en las ganancias de peso. Sin embargo, la predigestión enzimática de estos oligosacaridos (difíciles de digerir para el becerro) no estimuló el crecimiento de manera apreciable.

GANANCIAS ACUMULATIVAS DE PESO PROMEDIO PARA
BECERROS ALIMENTADOS CON SUBSTITUTOS DE LECHE
A BASE DE HARINA DE SOYA



- A) HARINA DE SOYA NO TRATADA (CONTROL NEGATIVO)
- B) HARINA DE SOYA SOMETIDA A TRATAMIENTO ACIDO
- C) HARINA DE SOYA SOMETIDA A TRATAMIENTO ALCALINO

GANANCIAS PROMEDIO DE PESO, ACUMULADAS PARA
BECERROS ALIMENTADOS CON SUBSTITUTOS DE LECHE
CON HARINA DE SOYA



A SIN TRATAR
B TRATAMIENTO ACIDO
C TRATAMIENTO ALCALINO

GRAFICA 2-3

B. M. COLVIN Y H.A. RAMSEY
(1968)

Tampoco se encontró evidencia de que el tratamiento modificara el pH del abomaso, ni la velocidad de residencia del alimento en éste (9). (gráfica 2.4).

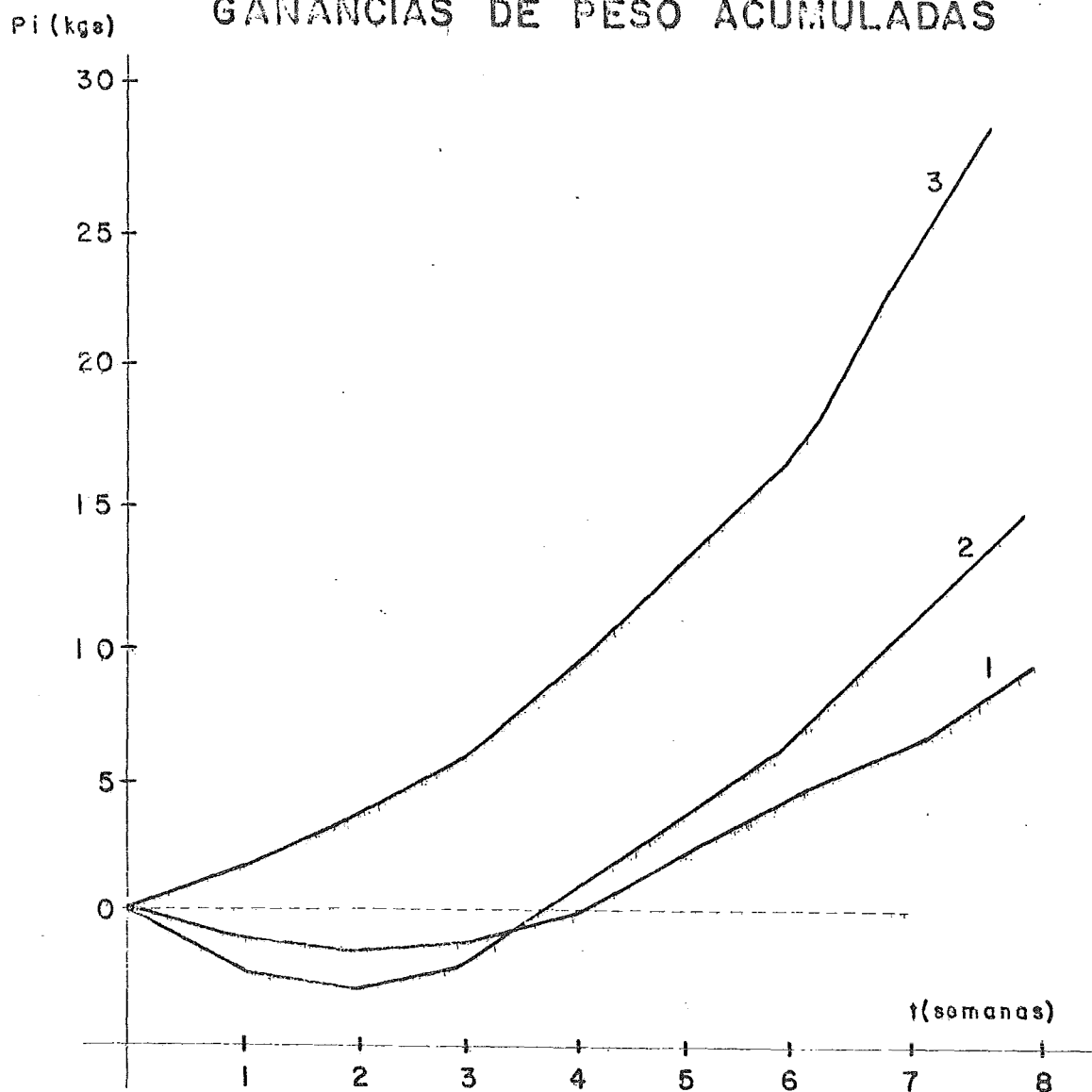
Recientemente se ha reportado (73, 76) que productos de soya tratados térmicamente, contienen parte del inhibidor de tripsina en una forma inactiva y oculta que lo protege del tratamiento térmico empleado, en este caso, la importancia del tratamiento ácido o alcalino, sería el convertir ésta forma inactiva a su forma activa, susceptible de ser destruida con el tratamiento especificado anteriormente.

De estas observaciones se desprende la posibilidad de que la actividad antitripsina de la harina de soya bien cocida, sea mayor que la indicada por los análisis convencionales del inhibidor de tripsina, y sería la destrucción de éste, la verdadera causa de las mejoras nutricionales observadas en los becerros alimentados con substitutos con harina de soya tratada. Esta forma de inhibidor de tripsina, parece no tener importancia en el caso de animales mayores, pero es de gran significación en las primeras semanas de vida del ternero.

Un gran número de experiencias se han llevado a cabo basadas en la utilización de la harina de soya, y diversos tratamientos han sido probados intentando evitar los efectos negativos que ésta provoca sobre el becerro prerumiante (54, 71, 73, 76).

Sin embargo, el balance actual de estas experiencias no es alentador, las ganancias de peso han sido siempre menores que para los controles de leche o substitutos formulados a base de sólidos de leche y los niveles de reemplazo no han ido más allá del 40 a 50% de la proteína total (8). Las ganancias de peso se vieron fuertemente disminuidas a causa de la substitución de la proteína láctea por otras fuentes protéicas, en especial la proteína de soya (10, 13).

GANANCIAS DE PESO ACUMULADAS



- 1 HARINA DE SOYA SIN TRATAMIENTO
- 2 HARINA SOYA TRATAMIENTO ACIDO
- 3 CONTROL LECHE

	G. D. P.	G. N.	DURACION (días)
1 HARINA DE SOYA SIN TRATAMIENTO	0.170 ± 0.182	9.52	59
2 HARINA SOYA TRATAMIENTO ACIDO	0.260 ± 0.294	14.56	59
3 CONTROL LECHE	0.500 ± 0.087	28.00	59

GRAFICA 2-4

B.M. COLVIN y H.A. RAMSEY (1971)

Tal vez la única excepción a esta tendencia experimental sea la reportada por Colvin y Ramsey en 1968, ya citada anteriormente, pero ésta pierde su confiabilidad y deja de ser representativa al no poder ser reproducida por los mismos investigadores en idénticas condiciones, seis años después. En estos experimentos, obtuvieron ganancias de peso tan bajas como aquellas obtenidas al usar harina de soya sin tratamiento (control negativo). En conclusión, no se encontraron diferencias significativas atribuibles a los tratamientos propuestos (9).

Recientes pruebas alimenticias en que se evaluó tanto la digestibilidad como el crecimiento, mostraron que dietas líquidas en que la harina de soya aporta toda o la mayor parte de la proteína, no son adecuadas para la crianza del becerro lactante.

Se ha encontrado por otra parte, que los becerros alimentados con estas dietas altas en soya, mostraban una importante inhibición en su capacidad de digestión a nivel de abomaso, un aumento en la velocidad de tránsito digestivo y por consiguiente en el flujo del alimento a través del intestino delgado, así como un intercambio anormal de agua y sales, todo ello acompañado de una disminución en la absorción de nitrógeno (48).

Smith y Sissons, por su parte, reportaron recientemente que en diversos grupos de becerros que recibieron una dieta líquida con harina de soya, se encontraron títulos elevados de anticuerpos séricos.

Este cúmulo de perturbaciones en la actividad digestiva son, al parecer, síntomas de alergia gastrointestinal a uno de los constituyentes de la harina de soya. Este constituyente tóxico es, según los resultados obtenidos, resistente al tratamiento térmico con vapor, suficiente para destruir

la actividad de las hemaglutininas y del inhibidor de tripsina. Los intentos para inactivarlo utilizando tratamientos ácidos o alcalinos, tuvieron por otra parte dudosos resultados (6, 7, 9).

En una de las publicaciones más recientes de que disponemos, Sisson y col. reportan que la extracción de la harina de soya desgrasada con etanol acuoso en caliente, conduce a productos libres de este constituyente (18).

En experimentos llevados a cabo en becerros alimentados con dietas líquidas a base de harina de soya extraída con etanol por un período de dos horas a una temperatura de entre 78 y 80°C y sometida a un calentamiento con vapor (100°C durante 30 minutos), la digestibilidad del alimento y la absorción de nitrógeno fueron incuestionablemente mejores, sin que se hayan presentado trastornos graves, en los procesos digestivos. Las anomalías observadas en las dietas no extraídas con etanol acuoso en caliente desaparecieron.

Aún no se conoce con exactitud el mecanismo por el cual se mejora el valor nutritivo de la harina de soya mediante la extracción etanólica. Una de las hipótesis más defendidas al respecto, señala que este efecto se debe a la eliminación de los oligosacáridos solubles en etanol. La sacarosa presente en soya, no es digerida por el becerro por carecer de la enzima sacarasa en su intestino. Sin embargo, experimentos en que se añadió sacarosa a la dieta, no condujeron a cambios apreciables en el flujo del contenido intestinal a nivel de Ileón.

Numerosos trabajos se han hecho sobre el uso de diversas grasas en la elaboración de substitutos. Los resultados han sido, casi siempre desalentadores tratándose del uso de aceites vegetales como los de algodón, soya o maíz; menos decepcionantes con el aceite de coco y relativamente buenos

con la manteca y el sebo. Este hecho, parece obedecer a diversos factores como son el contenido de ácidos grasos esenciales, la riqueza en triglicéridos, la longitud de cadena, la emulsificación y homogenización de las grasas en el sustituto. (34).

Ya en 1959, Ray, Olson y Williams, habían demostrado que tanto los niveles bajos de energía, como el uso de fuentes de energía inadecuadas, ocasionaban depresiones, tanto en el ritmo de crecimiento como en el desarrollo general del becerro lactante (34).

Baker y Jacobson (1, 14), efectuaron por su parte experimentos con becerros lactantes Holstein con el fin de evaluar los efectos de diferentes fuentes de energía, tanto vegetales como animales, sobre las incidencias de diarreas en el becerro. Empléandose tres sustitutos en los que la fuente de energía (grasa) aportaba el 25% de materia seca y estaba dado respectivamente por:

- a) Mantequilla
- b) Sebo bovino
- c) Aceite de maíz

Los resultados obtenidos se reportan a continuación:

Fuente de energía	% de material seca en heces
a) Mantequilla	20.0
b) Sebo bovino	22.3
c) Aceite de maíz	14.5

Para poder entender estos resultados, debemos tomar en cuenta que:

Heces normales,	tienen más del 20% de materia seca
Diarrea ligera,	tienen de 12 a 20% de materia seca
Diarrea severa,	tienen menos del 12% de materia seca

Se demostró que el empleo nutricional de aceites vegetales altamente insaturados incrementa la incidencia de diarreas al ser utilizados como fuente de energía en la formulación de substitutos de leche para becerros lactantes.

La substitución de la proteína láctea en la dieta del becerro prerumiante es muy deseable y de una gran significación económica. La escasez de proteínas de alta calidad biológica, que puedan ser incorporadas en los substitutos de leche a precios que desde luego no hagan prohibitivo su uso, es uno de los problemas a que nos enfrentamos.

En suma, el reemplazo de la proteína láctea por fuentes alternativas de proteína enfrenta otros problemas que pudieramos resumir en :

La digestibilidad de la proteína y la absorción de sus aminoácidos se verían disminuidos en casos en que el aparato digestivo del becerro fuera incapaz de manejar adecuadamente la proteína empleada.

Los aminoácidos ingeridos por el becerro pudieran no cumplir con los requerimientos nutricionales del becerro.

En efecto sólo cierta porción de la proteína realmente digerida se retiene en el organismo como tal. Esta cantidad es conocida como valor biológico de la proteína. En el becerro prerumiante que se asemeja a los animales monogástricos, el valor biológico alcanza su valor máximo cuando la composición en aminoácidos de la proteína coincide exactamente con las necesidades nutricionales del animal. Sin embargo, sólo cuando la dieta que se administre al becerro, resulte limitante en proteína (es decir que tenga exceso de energía y de otros elementos nutritivos, pero no propiamente de proteína) podrá obtenerse el máximo beneficio del valor biológico de la proteína.

Dentro de nuestro grupo de investigación, diversos experimentos fueron realizados en los últimos cuatro años.

En una primera etapa, (1975-1976), diversas pruebas alimenticias se efectuaron empleando una leche de soya hecha a partir del frijol de soya entero, según el proceso de Illinois (79).

El sustituto de leche preparado según el proceso especificado anteriormente, fue empleado en una prueba alimenticia para un grupo de 20 becerros machos de raza Holstein, los que fueron así sometidos a una dieta en que la leche fue substituída por niveles equivalentes del reemplazante.

Los resultados obtenidos fueron negativos, ya que las ganancias de peso en la mayoría de los becerros, fueron negativas o bien muy reducidas, asimismo se presentó diarrea alimenticia severa asociada a otros signos de intoxicación en un elevado porcentaje de los animales, trayendo esto como consecuencia una tasa de mortalidad superior al 50%.

De hecho, estos resultados deben ser explicados como consecuencia de los siguientes factores intercurrentes: Inactivación deficiente de las proteasas tóxicas del frijol de soya; presencia de oligosacáridos de elevado peso molecular que por su tamaño son indigestos para el becerro prerumiante; bajos niveles de carbohidratos (energía) adecuada al sistema digestivo del becerro; presencia de factores antigénicos en el producto de soya usado y deficiencia probable en el aporte de minerales traza. Todos estos factores se vieron agudizados en suma por el bajo valor biológico de la proteína de soya observado en el presente experimento.

La escasa digestibilidad de la proteína de soya siguió siendo uno de los factores decisivos en los resultados obtenidos (12, 17).

Se desarrolló y probó el sustituto de leche cuya proteína fue aportada, en casi un 70% por una harina de soya desgrasada, por lo que el proceso de Illinois pudo ser simplificado. Esta harina de soya, es preparada a partir del frijol soya por molienda y extracción con hexano, sin embargo, ninguno de los factores antinutricionados mencionados se haya inactivado en este producto, en vista de lo cual fue sometido al proceso que se desglosa a continuación:

1. Tratamiento ácido (pH 4.5, temperatura ambiente, 5 horas).
2. Cocción a temperatura de ebullición durante 45 minutos.

El suero de leche es el subproducto proveniente de la producción de quesos y contiene aproximadamente un 7% de sólidos, cuya composición se ofrece:

lactosa	4.8%
proteínas	0.8 a 1.0%
grasa	0.2%
cenizas	1.0%
	<hr/>
sólidos totales	7.0%

La utilización de los sólidos del suero presenta una buena oportunidad para desarrollar nuevos alimentos en los que este producto pueda ser usado como un suplemento nutritivo (46). El suero es usado frecuentemente en sustitutos de leche para becerros principalmente por su elevado contenido de lactosa.

Existe un consenso general sobre la cantidad máxima de suero de leche que puede ser incluido en lactoreemplazadores para la cría de becerros. Diversos experimentos indicaron que se puede formular sustitutos hasta con un 40-50% en peso de suero sin que presenten problemas que afecten el desarrollo integral del animal (15, 25, 40, 41, 43).

En el presente experimento, la dieta ofrecida contenía suero de leche en una cantidad equivalente al 50% de los sólidos totales del sustituto. En esta forma el becerro dispuso de niveles adecuados de carbohidratos de fácil asimilación (recordar que la lactosa presente en igual proporción en la leche y el suero, es el carbohidrato más adecuado tanto cualitativamente como cuantitativamente para el sistema digestivo en desarrollo del becerro lactante).

No es la lactosa, sin embargo, el componente de mayor valor nutritivo del suero. La proteína del suero compuesta primordialmente de lactoglobulinas y lactalbúminas es una de las proteínas de mayor valor biológico (PER 3.2). La dieta formulada para este primer experimento contaba con un 30% de la proteína total del sustituto en forma de proteína del suero.

En 1973, Lister y Lodge, demostraron que incrementando el valor de la relación energía/proteína en dietas líquidas para becerros, se tenía como consecuencia una mayor ganancia de peso y una más eficiente utilización de la proteína, a condición de que ésta tuviera un valor biológico elevado (14).

Sin embargo, al elevar el valor de esta relación por la adición de algún lípido, éste último debe ser adecuado tanto cuantitativa como cualitativamente para lograr un óptimo desarrollo y un crecimiento normal (74, 79).

Por otra parte, existen datos que comprueban como la incorporación de grasas animales, principalmente sebo bovino en los sustitutos de leche, inducen mejor desarrollo, ganancias de peso y conversiones alimenticias del animal, en comparación con aquellos sustitutos de leche formulados con grasas vegetales como fuente de energía (14, 72).

Con base en esta información, decidimos utilizar sebo bovino refinado como sustituto de la grasa láctea, para

lograr formar una emulsión que facilitara la digestión y asimilación de la grasa se empleo una mezcla de lecitina de soya y monoestearato de glicerilo como emulsificante.

En la formulación del sustituto de leche, balanceamos todos los macronutrientes (proteínas, carbohidratos y grasas) para igualarlos a los niveles promedio existentes en la leche de vaca; para cumplir con los requerimientos del becerro en vitaminas y minerales, empleamos una premezcla de vitaminas y minerales adicionado de un antibiótico (clorotetraciclina) específico para becerros prerumiantes, debe recordarse que el becerro lactante a diferencia del rumiante desarrollado carece de capacidad para digerir forrajes ricos en vitaminas o concentrados en cantidad tal, que le aporte niveles adecuados de vitaminas. Todo esto, debido a la ausencia de una flora microbiana capaz de sintetizarlas a partir de la propia fermentación ruminal.

3. Objetivos

OBJETIVOS GENERALES

Para establecer la finalidad del presente trabajo, se plantearon los siguientes objetivos :

1. Obtener un sustituto de leche cuyo valor real, permita la crianza de los becerros y becerras, sin efectos nocivos inherentes al sustituto en cuestión.
2. Dar una utilización racional al suero de leche (subproducto de la manufactura de quesos).
3. Diseñar una tecnología factible de ser implementada con éxito, apoyandose en la infraestructura económica y social existente en nuestro país.
4. Proponer un sistema de crianza más económico, socialmente más accesible y que dé utilización a los productos y subproductos agrícolas abundantes en nuestro país.
5. Evaluar las perspectivas generales, que para la producción de carne, representa la posibilidad de criar los becerros machos de razas lecheras especializadas para el abasto, y determinar la importancia relativa que puede tener un sustituto de leche con las características señaladas anteriormente, y un sistema de crianza adecuado a este fin.

4. Métodos

METODOS

4.1 Generalidades

Los experimentos reseñados, se llevaron a cabo en la Ganadería Pastejé, localizada en el Valle de Ixtlahuaca, Estado de México. La altitud media de la región es de 2,700 mts s.n.m. El clima es templado intermedio con lluvias en verano y un 5 a 10 por ciento de lluvias invernales. La temperatura media anual es de 17°C y la precipitación pluvial es de 220 mm. Las lluvias y los vientos dominantes se presentan de Norte a Sur y de Este a Oeste (Instituto de Geografía, UNAM).

4.2 Diseño experimental

Treinta becerros machos Holstein con peso promedio de 35 Kgs fueron asignados a seis tratamientos en un diseño completamente al azar, en que se compararon dos tratamientos en cada uno de tres experimentos, efectuados entre Mayo de 1979 y Abril de 1980.

4.3 Dietas

Calostro: Todos los becerros fueron comprados en granjas lecheras de la región y en todos los casos, recibieron calostro durante los tres primeros días de vida, antes de ser introducidos a los diversos tratamientos.

Control de leche: (CL) Uno de los lotes en el primer experimento se designó "lote control", recibió una dieta de leche entera de vaca, al 10% de su peso vivo, durante 59 días. A partir de la segunda semana se les ofreció un concentrado con 17% de proteína promedio, formulado con maíz, sorgo, harinolina, salvado, melaza, roca fosfórica y sal. Desde la sexta semana, los becerros recibieron un forraje fresco a libre acceso. El concentrado y el forraje es el mismo que se dió en todos los experimentos en que

así se indica.

Substituto de leche

En total se evaluaron cinco tratamientos experimentales que llamaremos:

Substituto de soya cocida	(SC)
Substituto de soya con tratamiento ácido	(STA)
Substituto comercial nodricina	(SCN)
Substituto de nixtamal - suero	(SNS)
Substituto de nixtamal - caseína	(SNC)

El uso de la harina de nixtamal se decidió en base a las experiencias empíricas que cotidianamente se llevan a cabo en gran número de explotaciones lecheras de nuestro país.

Experimento 1

Se comparó la dieta (SC) contra un control de leche de vaca (CL), se ofreció forraje y concentrado a los lotes en la forma indicada en el manejo de los animales.

Experimento 2

Se comparó la dieta (STA) contra un sustituto de leche elaborado bajo el nombre comercial de Nodricina (SCN), los lotes no recibieron ni forraje ni concentrado.

En los primeros experimentos, en que se emplearon las dietas SC y STA, se substituyó totalmente la proteína láctea por una mezcla de: proteína de soya (60%), proteína de suero (30%) y caseinato de sodio (10%) y la grasa por una mezcla de manteca vegetal (30g/lt), lecitina de soya (2g/lt) y monoestearato de glicerilo (1g/lt). La substitución total de la leche se hizo gradualmente adaptando a los becerros durante un período de diez días al término de los cuales recibieron como única dieta líquida los substitutos de soya señalados.

La preparación de las dietas (SC) y (STA), se efectuó mezclando la harina de soya desgrasada (elaborada por Nutricasa) en suero de leche fresco a pH 4.5, la dieta STA se dejó reposar 4 hrs. a temperatura ambiente. Ambas se neutralizaron con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hasta pH 6.8, se agregó la mezcla de grasa y emulsificante y se calentó a ebullición.

durante 30 minutos, se dejó enfriar, se neutralizó y finalmente se formuló con DL-Metionina (0.2 gr/lt) , DL-Lisina (0.2 gr/lt) y una premezcla de vitaminas y minerales (preparado por VYMCO) 1 gr/lt. En las tablas 1, 2, 3, 4 y 5 se muestran tanto la composición como el análisis calculado de aminoácidos, vitaminas y minerales de ambas dietas.

El tercer tratamiento (SCN) consistió en el uso de un sustituto de leche elaborado por Purina Ralston bajo el nombre de Nordricina cuyos principales ingredientes son: leche descremada en polvo, suero de leche deshidratado, proteína de soya, grasas animales y vegetales, emulsificantes y estabilizantes; se reconstituyó en agua a 45°C en la proporción de 1 Kg de sustituto de leche en polvo : 7 Kgs de agua, para dar un preparado con 125 grs de sólidos por litro de sustituto.

Los dos últimos tratamientos (SNS) y (SNC) fueron agrupados en un mismo experimento (tercer experimento), ambas dietas no tienen precedente ni en cuanto a su formulación, ni en cuanto al esquema de alimentación propuesto. Su composición calculada se desglosa en las tablas 6, 7, 8, 9 y 10. Sin embargo, conviene constatar que la diferencia fundamental entre ambas, es el uso de suero de leche en la primera y su sustitución en la segunda por una cantidad equivalente en proteína de caseinato de sodio.

Se dividió el periodo de doce semanas correspondiente a la lactancia en tres etapas distintas, dándose una dieta diferente en cada una de ellas. (gráfica 4.1)

En las siguientes tablas se puede observar la formulación y el balance de las dietas recibidas por los becerros de los diferentes lotes experimentales durante las tres pruebas alimenticias efectuadas.

4.4 Manejo de los animales

Todos los becerros empleados fueron animales machos de raza Holstein, no existieron diferencias de importancia en el manejo de los lotes. Los becerros fueron alojados en becerrerías de madera individuales con piso enrejillado tam bien en madera y comedero individual integrado a la bece-
rriera.

Las becerrerías se instalaron en un local techado, cerrado por los cuatro costados y con piso de cemento. No se controló la temperatura ni la humedad ambiental.

En todos los experimentos, los becerros recibieron dos raciones medidas de alimento líquido al día, en la mañana entre las 8:30 y 10:00 am y en la noche entre las 7:30 y las 9:00 pm. En todos los casos, los animales tuvieron agua y una mezcla de roca fosfórica-sal ad libitum. A excepción de los tratamientos (STA) y (SCN) en los demás casos se les dió a partir de la segunda semana un concentrado con 17 % de proteína cruda promedio, preparado con maíz, sorgo, pagta de coco, harinolina, salvado, melaza y adicionado de una premezcla de vitaminas y minerales. Un firraje fresco, principalmente gramíneas (alta fescue, orchard) y trebol (leguminososa), se ofreció a libre acceso a los becerros después de la quinta semana y hasta el destete. En todos los casos se controló y midió el consumo de la dieta líquida (substituto de leche o leche) al igual que el consumo de concentrado en los casos en que se proporcionó.

Todos los animales recibieron dos dosis de 3 ml cada una de vitaminas ADE (1,500,000 UI de vitamina A, 225,000 UI de vitamina D y 150 mgs de vitamina E), al ser introducidos a sus correspondientes lotes experimentales, y una vez más a la sexta semana.

Los becerros fueron pesados al principio y al final de

de los experimentos, los pesajes intermedios fueron cada dos o tres semanas. Adicionalmente se hicieron observaciones diarias del estado general y la consistencia de las heces de cada becerro, en caso de presentarse problemas clínicos de importancia que obligasen a suspender las dietas ofrecidas, los becerros serían retirados del experimento definitivamente.

Se manejaron los siguientes datos para controlar con mayor certeza el efecto de las dietas empleadas:

Ganancia de peso diaria promedio	(GDP)
Ganancia neta de peso	(GNP)
Consumo de sustituto	(CS)
Consumo de leche	(CLE)
Consumo de concentrado	(CC)
Incidencia de diarreas	(ID)

La duración de los experimentos fué de 59 días para las dietas (CL) y (SC); 30 días para las dietas (SCN) y (STA) y 82 días para las dietas (SNS) y (SNC). En caso de muerte, la necropsia se llevó a cabo dentro de las siguientes doce horas, tomándose nota de las alteraciones más importantes observadas.

Las determinaciones de proteína cruda de la dieta se efectuaron según el método de Kjeldhal.

4.5 Análisis estadístico

Los resultados obtenidos se examinarán mediante un análisis de varianza, según lo describe (Cochran y Cox, 1959). En los casos en que se concluye que existieron diferencias significativas entre dos tratamientos, esto que rrá decir que la diferencia estadística es de el menos ($P < 0.05$)

SISTEMA DE ALIMENTACION PROPUESTO

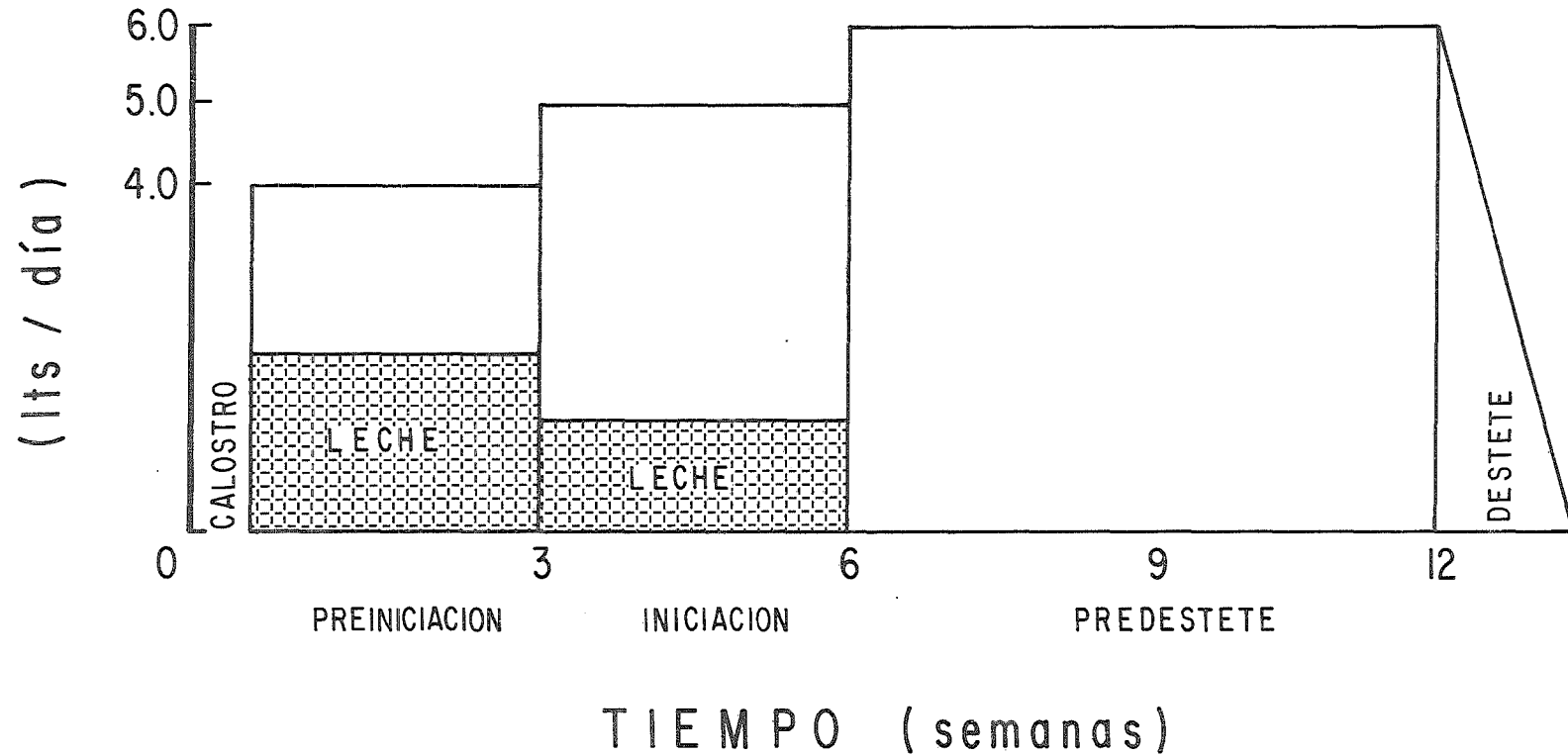


Tabla 1

Formulación empleada en la elaboración de las dietas (CL) y (SC).

Dieta	SC	CL
leche entera de vaca		1.0 lts
sebo bovino refinado	30 grs	
harina de soya (*)	40 grs	
lecitina de soya	2 grs	
monoestearato	1 gr	
caseinato de sodio	4 grs	
premezcla vit-min (**)	1 gr	
DL-lisina	0.2 grs	
DL-metionina	0.2 grs	
suero de leche fresco	hasta 1 lt	

CL dieta control

SC sustituto de soya cocida

(*) harina de soya extraída por solventes, con 42 a 45 por ciento de proteína cruda y 70 por ciento de solubilidad de la proteína

(**) se usó una premezcla de vitaminas y minerales que cubre los requerimientos de un becerro lactante de 50 Kgs, este producto viene adicionado con clorotetraciclina.

Los requerimientos del becerro se determinaron en base a los reportados por el N.R.C. National Requirements of Dairy Cattle, 4th edition, 1971

Tabla 2

Análisis bromatológico calculado de las dietas (CL) y (SC)

cantidades en grs/lt	CL	SC
sólidos totales (%)	12.5	14.0
proteína	32.0	30.2
proteína digestible	30.0	26.2
lactosa	48.0	48.0
otros carbohidratos		14.0
lípidos	35.0	35.0
energía (mcal/lt)		
E.D.	5.73	8.28
E.M.	5.03	
E.N. m	4.59	
E.N. g	2.01	
T.N.D.	125.0	121.0
fibra cruda		2.4

E.D. energía digestible

E.M. energía metabólica

E.N. m energía neta de mantenimiento

E.N. g energía neta de panancia

Tabla 3

Comparación en el balance de aminoácidos esenciales calculados en las dietas (CL) y (SC)

amino- ácidos	por ciento en la proteína láctea	grs/lt en un li- tro de leche	grs/lt en la dieta (SC)	requerimiento del becerro grs/día (*)
Hist	2.66	0.85	0.67	3.0
Ileu	5.52	1.77	1.49	3.4
Leu	9.07	2.90	2.52	8.4
Lis	8.14	2.60	2.07	7.8
Met	2.54	0.81	0.62	2.1
Øala	4.10	1.31	1.43	4.4
Treo	3.75	1.20	1.43	4.9
Trip	1.25	0.40	0.46	1.0
Val	6.19	1.98	1.49	4.8
Tir	5.38	1.72	1.04	3.0
Arg	3.25	1.04	1.85	8.5
Cist	0.67	0.21	0.48	1.6

(*) Los requerimientos de aminoácidos esenciales en las dietas propuestas fueron calculados para becerros lactantes de entre 50 y 60 Kgs de peso (tomado del N.R.C. National Requirement of Dairy Cattle, 4th edition, 1971).

Tabla 4

Contenido calculado de vitaminas en las dietas (CL) y (SC)

vitaminas	requerimientos (**)	CL	SC
vitamina A (UI/lt)	2300	2000	2409
vitamina D (UI/lt)	360	2900	416
vitamina E (UI/lt)	(*)	2.0	0.5
vitamina B ₁₂ (mcg/lt)	35	6.0	2.5
riboflavina (B ₂) (mg/lt)	3.5	1.7	2.5
tiamina (B ₁) (mg/lt)	3.5	0.3	0.66
piridoxina (B ₆) (mg/lt)	3.5	0.4	1.05
ac. pantoténico (mg/lt)	6.5	2.9	9.6
niacina (mg/lt)	1.4	1.0	5.9
ac. fólico (mcg/lt)	250	53	40
biotina (mcg/lt)	50	28	50
colina (mg/lt)	1300	250	200
vitamina C (mg/lt)		18	18
clorotetraciclina (mg/lt)		4.1	4.1

(*) La vitamina E, es necesaria para vacas adultas en las que se ha comprobado una íntima relación con la fertilidad en el caso del becerro lactante, reportes recientes indican que la deficiencia en vitamina E asociada al Selenio provoca miopatías cardíacas. También se indica que becerros tratados con vitamina E y/o Se, tuvieron menor incidencia de diarreas y menor retardo del crecimiento (de Aluja A.S., F. M.V.Z., UNAM, 1979).

(**) Requerimientos diarios para becerros de 55 Kgs de peso según el N.R.C. 4th edition, 1971.

Tabla 5

Contenido calculado de minerales en las dietas (CL) y (SC)

minerales	CL(mg/lt)	SC(mg/lt)	requerimientos diarios en be- rros de 55 Kgs
Ca	1200	811	3300
P	950	1034	2520
Mg	130	232	360
K	1450	2080	4200
Na	500	1036	600
Cl	1000	61	
S	200	78	1200
Fe	1	5.5	60
Cu	0.7	4.25	6.0
Co	0.06	0.084	0.1
Zn		3.0	24
Mn		1.4	22

Como regla general podemos decir que si además de la leche, se administran concentrados y forrajes de buena calidad a los becerros prerumiantes, difícilmente se precisarán de otros suplementos minerales, a excepción de la sal (The Calf; nutrition and health, vol. II, J.H.B. Roy, 1972).

Tabla 6

Formulación empleada en la elaboración de las dietas (SNS) y (SNC)

en gramos/litro	SNS			SNC		
	PI	I	PD	PI	I	PD
leche entera (lts)	0.5	0.25		0.5	0.25	
suero de leche	35	52	70			
caseinato de sodio				5	5	5
harina de maíz nixtamalizada	100	200	200	100	200	200
pasta de coco (**)		20	40		20	40
harina de soya			10			10
sebo bovino refinado	15	22	30	15	22	30
lecitina de soya	2	2	2	2	2	2
premezcla de vit/min	1	1	1	1	1	1
DL-lisina	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Dl-metionina	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
agua (*)						

(*) el agua se añade en todos los substitutos hasta completar un litro

(**) la pasta de coco se muele en un molino de martillos antes de ser empleada en los alimentos de iniciación (I) y predestete (PD) de ambas dietas

Tabla 7

Análisis bromatológico de las dietas (SNS) y (SNC)

análisis (en por cientos)	SNS			SNC		
	PI	I	PD	PI	I	PD
M.S. (sólidos totales)	20.57	26.27	28.4	17.6	21.5	22.0
proteína cruda	2.85	3.1	3.4	2.85	2.95	3.1
grasa	3.5	3.4	3.4	3.45	3.3	3.3
lactosa	4.8	4.8	4.8	2.4	1.2	
energía (Kcal/lit)	997.0	1200.0	1244.0	894.0	1046.0	1038.0
costo (pesos mexicanos)	4.90	4.20	3.10	4.72	3.80	2.40

La proteína cruda fue determinada según el método de Kjeldhal, los demás componentes fueron calculados en base a la composición conocida de los ingredientes

Los costos fueron calculados de acuerdo a los precios de la materia prima en el mes de marzo de 1980.

Tabla 8

Comparación en el aporte calculado de aminoácidos esenciales en las dietas (SNS) y (SNC)

aminoácidos	leche	requerimientos	SNS			SNC		
			PI	I	PD	PI	I	PD
Arg	0.96	8.5	0.97	1.46	2.20	1.02	1.44	2.01
Cist	0.36	1.6	0.36	0.55	0.62	0.30	0.52	0.45
Hist	0.74	3.0	0.74	0.80	0.87	0.79	0.75	0.83
Ileu	1.84	3.4	1.46	1.40	1.50	1.55	1.80	1.29
Leu	2.90	8.4	2.97	3.29	3.50	3.02	3.32	2.57
Lis	2.28	7.8	2.11	1.85	1.84	2.12	1.40	1.73
Met	0.90	2.1	0.84	0.81	0.74	0.92	0.76	0.84
Øala	1.38	4.4	1.18	1.64	1.50	1.30	1.69	1.31
Treo	1.53	4.9	1.29	1.78	1.68	1.21	1.55	1.31
Trip	0.40	1.0	0.35	0.37	0.42	0.31	0.28	0.27
Val	2.08	4.8	1.70	1.75	1.83	1.79	1.51	1.58
Tir	1.72	3.0	1.43	1.40	1.34	1.62	1.33	1.41

Las cantidades de aminoácidos para la leche y ambas dietas experimentales, se da en gramos/litro.

Los requerimientos de aminoácidos se tomaron de los resultados obtenidos por A.P. Williams y D.Hewitt, trabajando con becerros lactantes. Br. J. Nutr. 41:311, 1979 (5).

Tabla 9

Contenido calculado de vitaminas en las dietas (SNS) y (SNC)

vitaminas	requerimientos diarios	SNS			SNC		
		PI	I	PD	PI	I	PD
vitamina A (UI/lt)	2300	2890	2610	2110	2890	2610	2110
vitamina D (UI/lt)	360	1866	1140	416	1866	1140	416
vitamina E (mg/lt)		3.7	5.2	4.4	3.7	5.2	4.4
vitamina B ₁₂ (mcg/lt)	35	5.2	4.0	2.7	4.7	3.2	1.7
riboflavina B ₁ (mg/lt)	3.5	2.7	2.9	3.4	1.7	1.4	1.3
tiamina B ₂ (mg/lt)	3.5	1.0	1.7	1.6	0.9	1.5	1.3
piridoxina B ₆ (mg/lt)	3.5	0.5	0.4	0.3	0.5	0.4	0.3
ac. pantoténico (mg/lt)	6.5	4.7	5.5	5.7	3.0	3.0	2.6
niacina (mg/lt)	1.4	7.2	7.7	8.5	6.8	7.1	7.6
ac. fólico (mcg/lt)	250	82.5	128.2	142.5	42.0	84.0	69.5
biotina (mcg/lt)	50	28.2	40.1	47.2	14.2	19.2	19.2
colina (mg/lt)	1300	148.3	235.8	305.7	80.0	133.0	169.0
vitamina C (mg/lt)		26.0	21.5	17.0	26.0	21.5	17.0
clorotetraciclina (mg/lt)		4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16

Los becerros recibieron una dosis de vitaminas ADE y complejo B intramusc. que cubrieron sus requerimientos durante las primeras semanas de vida, estas son necesarias hasta que el animal tiene un rumen funcional, esto sucede entre la sexta y la décima semana de vida dependiendo del tipo de alimentación recibido.

Tabla 10

Contenido calculado de minerales en las dietas (SNS) y (SNC)

minerales (mgs/lt)	requerimientos diarios	SNS			SNC		
		PI	I	PD	PI	I	PD
Ca	3300	2460	3160	2950	2120	2600	2250
P	2520	1600	1350	1480	850	755	715
Mg	360	127	181	260	165	88	139
K	4200	1270	1470	1970	725	602	677
Na	600	700	840	950	250	167	50
Cl	850	525	185	205	500	250	155
S	1200	420	690	1270	120	240	670
Fe	60	0.8	43	97	0.5	42	96
Cu (mcg)	6	13.4	16.8	16.8	13.4	16.8	16.8
Se (mcg)		0.04	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Mn	22	0.9	2.3	3.8	0.7	2.1	3.6
Zn	24	1.5	1.5	1.8			0.35

Adicionalmente se dan minerales a libre acceso en la roca fosfórica, la sal, el concentrado y los forrajes (ver diseño experimental).

Preiniciador (PI), se inicia al cuarto día de vida, una vez que el becerro ha ingerido el calostro, finaliza al vigesimocuarto día, en cada etapa se substituye el 50% de la leche evitando problemas debido a cambios bruscos de alimentación en estas primeras semanas de vida. Los ingredientes empleados en su elaboración a excepción del sebo y la lecitina son mezclados en el suero líquido (SNS) o el agua (SNC) a 50°C de temperatura, se emulsifica por separado el sebo y la lecitina con la leche empleada (500 mls) se calienta y se mantiene en agitación, obteniéndose un producto final para la etapa de preiniciación, ya sea (SNS) o (SNC).

Iniciación (I), tiene una duración de tres semanas (día 25 a día 45), se substituye el 75% de la proteína y la grasa de la leche por una mezcla cuyos ingredientes aparecen en la tabla 6, su preparación es en la misma forma que la dieta anterior, sin embargo las cantidades son diferentes y para mantener una composición aproximadamente igual a la de la leche, se adiciona pasta de coco y se aumentan las cantidades de harina de maíz nixtamalizada y sebo empleadas.

Predestete (PD), esta etapa tiene una duración de seis semanas, en ella se emplea un alimento en que la leche se substituye completamente, la proteína por una mezcla de harina de maíz nixtamalizada, pasta de coco, harina de soya y suero de leche (SNS) o caseinato de sodio (SNC), en ambas dietas se substituye la grasa por una mezcla de sebo bovino refinado y lecitina de soya. La elaboración del alimento se hace mezclando los ingredientes en agua o suero en caliente y agregando el sebo y el emulsificante previamente mezclados y calentados.

5. Resultados y Discusión

Resultados y discusión

Para los becerros que recibieron leche entera como único alimento líquido (CL) no se encontraron diferencias comprobables a lo largo de los 59 días del experimento en las ganancias de peso al ser comparados con las reportadas para experimentos semejantes. J.Opstvedt, 1977 (28) obtuvo ganancias de peso de 0.514 Kgs/día en becerros cuyo peso a los tres días de edad fue de 49.8 Kgs y que recibieron el 10% de su peso vivo del alimento. Asimismo, J.H.B.Roy, 1970, 1977 (10, 13) reporta que en óptimas condiciones de manejo y alimentación un becerro puede ganar hasta el 0.875% de su peso vivo al día, tal como se muestra en el siguiente cuadro: (cuadro 5.1, a continuación).

Peso al nacimiento (Kgs)	Peso a los 91 días (Kgs)	GDP (grs)
25.0	55.0	330
30.0	67.0	400
35.0	78.0	470
40.0	89.0	540
45.0	100.0	600
50.0	111.0	670

En forma similar los resultados obtenidos en el presente trabajo para becerros de 35 Kgs de peso inicial promedio, condujeron a ganancias de peso de 0.420 Kgs/día, que sin embargo no son netamente comparables ya que la duración de ambos experimentos fue diferente, terminando a los 60 días en nuestro caso, siendo lógico esperar mayores ganancias de peso en el periodo entre los 60 y 90 días, que no se llevo a cabo.

Experimentos previos llevados a cabo en el Rancho

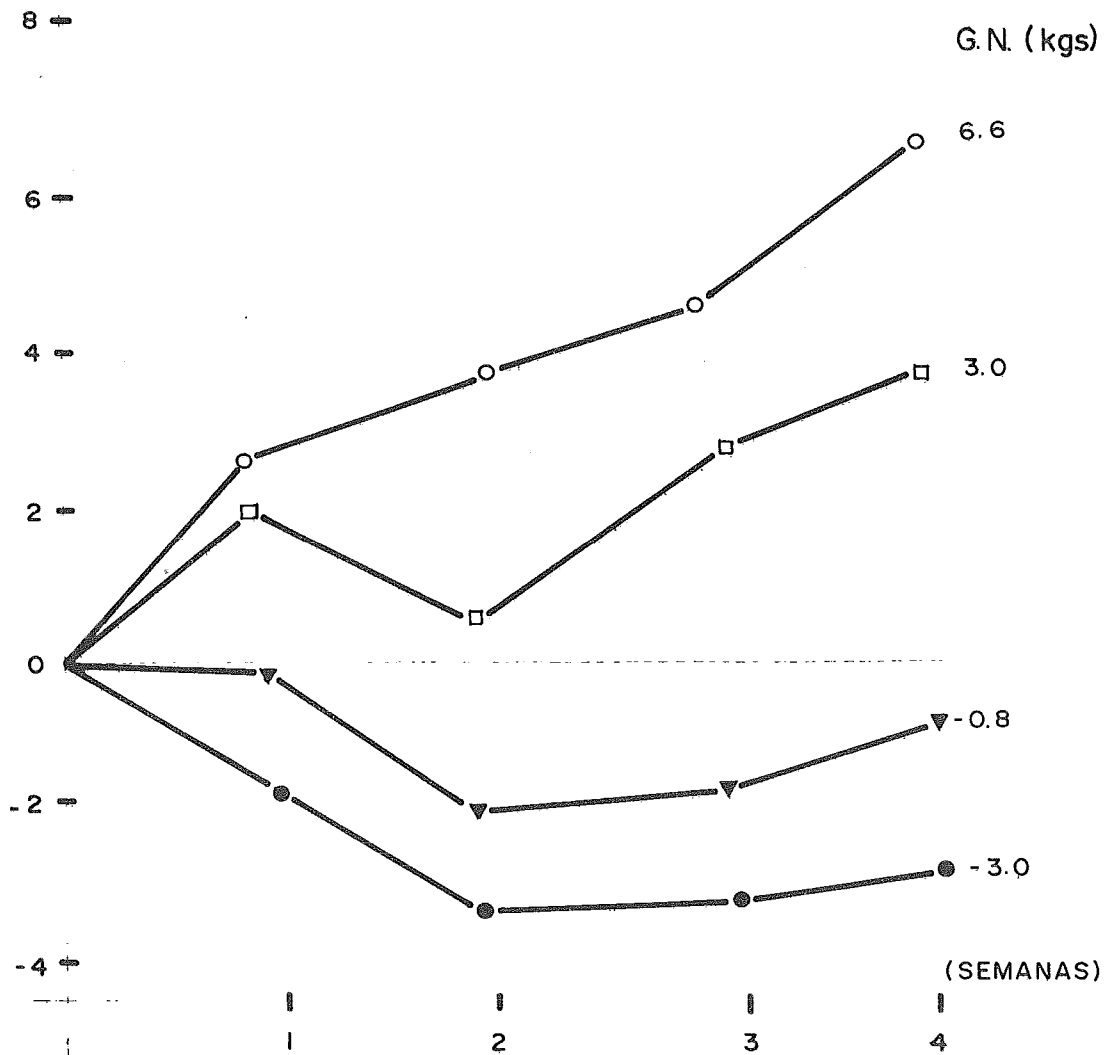
Cuatro Milpas de la UNAM, cuyos datos nos fueron facilitados, concluyen que en 20 becerros machos Holstein, alimentados con leche entera al 10% de su peso vivo en una toma al día, peso inicial promedio de 41 Kgs y destetados a los 35-40 días de edad, tuvieron ganancias de peso de sólo 0.273 kgs/día.

En forma simultanea, los becerros que recibieron la dieta (SC) por un periodo de 59 días y peso inicial promedio de 37.7 Kgs, obtuvieron ganancias de peso de 0.218 Kgs/día, significativamente diferentes ($P < 0.01$) a las del lote control (CL). Esto vendría a ser un hecho perfectamente lógico si se considera que también T.R. Willard en 1971, había obtenido ganancias de peso de sólo 0.15 Kgs/día en becerros alimentados al 10% de su peso vivo con un sustituto de leche preparado con harina de soya sin tratar como fuente de proteína, durante 56 días. En la misma línea de investigación, E. Coblentz en 1975 (11), reporta resultados que indican que la substitución de la proteína en un 75% por proteína de soya cocida a 85°C durante 5 minutos, indujo a pérdidas de entre 0.8 y 3.0 Kgs durante las dos primeras semanas del experimento, los animales parecían recuperarse en las siguientes dos semanas, obteniendo ganancias netas a la cuarta semana de entre 3.0 y 6.6 Kgs, sin embargo estas sólo correspondían a ganancias diarias promedio de entre 0.107 y 0.236 Kgs/día. (gráfica 5.2).

Los resultados obtenidos en nuestro trabajo, concuerdan con los antes mencionados, por otra parte la incidencia de diarreas fue muy elevada, 19% comparada con un 5% para la dieta control (CL). Este hecho reafirma hasta que punto, la substitución total de la proteína láctea por proteína proveniente de la harina de soya, causa detrimentos en el desarrollo y el proceso digestivo del becerro no obstante el tratamiento térmico a que se sometió.

SOYA TRATADA EN SUBSTITUTO DE LECHE PARA BECERROS

GRAFICA 5-2



- CONTROL CASEINATO DE SODIO
- PROTEINA DE SOYA TRATAMIENTO ALCALINO 85° C 5.00 min
- ▼ PROTEINA DE SOYA TRATAMIENTO ALCALINO 85° C 0.25 min
- PROTEINA DE SOYA TRATAMIENTO ALCALINO 85° C 0 min

E COBLENTZ ET AL (1975)

Esta última afirmación puede ser soportada por los experimentos efectuados, en forma independiente por Fisher L. J. en 1976 (2); Nitsan Z. y Volcani R. en 1971 (8) y Gorrill A.D.L. en 1967 (16). (cuadro 5.2).

Ambas dietas fueron bien consumidas, siendo las cantidades ingeridas comparables para ambos lotes : 208 y 210 litros respectivamente, igualmente son comparables los consumos de concentrado 17.1 ± 9.6 Kgs y 17.3 ± 1.2 Kgs para ambos lotes (SC) y (CL), no se controló el consumo de forraje, sin embargo no se apreciaron diferencias notables entre ambos lotes. Los resultados de consumo de concentrado no obstante ser semejantes en cuanto al valor promedio, muestra desviaciones muy grandes entre los becerros del lote (SC), reflejándose en GDP elevadas e incluso semejantes a las del lote control (CL) para aquellos becerros que consumieron más concentrado y forraje, de aquí que la GDP para el lote (SC) presente desviaciones tan amplias : 0.248 ± 0.136 .

Se puede concluir que las ganancias de peso para los becerros que recibieron el sustituto de leche a base de harina de soya cocida (SC), fueron equivalentes a el 60% de las del control de leche (CL), pudiendo atribuirse una parte significativa de ésta a los elevados consumos de concentrado y forraje por algunos de los becerros del lote (SC). Los datos discutidos anteriormente se muestran en la tabla 5.3 y la gráfica 5.4.

Existen reportes de Colvin y Ramsey 1968, 1969 (6, 7) indicando claramente que un tratamiento ácido a pH 4.5 o alcalino a pH 10.5 previo a la cocción, conduce a ganancias de peso comparables a las obtenidas para dietas a base de solidos provenientes en su totalidad de la leche, no existen razones convincentes que prueben que estas condiciones de pH y cocción sean óptimas para aumentar el valor nutritivo de la soya.

PROTEINA DE SOYA EN SUBSTITUTOS DE LECHE PARA BECERROS

		G.D.P. (kgs)	
		3 - 21 días	3 - 35 días
PROTEINA	HARINA DESOYA COCIDA 60% SOLIDOS DE LECHE 40%	- 0.075	- 0.110
	SUBSTITUTO LECHE COMERCIAL	0.078	0.080

A. DL. GORILL (1967)

		G.D.P. (kgs) 3 - 45 días
SUBSTITUTO	PROTEINA LECHE 75% PROTEINA SOYA (harina) 25%	0.290
	CONTROL LECHE	0.580

n = 10 BECERROS / DIETA

L.J. FISHER (1976)

S U B S T I T U T O	Pi	Pf	G.N.	G.D.P.	G.D.P. % DEL CONT.
PROTEINA SOYA COCIDA 73% PROTEINA DE LECHE 27%	43.4	53.8	10.4	0.248	60 %
L E C H E	42.6	65.24	22.64	0.539	100 %

n = 6 BECERROS / DIETA

CUADRO 5-2

NITSAN (1971)

EXPERIMENTO 1

TABLA 5-3

	SUBSTITUTO DE SOYA COCIDA	CONTROL DE LECHE
Pi (kgs)	37.7 ± 4.7	35.4 ± 2.5
Pf (kgs)	51.0 ± 12.3	60.1 ± 7.8
G.N. (kgs)	12.87 ± 8.03	24.7 ± 5.36
G.D.P. (kgs)	0.218 ± 0.136	0.420 ± 0.09
DIAS LACTACION	59	59
CONSUMO SUBSTITUTO (lts.)	177.7 ± 4.6	—
CONSUMO LECHE (lts)	31.5	208
CONSUMO CONCENTRADO (kgs.)	17.12 ± 9.6	17.25 ± 1.04
DIARREAS (%)	19.05 ± 13.04	5.11 ± 3.1

(n = 5 BECERROS / DIETA)

PESO (kgs.)

EXPERIMENTO 1

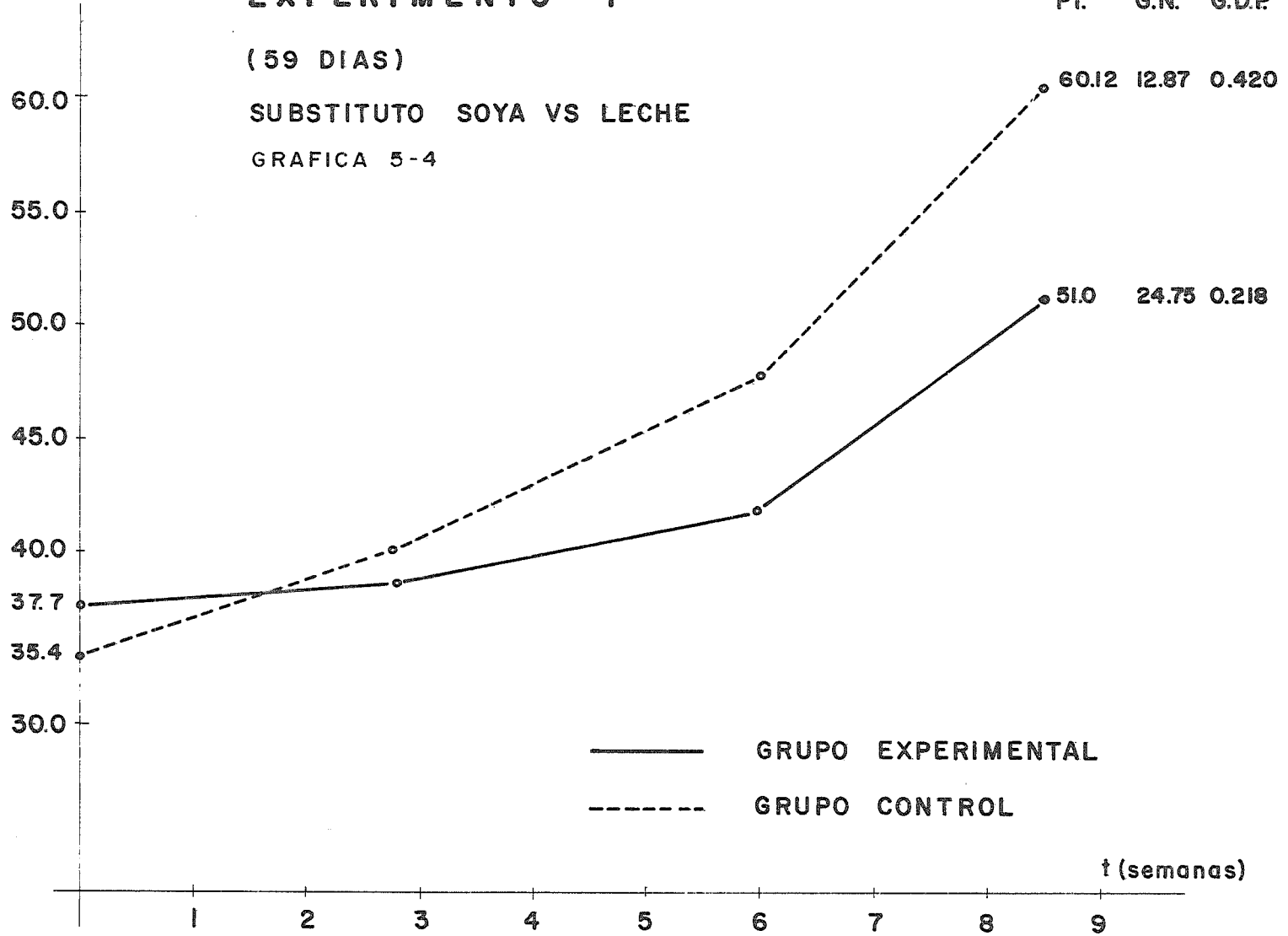
Pf. G.N. G.D.P

Pi

(59 DIAS)

SUBSTITUTO SOYA VS LECHE

GRAFICA 5-4



sin embargo se cree que este hecho podría obedecer a cambios en algún elemento de la soya que lo haga más digestible, posiblemente pero no necesariamente proteína. Por otra parte este tratamiento podría probar la inactivación por medio de este proceso de alguno de los factores antinutricionales de la harina de soya, presumiblemente el inhibidor de tripsina o bien evitar el efecto inhibitor de las dietas con harina de soya en cantidades importantes, sobre la secreción de tripsina y quimotripsina pancreática, en concordancia con lo reportado por Gorrill A.D.L. y Thomas J.W. en 1967 (16, 19).

Durante el segundo experimento, cinco becerros que recibieron durante 30 días una dieta semejante a la descrita para el primer experimento (SC), pero sometida a un tratamiento ácido como el descrito por Colvin y Ramsey (6, 7) como único alimento (dieta STA), tuvieron ganancias de peso muy bajas (0.011 Kgs/día) significativamente diferentes (P 0.01) tanto al lote control CL como al lote SC. En este segundo experimento, se comprobó una incidencia de diarreas muy elevada 36.4%, observandose que el tipo de diarrea más frecuente fue el caracterizado por una coloración verdosa atribuida a la presencia de elevadas cantidades de proteína en las heces; este hecho, pensamos, es causado por la inhibición de la tripsina y la disminución de su secreción, esto aunado a tiempos de residencia muy cortos debido a la falta de coagulación en el abomaso, harían que una parte importante de la proteína, aun sin digerir, fuera eliminada en las heces, siendo la coloración producida por la fermentación de ésta en el intestino.

Diversos síntomas de intoxicación, principalmente alopesias, inflamaciones en la cara y las articulaciones y pelo hisurto, fueron observados. La dieta fue suspendida

después de que cuatro de los cinco becerros murieron; en todos ellos se presentó deshidratación y diarreas severas, en dos de ellos se encontraron abscesos pulmonares purulentos, en cuatro de ellos la pared intestinal presentaba hemorragias, dos de ellos fueron tratados con tilosina por presentar síntomas de neumonía y uno más con eritromicina por tener síntomas de salmonelosis.

El consumo de alimento fue bajo, principalmente durante la última semana. Estos datos se muestran en la tabla 5.5 y la gráfica 5.6.

Los resultados obtenidos, vinieron a reforzar nuestra convicción: que la substitución total de la proteína láctea por proteína proveniente de la harina de soya, conduce a bajas ganancias de peso a pesar de la cocción y el tratamiento ácido a que se sometió. Este resultado concuerda con trabajos previos en que se empleo un substituto de leche elaborado según el proceso de Illinois (80), experimento en que la mortalidad fue mayor al 50%. Son también coincidentes, los resultados obtenidos en experimentos semejantes por Ramsey y Willard en 1974 (9); Coblenz E. en 1975 (11); Smith y Sissons en 1975 (48) y Sudweeks E.M. en 1972 (54). En todos los casos los animales presentaron, al emplearse harina de soya cocida con o sin tratamiento ácido ganancias de peso significativamente menores ($P < 0.01$) a las obtenidas para el control de leche, problemas digestivos, elevada incidencia de diarreas, deshidratación, alopecias y otros signos de intoxicación que en su conjunto, condujeron a elevadas tasas de mortalidad. Este conjunto de síntomas es agudizado durante las tres primeras semanas de vida del becerro, por su carencia de capacidad para digerir fuentes de proteína diferentes a las de la leche (3, 48, 73). La baja digestibilidad de la proteína de soya,

EXPERIMENTO 2

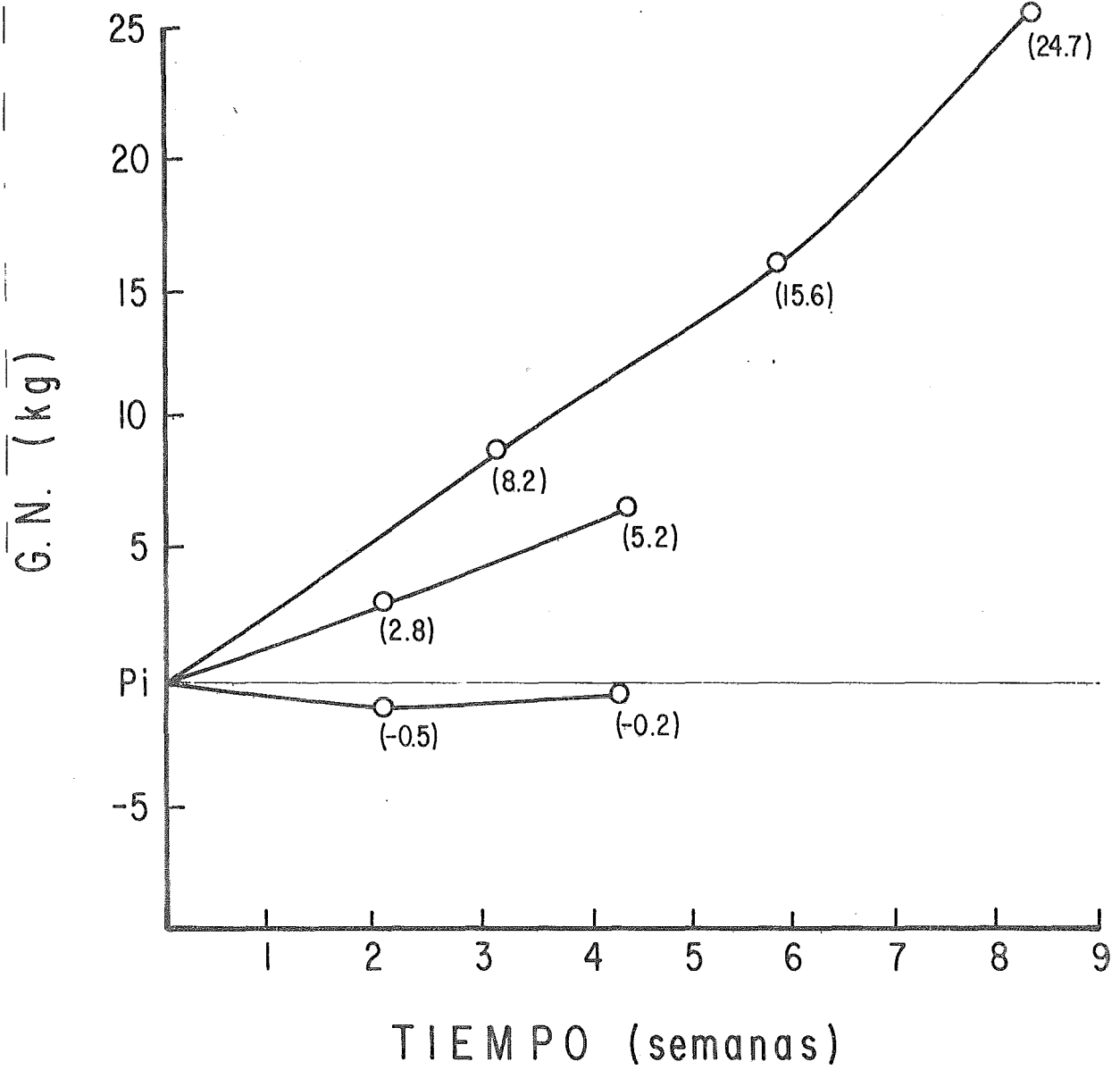
TABLA 5-5

	SUBSTITUTO SOYA CON TRATAMIENTO ACIDO	SUBSTITUTO COMERCIAL PURINA	CONTROL LECHE
PI (kgs)	39.78 ± 4.89	37.32 ± 6.9	35.4 ± 2.5
Pf (kgs)	39.86 ± 3.53	42.55 ± 4.1	60.1 ± 7.8
G. N. (kgs)	0.160 ± 1.06	3.55 ± 1.84	24.7 ± 5.36
G. D. P. (kgs)	0.01 ± 0.09	0.118 ± 0.061	0.420 ± 0.09
DIAS LACTACION	30	30	59
CONSUMO SUBSTITUTO (lts.)	90.8 ± 3.11	97.5 ± 2.89	—
CONSUMO LECHE (lts)	17.6 ± 0.89	16.25 ± 0.5	208
CONSUMO CONCENTRADO (kgs)	—	—	17.25 ± 1.04
DIARREAS (%)	36.4 ± 14	17.4 ± 9.9	5.11 ± 3.1

(n = 5 BECERROS / DIETA)

EXPERIMENTO 2

GRAFICA 5-6



está probablemente asociada a un corto tiempo de retención en el abomaso debido a la falta de coagulación y a una reducción en la secreción de las proteasas gástricas y pancreáticas, hecho probado por Gorrill y col en 1967 (16,19) sin embargo existen evidencias que indican que la secreción de estas proteasas se incrementan con la edad (16).

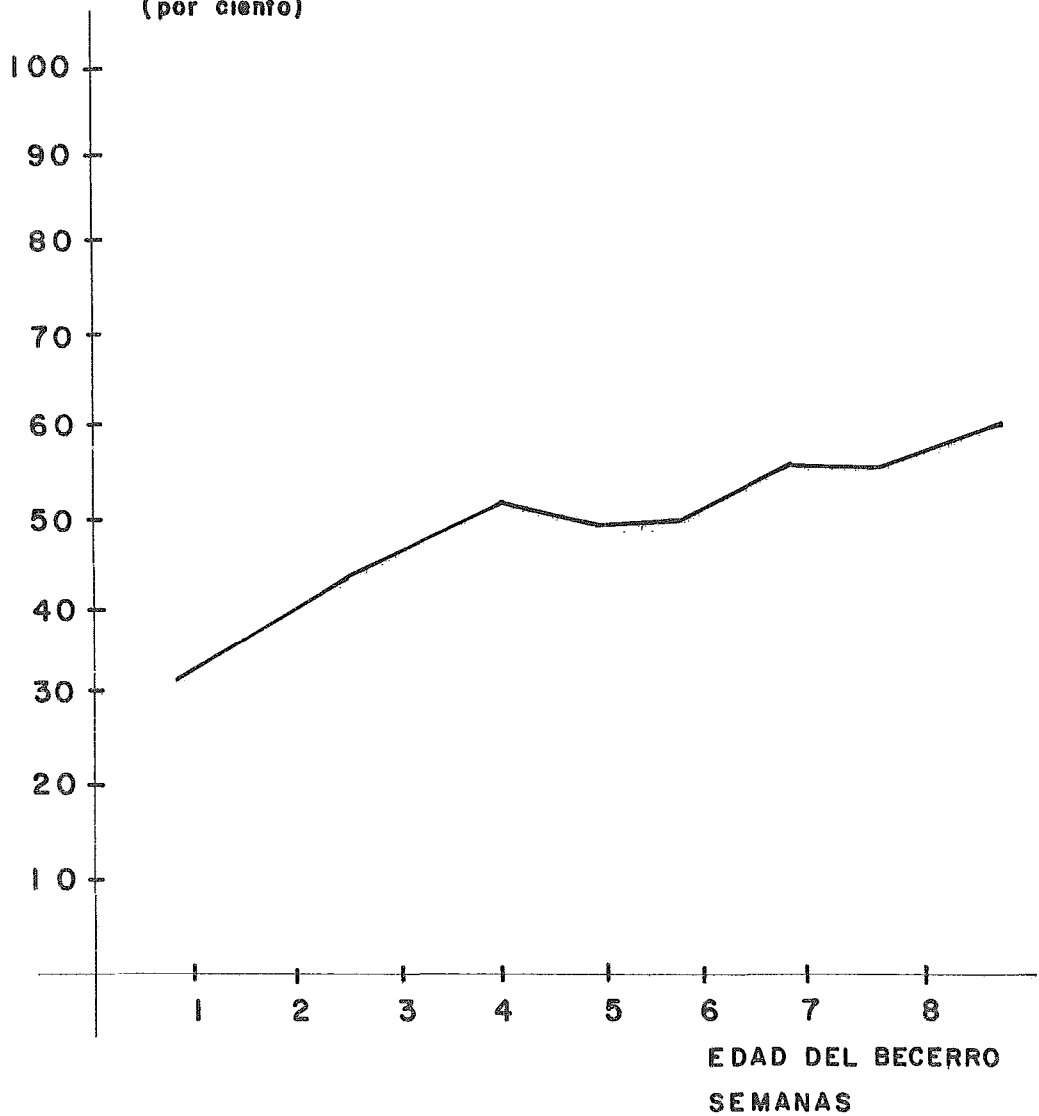
La digestibilidad de la proteína de soya aumenta con la edad, siendo menor al 30% durante los primeros días de vida y alcanzando apenas el 50% en la tercera o cuarta semana (1,9,14), tal como se muestra en la gráfica 5.7 Al parecer el becerro se adapta a la falta de coagulación.

Es importante remarcar que la tripsina, enzima proteolítica secretada por el pancreas, es imprescindible en el desdoblamiento de las proteínas de la dieta y su ausencia causaría un notable descenso en la digestión de éstas.

Al efectuarse las necropsias, se encuentran ulceraciones e hipotrofia en las vellocidades intestinales al igual que alteraciones en los riñones. Esto concuerda perfectamente con lo reportado recientemente por Smith y Sisson, 1979 (18) quien concluye que el uso de productos de soya como fuente de proteína en los sustitutos de leche, causa una gran cantidad de perturbaciones principalmente de origen digestivo que según sus resultados estarían asociados a una alergia gastrointestinal frente a un constituyente antigénico presente en la soya y resistente al tratamiento térmico al igual que a los tratamientos ácidos y alcalinos. El mismo autor reporta que aunado al uso de productos de soya de alta calidad, sometidos a tratamientos térmico, se hicieron extracciones con etanol en caliente que condujeron a la obtención de productos libres de este factor antigénico, cuyo uso en becerros permitio obtener valores biológicos de la proteína comparables a los obtenidos para un control de caseina; (0.84-0.87 vs 0.88-0.90).

EFFECTO DE LA EDAD SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA DE SOYA

DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA
(por ciento)



GRAFICA 5-7

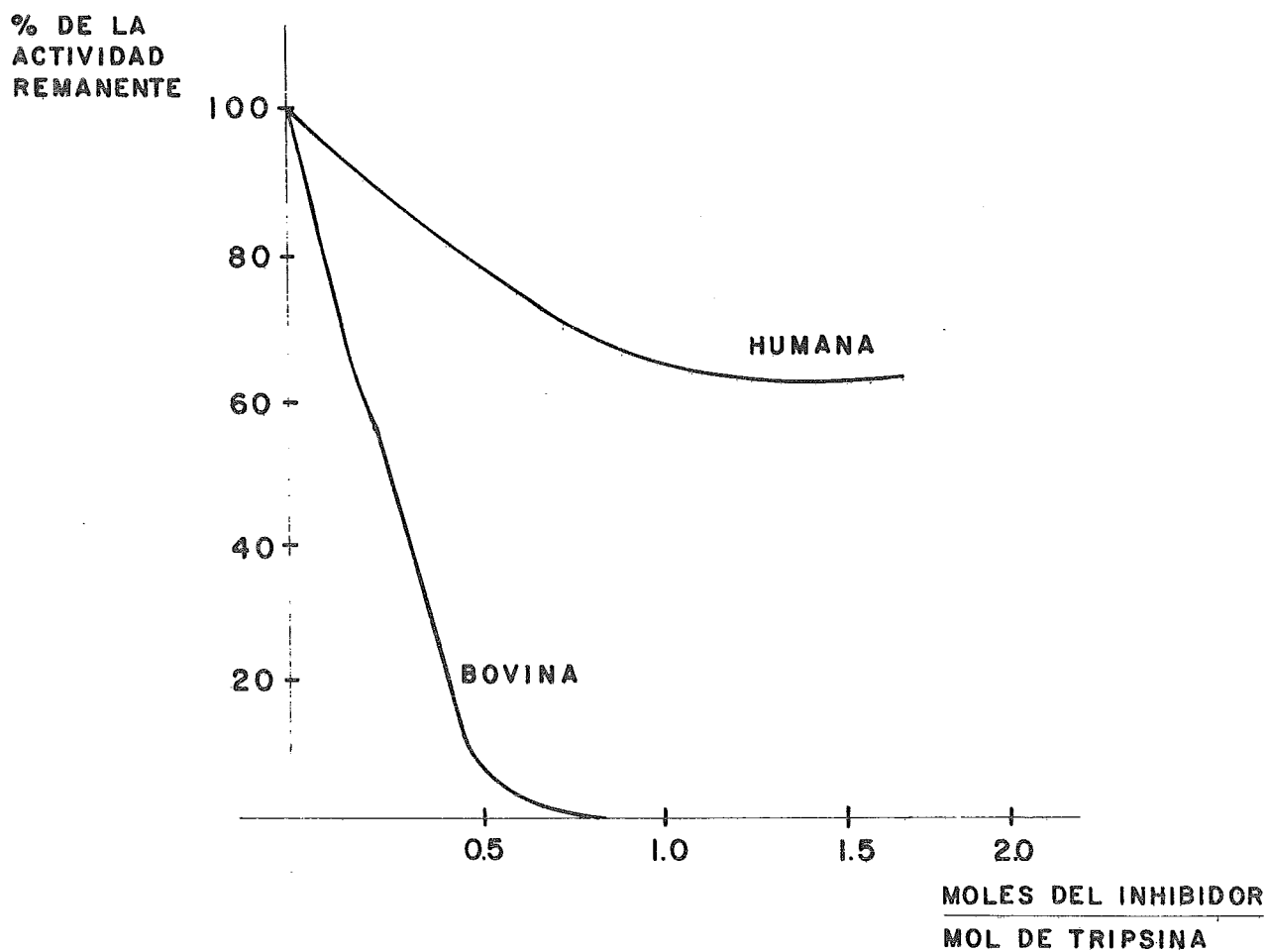
B. M. COLVIN y H. A. RAMSEY
(1974)

Ambas dietas elaboradas con soya debieron ser suplementadas con lisina y metionina, en el primer caso el aminograma de la proteína de soya muestra que esta es deficiente en metionina, en cuanto a la lisina, se supuso que parte importante de la lisina se volvería poco accesible al becerro por la formación de complejos lisina-azúcares debido al proceso de calentamiento a que se sometió sin embargo otra explicación, podría ser que la lisina desempeña otras funciones específicas dentro del metabolismo del animal. Es en esta línea que podría explicarse el hecho de que el contenido de lisina en la proteína de la leche sea tan elevado Erbersdobler H., 1973 (3)

Se comprobó igualmente que la suplementación de la dieta líquida con un concentrado y un forraje adecuado es imprescindible para obtener ganancias de peso aceptables igualmente se deduce al observar los datos obtenidos en niños lactantes alimentados con leche de soya (50) que la tripsina humana es mucho más resistente a la inhibición por el inhibidor de tripsina del frijol soya que la tripsina bovina, deducción consistente con lo demostrado por Feeney y col 1969; Travis y Roberts, 1969 y reportado por Coan y Travis, 1971. Tal como se puede apreciar en la gráfica 5.8

Con base en lo dicho anteriormente, podemos resumir diciendo que es un hecho que los productos de soya no tratados o sometidos únicamente a cocción y tratamientos ácidos o alcalinos, no son aptos para emplearse en la elaboración de sustitutos de leche para becerros sin producir graves detrimentos en su desarrollo. Por otra parte, recientemente se han desarrollado procesos que permiten su uso sin mayores problemas Smith y Sisson, 1979 (18). Sin embargo el uso de estos productos implicaría la necesidad de una tecnología y una infraestructura que no existe y sería

EFFECTO DEL INHIBIDOR DE TRIPSINA SOBRE LA ACTIVIDAD DE LAS TRIPSINAS HUMANAS Y BOVINAS



GRAFICA 5-8

COAN y TRAVIS (1971)

inconveniente implantar en nuestro país.

Es un hecho ampliamente aceptado, que la formación del cuajo en el abomaso es de singular importancia para el conjunto del proceso digestivo Emmon D.B. y Lister E.E. 1976 (22) es lógico por lo tanto atribuir un papel imprescindible durante al menos las tres primeras semanas de vida a la leche en la dieta (11,13). Es arriesgado por lo tanto substituir la leche en forma drástica en esta etapa, no así una vez que el animal cuenta con un equipo enzimático cada vez más completo y un mayor desarrollo de los diversos complementos de su aparato digestivo, siendo este el momento adecuado para eliminar progresivamente la leche de la dieta.

Paralelamente nuestro país cuenta con una gran experiencia tradicional en el uso de la harina de maíz nixtamalizada en la alimentación tanto de infantes como de becerros lactantes.

La constatación de esto , aunado a la experiencia obtenida al emplear diversos sistemas de alimentación nos condujo a proponer el esquema de alimentación cuya gráfica se representa en la figura 4.1. Mediante esta forma de reemplazo, fue posible substituir más del 80% de la leche de la dieta por los substitutos de leche propuestos.

Los resultados obtenidos para los lotes SNS y SNA al compararse contra el lote control CL nos permitieron constatar que no existieron diferencias significativas ($P < 0.01$) entre las tres dietas comparadas.

Adicionalmente se probó que el uso del suero de leche o el casinato de sodio en las dietas SNS y SNA no causó diferencias significativas ($P < 0.05$) en cuanto a las ganancias de peso obtenidas (0.403 Kgs/día vs 0.430 Kgs/día)

La incidencia de diarreas fue comparable a los valores considerados normales en esta etapa de lactación 8.4% y 4.8% contra 5.1% del control.

Consideramos que el reemplazo de la leche en forma es calorada y gradual permite una fácil adaptación del becerro a la dieta. La transición y los cambios fisiológicos en el becerro prerumiante en un lapso de sólo tres meses son tan drásticos que el dividir esta etapa en tres periodos con una alimentación adecuada a cada uno de ellos puede ser una estrategia valiosa de ser considerada.

En el presente trabajo se comprobó la posibilidad de substituir la leche en forma apreciable si esto se hace en forma gradual.

El uso de la harina de maíz nixtamalizada no causó problemas digestivos de importancia, esto pensamos se debe atribuir a la cocción alcalina a que se somete el producto durante su procesamiento. El empleo de este producto en cantidades de hasta 200 grs/lt (20%) en los substitutos, podría pensarse que causaría problemas para el becerro, sin embargo la digestibilidad del almidón, que es de sólo 23% a los dos días de edad, alcanza el 98% a los 40 días de edad en que se elimina por completo la leche de la alimentación (Huber J.T., 1969 (1) En apoyo a este hecho podemos citar igualmente los experimentos de (Flipse y col 1950) en que becerros que recibieron dietas altas en almidón (como en nuestros experimentos) crecieron tan rápidamente como aquellos que sólo recibieron leche.

Este tercer experimento fue a nuestro parecer el de mayor importancia, los resultados fueron notablemente alen tadores, tanto desde el punto de vista de las ganancias de peso obtenidos como en el aspecto económico, la administra ción de la leche durante las primeras seis semanas, permitió emplear a partir de la séptima semana un alimento sin leche, muy económico y que favoreció la estadía del becerro como animal monogástrico con óptimas conversiones alimenticias. (figuras 5.9, 5.10 y 5.11).

EXPERIMENTO N.3

SUBSTITUTO NIX TAMAL - SUERO

ARETE	Pi	Pf	GDP	GN	CONV.
66	35.4	59.6	0.390	32.8	3.64
67	35.0	60.2	0.420	35.3	3.50
80	30.0	64.8	0.400	34.8	3.54
83	33.0	70.9	0.431	37.9	3.33
84	36.0	69.6	0.373	33.6	3.81
\bar{X}	33.88	68.8	0.403	34.88	3.56
D.S.	2.44	2.50	0.073	1.95	0.18

SUBSTITUTO NIX TAMAL - CASEINA - AGUA

ARETE	Pi	Pf	GDP	GN	CONV.
70	27.5	59.6	0.386	32.4	2.94
72	28.0	58.8	0.367	30.8	3.06
38	33.2	76.0	0.498	42.8	2.62
39	33.0	68.8	0.416	35.8	3.03
55	42.0	82.6	0.478	40.6	2.54
\bar{X}	32.74	69.16	0.429	36.5	2.84
D.S.	5.83	10.32	0.057	5.15	0.24

DURACION (82 días)

EXPERIMENTO 3

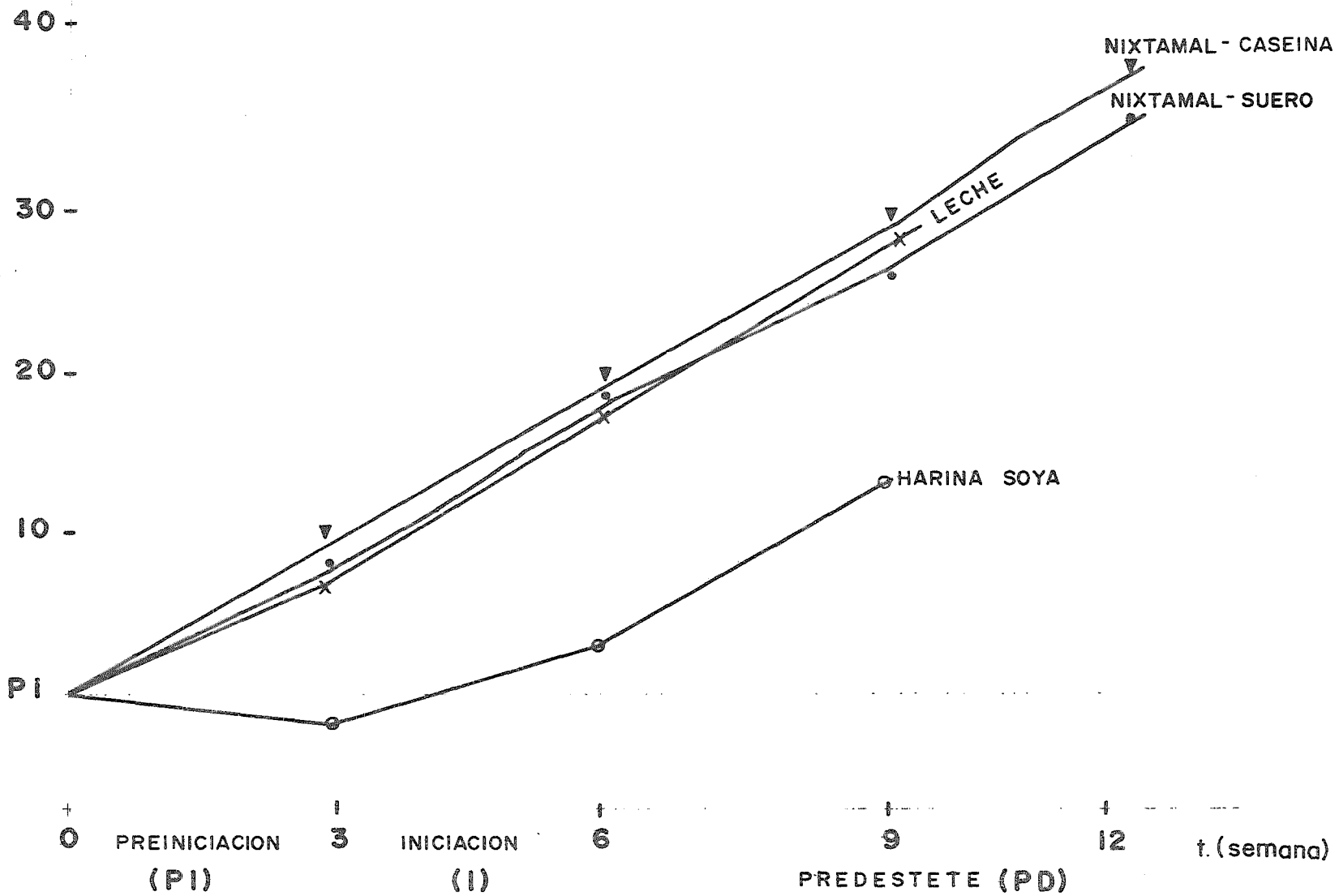
	SUBSTITUTO NIXTAMAL-SUERO	SUBSTITUTO NIXTAMAL- CASEINA	CONTROL LECHE
Pi (kgs)	33.88±2.44	32.74 ± 5.83	35.4±2.5
Pf (kgs)	68.8 ± 2.50	69.16 ± 10.32	60.1 ± 7.8
G.N.(kgs)	34.88±1.95	36.5 ± 5.15	24.7 ± 5.36
G.D.P.(kgs)	0.403±0.073	0.429 ± 0.057	0.420 ± 0.090
DIAS LACTACION	82	82	59
CONSUMO SUBSTITUTO (lts)	340.4_ 16.3	348.3±11.6	-
CONSUMO LECHE (lts)	68.7 ± 9.2	66.8 ± 3.5	292 ± 21.6
CONSUMO CONCENTRADO(kgs)	11.2 ± 3.4	14.6 ± 4.7	17.25± 1.04
DIARREAS (%)	8.4±2.1	4.8 ± 3.2	5.1 ± 3.1
CONVERSION ALIMENTICIA	3.56 ± 0.18	2.84 ± 0.24	N.D.

(n = 5 BECERROS / DIETA)

TABLA 5-10

G.N. (kg)

GANANCIAS DE PESO ACUMULADAS (KG)



GRAFICA 5-II

6. Conclusiones

CONCLUSIONES

El presente trabajo, puede enmarcarse como un esfuerzo para implementar investigación y tecnología adecuadas a las características propias de nuestro país; dentro de esta perspectiva, la inquietud que motivo este esfuerzo, se finca en el deseo de contribuir a:

1. Disminuir el déficit creciente de leche en México, haciendo disponible para el consumo humano, la fracción de la producción de leche que se destina a la cría de becerros de reemplazo (ver tabla 6.1). Se trataría de un aumento "real" en la disponibilidad de leche para consumo humano en forma inmediata, que no implicaría la creación de una infraestructura paralela, que por sí misma, requeriría un lapso considerable de tiempo y una inversión elevada.
2. Aprovechar el potencial de carne que representan, casi 600,000 becerros de razas lecheras especializadas (Holstein) que cada año, al dejar de ser engordados para el abasto de carne, se desaprovechan casi totalmente (ver cuadro 6.2). México ha sido tradicionalmente un país exportador de carne, sin embargo, en los últimos años se ha estancado la producción de carne, reflejándose en una tendencia a la disminución de la capacidad de exportación de carne. El cierre de la frontera norte a la exportación de ganado, en meses pasados, para preservar el abasto de la ciudad de México, es un indicio de la urgente necesidad de aprovechar los becerros Holstein para el abasto, con la ventaja de encontrarse concentrados en cuencas lecheras bien localizadas gran parte de ellas en el Altiplano y considerablemente más

CARACTERISTICAS DE LA GANADERIA LECHERA EN MEXICO

	1980	1982
GANADO LECHERO ESPECIALIZADO (CABEZAS)	1,320,000	1,629,000
PRODUCCION (lts/año)	3961,000,000	4890,000,000
BECERRAS/AÑO <small>FERTILIDAD 80% MORTALIDAD 10%</small>	475,200	586,440
CONSUMO LECHE lts	173,448,000	214,050,600
DE LA PRODUCCION TOTAL %	1.89 %	2.07 %
GANADO DOBLE PROPOSITO (cabezas)	6,648,000	7,121,000
PRODUCCION (lts./año)	4620,000,000	4807,000,000
BECERRAS/AÑO <small>FERTILIDAD 50% MORTALIDAD 10%</small>	2,991,600	3,204,450
CONSUMO LECHE (lts)	1091,934,000	1169,624,250
% DE LA PRODUCCION TOTAL	11.91 %	11.33 %
PRODUCCION POR VACA/DIA CORREGIDA A 270 DIAS LACT.	10.96 lts/dia	10.97 lts/dia
% DE LA PRODUCCION D. LECHE EMPLEADA EN LA CRIANZA DE BECERRAS DE REMPLAZO	13.8 %	13.4 %

POTENCIAL DE CARNE DE LOS BECERROS HOLSTEIN

A Ñ O	1977	1978	1979	1980	1981	1982
FERTILIDAD 80% BECERROS NACIDOS MORTALIDAD 10%	398,150	427,940	461,840	475,200	541,080	586,440
POT. CARNE/AÑO TONELADAS (en canal)	99,540	106,980	115,460	118,750	135,270	146,610
DEMANDA DE CARNE / AÑO TONELADAS	1,306,500	1,396,200	1,478,220	1,632,130	1,761,920	1,897,780
% DE LA DEMANDA	7.62%	7.66%	7.81%	7.28%	7.68%	7.73%

CUADRO 6-2

cerca a los centros de consumo que el ganado del norte del país o del trópico. Pensamos, que de ser criados estos animales, podría cubrirse entre 25 y 30% del consumo de la ciudad de México. (gráfica 6.6)

3. Contar con un sustituto de leche adecuado a las necesidades del país, que aliente el aprovechamiento de los becerros y becerras íntegramente.

Para poder apreciar la importancia que este trabajo representa, es necesario establecer con claridad los problemas que afronta la ganadería lechera en México, el análisis de su problemática nos permite señalar algunos aspectos que consideramos claves:

En el año de 1979, se importaron 102,000 toneladas de leche en polvo equivalentes aproximadamente a 1,000 millones de litros con un valor de 1,400 millones de pesos y 15,000 toneladas de grasa butírica por valor de 360 millones de pesos.

Sino se hace algo por invertir la tendencia de crecimiento actual del déficit, en 1982, se tendrán que importar 2,500 millones de litros con un valor superior a los 5,000 millones de pesos. (ver gráfica 6.3)

En el año de 1976, se importaron vaquillas de reemplazo por un monto de 460 millones de pesos, se pronostica un crecimiento anual de más de 20%, sin embargo estas importaciones no podrán por sí solas invertir la tendencia creciente del déficit de leche.

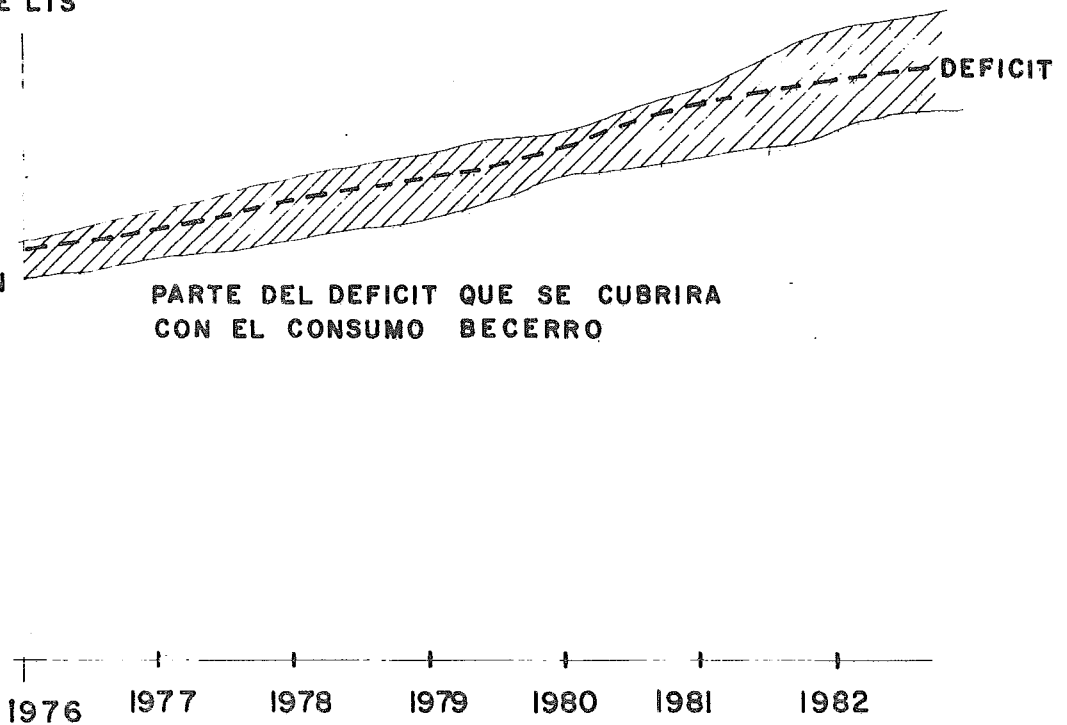
En el año de 1979, se tuvo que cerrar la frontera a la exportación de ganado en pie, el crecimiento pronosticado para el renglón ganadero es el menor, comparado con las demás actividades productivas del país, menor incluso que el crecimiento demográfico pronosticado.

DEFICIT DE LECHE EN MEXICO

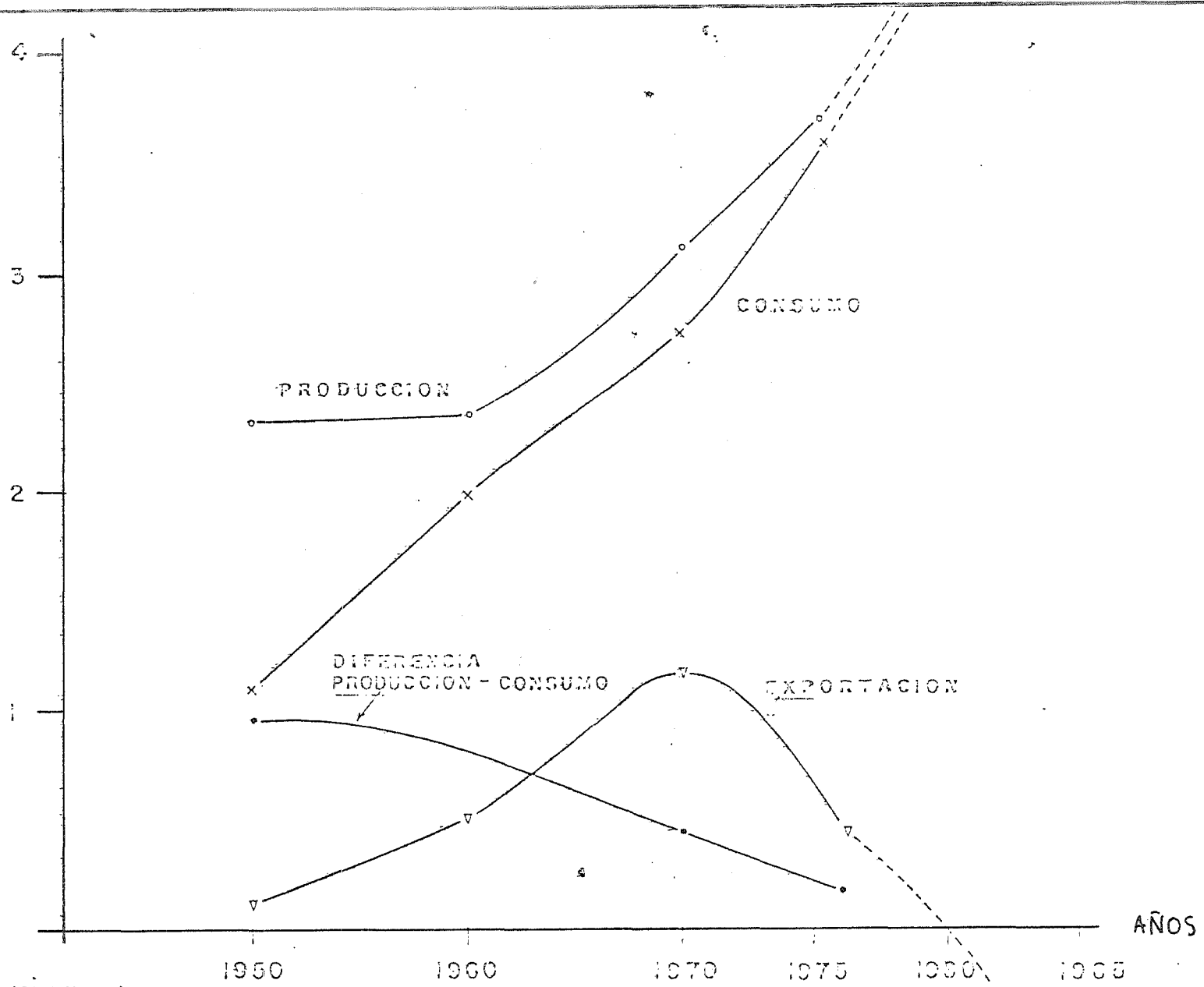
G R A F I C A 6-3

CONSUMO TOTAL
MILLONES DE LTS
LECHE

CONSUMO
PRODUCCION



CABEZAS x 10⁶



GRAFICA 6.6

AÑOS

México, de no reactivarse esta actividad, dejara de ser un país exportador de ganado.

Aproximadamente la tercera parte de las becerreras son sacrificadas al nacer sin permitir que llegen a ser animales productivos. Este número es dos veces mayor que el número de vaquillas de reemplazo importadas.

La variación en el número de becerras sacrificadas es tan amplia que podemos deducir que no existe en estos momentos política o esfuerzo alguno por parte de los organismos responsables, para evitar esta situación, que de resolverse permitiría el crecimiento del hato lechero a un ritmo dos veces mayor que el actual asociado a un aumento proporcional en la producción de leche.

Estos datos nos dan un panorama de la magnitud y de los alcances de un proyecto en este sentido, no somos los primeros ni los únicos en analizar esta situación, sin embargo, las soluciones viables en países con mayor grado de desarrollo (substitutos a base de leche descremada y deshidratada), no son viables en nuestro país. En países Europeos, E.U., Canadá, es de mayor importancia substituir la grasa láctea por su elevado valor agregado. En nuestro país es esencial rescatar íntegramente la leche para consumo preferentemente de la población infantil.

En suma, podemos detectar diversas situaciones en la producción de carne y leche, sobre las que un sustituto de leche adecuado incidiría favorablemente en la siguiente forma:

1. Elevaría la disponibilidad de leche para consumo humano en aproximadamente 13.5 %, esto es 800 millones de litros anuales con un valor de alrededor de 5,000 millones de pesos.

2. Disminuiría las necesidades de importación al cubrir aproximadamente un 70% del déficit de leche existente, liberando divisas por un monto de 900 millones de pesos.
3. Permitiría incrementar el crecimiento del hato lechero a un ritmo dos veces mayor al actual, siendo esta la solución a mediano y largo plazo para abatir el déficit en productos lácteos. (ver tabla 6.4)
4. Aumentaría la producción de carne en México en aproximadamente 7.5%
5. Permitiría al ganadero un ahorro de alrededor de un 40% del costo total de alimentación del becerro (recordar que la alimentación implica el 76% del costo total de cría de los animales, esto representa a costos actuales alrededor de 2,500 millones de pesos). (ver gráfica 6.5)

**INCREMENTO DEL HATO LECHERO NACIONAL
SITUACION ACTUAL Y PERSPECTIVAS
CIFRAS EN CABEZAS**

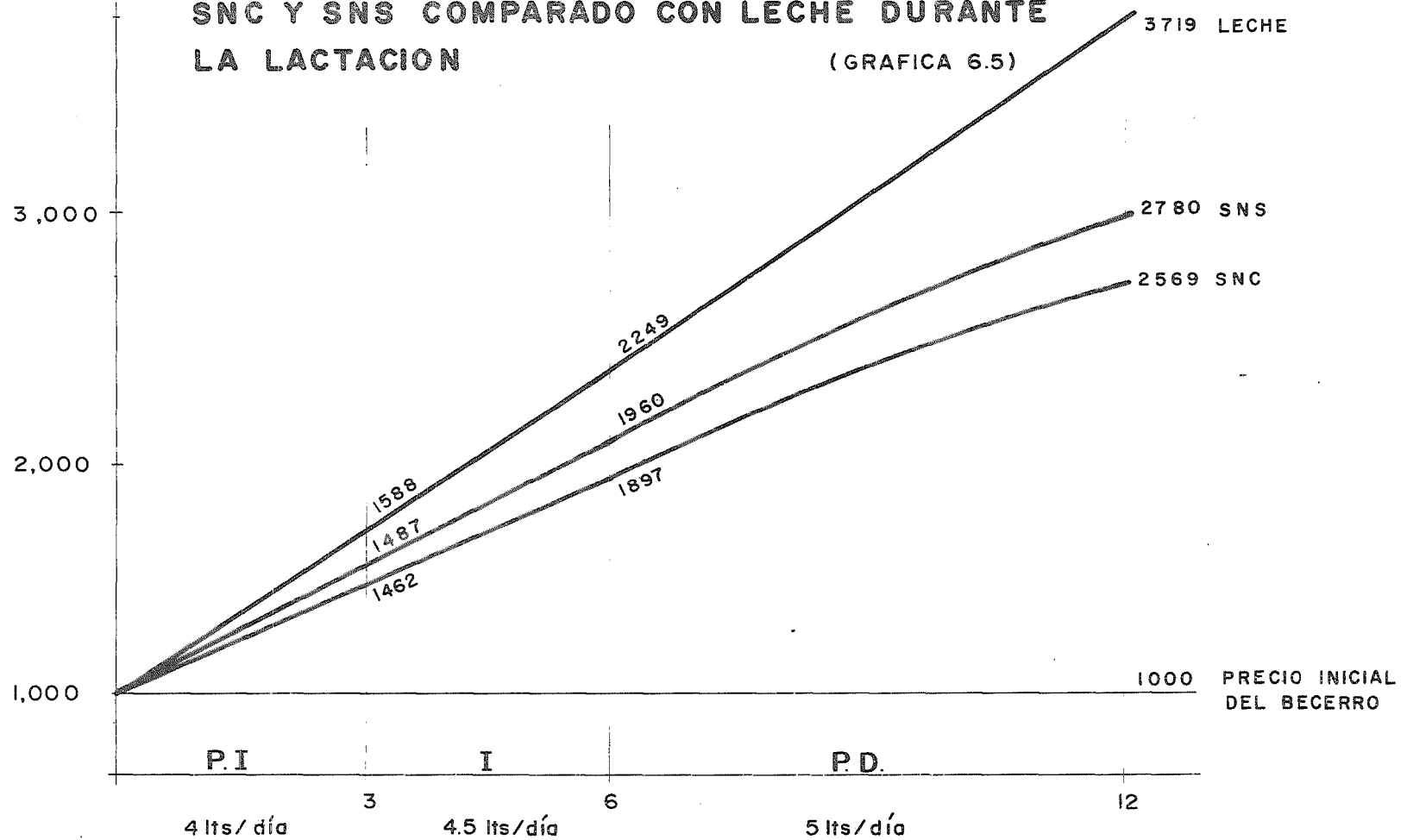
	1979	1980	1981	1982
VACAS LECHERAS	1,282,870	1,320,470	1,502,970	1,628,930
INCREMENTO (a)	94,150	37,600	182,500	125,850
20 % DE REPLAZO ANUAL (b)	256,574	264,094	300,594	325,786
TOTAL (a + b)	350,724	301,694	483,094	451,636
IMPORTE TRADICIONAL	57,900	62,900	67,900	72,900
NECESIDAD DE REPLAZOS PARA EL CRECIMIENTO DEL HATO PRONOSTICADO	292,824	238,794	415,194	378,736
POTENCIAL DE BECERRAS PARA REEMPLAZO 80 % FERTILIDAD 10 % MORTALIDAD	398,149	427,938	461,836	475,200
DIFERENCIA % (DESPERDICIO) DEL TOTAL	105,325 30.03 %	189,144 62.7 %	46,642 9.65 %	96,464 21.36 %



TABLA 6-4

COSTOS DE ALIMENTACION DE LAS DIETAS SNC Y SNS COMPARADO CON LECHE DURANTE LA LACTACION

(GRAFICA 6.5)



LOS PRECIOS DE LOS SUBSTITUTOS SNS Y SNC,
INCLUYEN MATERIA PRIMA, COSTO DEL PROCESO
Y UTILIDAD

LECHE \$ 7.00 / lts.

	P.I.	I.	P.D.
SNS (\$)	5.50	4.60	3.20
SNC (\$)	5.80	5.00	3.90

"PROYECTO PARA LA INSTALACION DE UN CENTRO DE RECRIA
Y UNA PLANTA PARA LA PRODUCCION DE ALIMENTOS
PARA BECERROS PRERUMIANTES"

6.1 ANTECEDENTES.

La importación masiva de alimentos, (más de 7 millones de toneladas este año), no obedece a una incapacidad del país para producirlos, sino a la falta de una lógica de producción que promueva el uso racional de los recursos existentes

Es evidente que las situaciones aberrantes que se dan en nuestro país por falta de una adecuada planeación, representan un importante obstáculo para el aumento de la producción de alimentos. Refiriendonos al caso concreto que motivó la presente investigación y la elaboración de este proyecto, se pudo constatar que.

Uno de los factores limitantes que más afectan la ganadería lechera de nuestro país es, la incosteabilidad cada vez mayor de alimentar y criar las becerras de reemplazo que permitan el crecimiento del hato lechero, y por esta misma causa el desperdicio casi total del potencial de carne de los becerros Holstein.

Un importante paso hacia la solución de este problema, sería el disponer de un sustituto de leche y un sistema de alimentación que hagan más económica, más atractiva y más accesible la cría de becerros y becerras que eviten una mayor dependencia alimentaria del exterior, que promuevan el uso de materias primas abundantes en nuestro país y que involucren la transferencia de una tecnología adecuada al nivel de desarrollo de este sector del país.

6.2 Resúmen

1. Se elaboró el proyecto para construir una planta con capacidad para producir hasta 5000 litros diarios por turno

de los substitutos de leche estudiados, considerándose los siguientes aspectos:

1. ingeniería del proyecto.
2. mercado potencial del producto.
3. descripción del proceso.
4. inversión requerida.
5. costo y factibilidad económica del proyecto.

2. La creación de la infraestructura necesaria para la elaboración de los substitutos de leche descritos, debe estar asociada al establecimiento de centros de recría situados estratégicamente en las cuencas lecheras del país, en consecuencia se diseñaron instalaciones "tipo" para un centro de recría con capacidad para atender entre 800 y 1,000 animales anualmente.

3. Se establecieron los lineamientos tanto para el manejo y alimentación de los animales, como para la administración de el centro de recría y la planta de alimentos.

4. Se obtuvieron las cotizaciones, tanto de la obra civil como del equipo y maquinaria necesarios. Se estableció la rentabilidad del proyecto. Los estudios económicos y de factibilidad se hicieron siguiendo los lineamientos establecidos por el Banco de México y el Fondo Nacional para el Equipamiento Industrial (FONEI), para proyectos de factibilidad industrial.

Se presentó un proyecto de investigación con una duración de dos años para su financiamiento al programa agropecuario y forestal (PROAF) de CONACYT.

6.3 Mercado potencial

Existen en nuestro país, aproximadamente 1,200,000 bovinos lecheros especializados, que representan alrededor de 1,000,000 de becerros y becerras anualmente. Igualmente, existen alrededor de 4,000,000 de cabezas de ganado de doble propósito. El empleo del sustituto de leche propuesto, permitiría el ahorro de más de 200 millones de litros de leche anualmente, y una cantidad tres veces mayor, de ser usado en la alimentación de becerros de razas de doble propósito.

6.4 Instalaciones

Se propone la construcción de una unidad "tipo" con capacidad para manejar 220 animales en forma simultánea, trabajando al 80 por ciento de su capacidad. Esta unidad de recría cumple con las especificaciones necesarias para su buen funcionamiento considerándose en su diseño los siguientes aspectos.

1. ventilación adecuada, renovación constante de aire.
2. volumen de aire disponible, mínimo de 8.4 mts³/animal.
3. temperatura dentro de rangos adecuados 20°C \pm 2°C, protección de cambios bruscos de temperatura mediante el uso de materiales aislantes.
4. humedad óptima de 85 por ciento.
5. protección de las corrientes de aire.
6. luminosidad adecuada, tenue pero suficiente.
7. limpieza, se previeron las instalaciones y los materiales empleados para una limpieza fácil y rápida.

El plano arquitectónico de las instalaciones previstas para el centro de recría, se encuentra en el plano 6.1. Estos centros de recría con la infraestructura necesaria para producir sus alimentos (planta de sustitutos de leche) deberán estar situados estratégicamente en las cuencas lecheras del país.

6.5 Manejo de los animales

Los becerros serán aceptados en el centro de recría a partir de los 3 días de edad, siendo indispensable el cumplimiento de las siguientes condiciones.

1. Haber sido calostrados adecuadamente.
2. Pasar satisfactoriamente un exámen clínico.
3. Tener un peso mínimo que será preestablecido

Todos los animales serán alojados en cajones de madera individuales (tal como los ilustrados en la fig. 6.2), este tipo de instalaciones permite un mejor control de su ración alimenticia, una vigilancia constante y la posibilidad de disminuir los casos de enfermedades por contagio directo.

Se establecerá un programa de medicina preventiva adecuado.

Los animales serán alimentados con los substitutos preparados en la planta 2 veces al día (8 y 18 hrs.) existiendo la posibilidad de dar el alimento en una sola toma diaria, - adicionalmente se les dará un concentrado de buena calidad - con 18% de proteína cruda a partir de la segunda semana y forraje fresco a partir de sexta semana.

Los animales permanecerán en esta etapa durante un período de 12 semanas, siendo destetados al final de este período.

Algunas de las ventajas derivadas de este programa son:

1. Uso de alimentos de alta calidad a precios accesibles
2. Manejo de los animales por un equipo humano especializado.
3. Instalaciones y equipo diseñado especialmente para la cría de becerros lactantes.
4. Posibilidad de dedicarse por completo a la producción de leche.

6.6 Planta de producción de substitutos de leche

Se prevee la construcción de una planta para elaborar los substitutos de leche propuestos, asociada al centro de

recría, con capacidad para elaborar 5,000 lts/día en un turno de trabajo. La relación del equipo y la maquinaria necesaria se incluye en las tablas que se encuentran al final del capítulo. Las necesidades de alimento del centro de recría, son de aproximadamente 1,000 lts./día, existiendo la posibilidad de vender hasta 4,000 litros diarios.

El proceso ha sido simplificado, dividiéndose en 4 etapas, tal como se aprecia en el diagrama de bloques y el diagrama del proceso al final del capítulo.

6.7 Administración

La concepción de este centro de recría obedece a la idea de que es necesaria y positiva la existencia de centros especializados en el manejo y alimentación de los becerros y beceras fruto de la actividad lechera.

El centro de recría funcionará en la forma establecida por la ley para los condominios en tiempo compartido. Este se encargará de todas las actividades relacionadas con la cría de los becerros y becerras a partir del tercer día de vida de estos, en este momento el animal será recogido por un vehículo de centro, los becerros admitidos serán alimentados y stendidos durante un período de tres meses, al término de los cuales el becerro o becerra destetado será devuelto a su propietario con un peso promedio de 75 kgs, mediante el pago por parte de éste de una cuota fija de \$ 87 pesos mensuales y un pago por concepto de alimentación de aproximadamente \$ 2000 pesos.

En caso de muerte del becerro, el precio inicial de este sera pagado por el Centro de Recría.

El centro de recría y la planta de alimentos serán financiados en su totalidad por los productores mediante la compra del espacio disponible (becerreras) en tiempo compartido (trimestre), dandoles derecho a la cría de un becerro durante tres meses, este periodo de tiempo podrá ser escogido

ya sea en el primer semestre del año, enero-junio, o bien en el segundo semestre julio-diciembre, sus derechos tendrán vigencia durante toda la vida útil del centro.

El coeficiente de utilización será del 80 por ciento.

Estos centros de recría serán administrados, operados y conservados por personal especializado. El uso de las instalaciones, causará el pago por parte del usuario, de solo los costos de alimentación, manejo, medicamentos y administración siendo este un costo menor al calculado para las explotaciones lecheras "tipo" (ver cuadro).

Al financiar la planta de alimentos, los copropietarios recibirán el alimento para los becerros a precio de costo y tendrán derecho a participar de las utilidades generadas por la venta de substututos, de llevarse a cabo.

Tanto la construcción del centro de recría, como de la planta de alimentos, no se iniciará, sino al haberse reunido el total de la inversión inicial (ver cuadro) mediante los ingresos obtenidos de la venta del 80 por ciento de las becerreras-trimestre disponibles, cuyo costo será de \$ 7540 pesos

El no uso del espacio y tiempo correspondiente al usuario (ganadero), causara el pago de una cuota equivalente a 87 pesos mensuales que cubrirá los gastos de nómina y mantenimiento correspondientes.

6.8 Rentabilidad

La rentabilidad de las inversiones a efectuar, se calcularon, tomando en cuenta, tanto la utilidad generada por las ventas de la planta de alimentos durante un periodo de 10 años como el ahorro derivado de la cría de becerros en el Centro de Recría comparado con el costo de estos en las explotaciones "tipo" en el mismo lapso.

Para evaluar la inversión, se emplearon tres índices de rentabilidad :

$$1. \text{ Retorno sobre la inversión (ROI)} = \frac{\text{inversión en activos fijos}}{\text{utilidad media}}$$

$$2. \text{ Tiempo de recuperación de la inversión (pay back)} = \frac{1}{\text{ROI}}$$

$$3. \text{ Tasa interna de retorno (TIR)} = \sum_{n=0}^n \frac{A_n}{(1+i)^n} = 0$$

donde:

A_n para el año 0 es la inversión inicial total-terreno

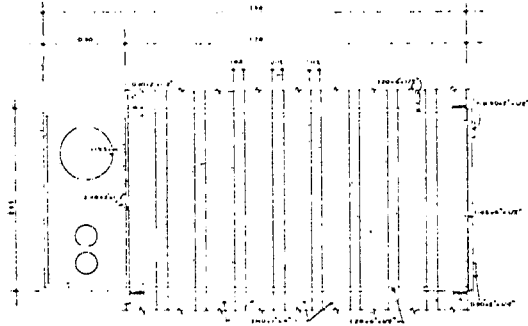
A_n para el año 10 = utilidades + activos no depreciados
+ capital de trabajo.

Estos tres índices se calcularon para dos alternativas :

a) precio de venta del sustituto = \$ 5.00

b) precio de venta del sustituto = \$ 4.50

Cabe añadir que el calculo de la tasa interna de retorno, (TIR), consideró como flujo neto, la suma de las utilidades por venta de sustitutos y el ahorro generado por el centro de re- cría, esto para cada uno de los 10 años que abarcó el estudio.



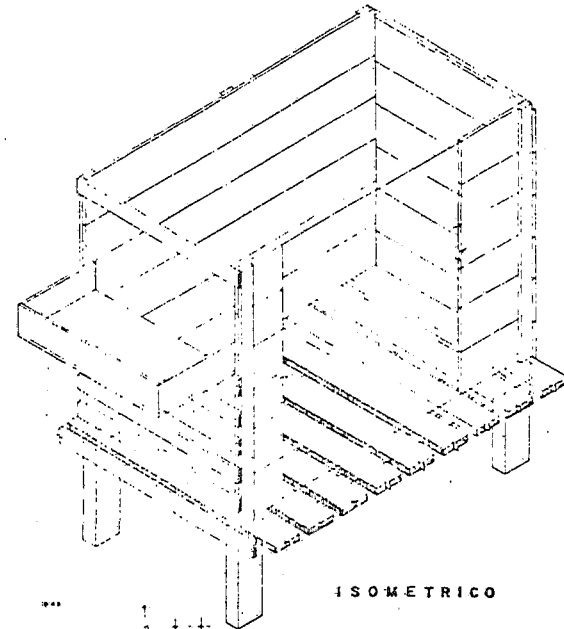
VISTA DE PLANTA

ESC. 1/20

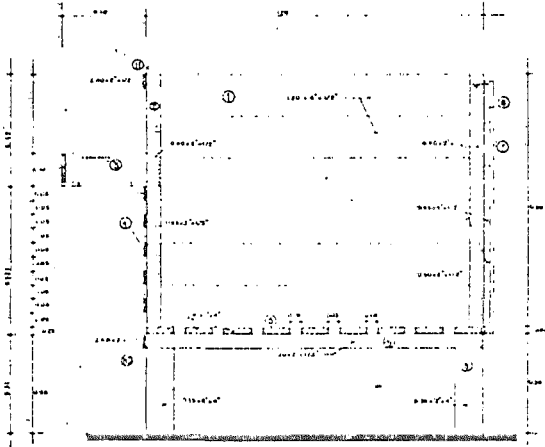
N.	CANT.	MEDIDAS
1	6	120.00" x 1.00"
2	4	60.00" x 1.00"
3	1	1.00" x 1.00"
4	8	60.00" x 1.00"
5	8	240.00" x 1.00"
6	8	60.00" x 1.00"
7	8	60.00" x 1.00"
8	4	60.00" x 1.00"
9	8	120.00" x 1.00"
10	8	60.00" x 1.00"
11	8	60.00" x 1.00"

NOTA

TODA LA MAQUINA SERA DE
PUNTO 10

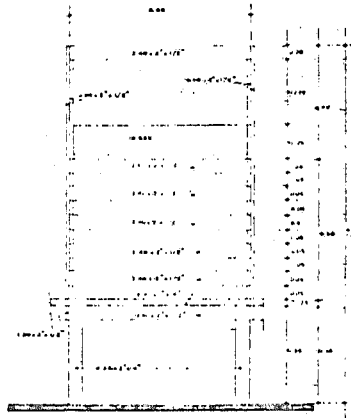


ISOMETRICO



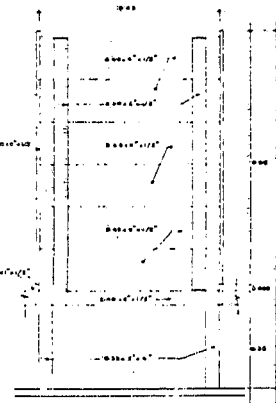
VISTA LATERAL

ESC. 1/20



VISTA FRONTAL

ESC. 1/20



VISTA POSTERIOR

ESC. 1/20

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOMEDICAS DEAN		
BECERRERAS		PLANO
PROYECTO	FECHA	ESC. 1/20

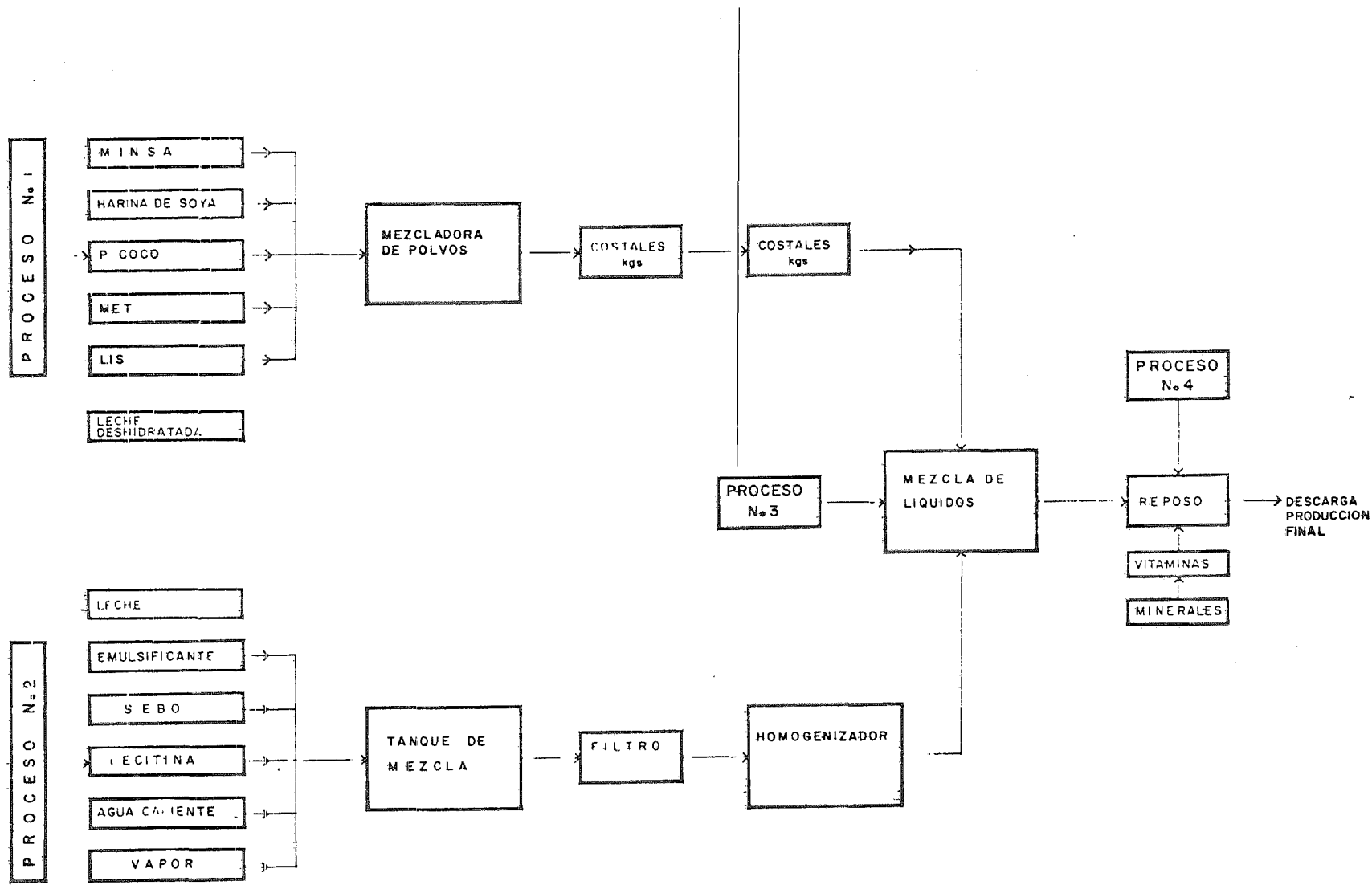
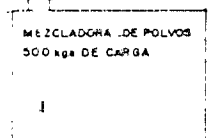


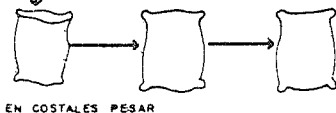
DIAGRAMA DE BLOQUES

PROCESO 1 MEZCLADO DE SOLIDOS

- CARGA MANUAL
- MINSA
 - HARINA DE SOYA
 - P. COCO
 - MET
 - LIS
 - LECHE DESHIDRATADA (ALTERNATIVA 2)



DESCARGA POR GRAVEDAD



PROCESO 3 MEZCLA LIQUIDA

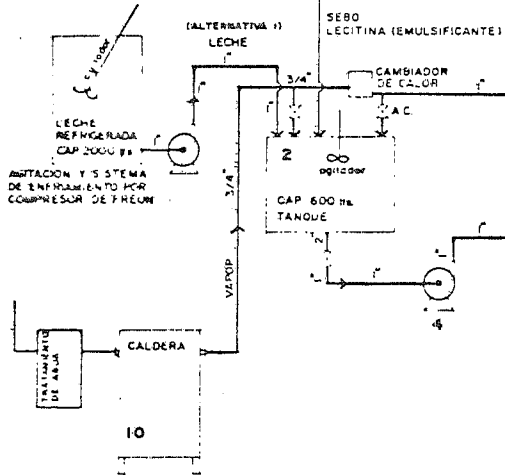
PROCESO 4 REPOSO

FORMULACION FINAL
VITAMINAS
MINERALES

FORMULACION FINAL
VITAMINAS
MINERALES

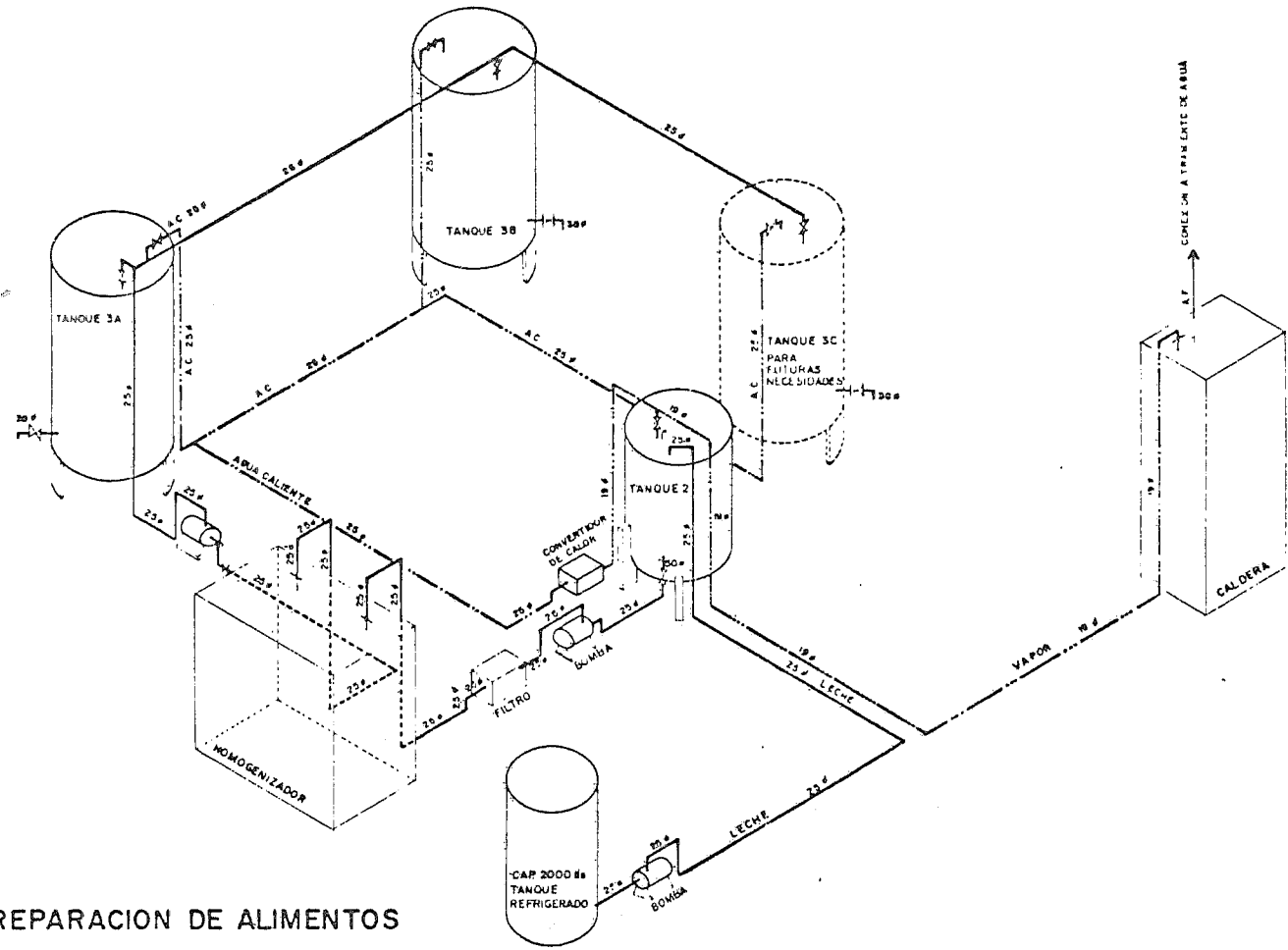
FORMULACION FINAL
VITAMINAS
MINERALES

PROCESO 2 EMULSIFICANTE Y HOMOGENIZADOR



VALVULAS CHECK
REDUCE 2" A 1" A LA SALIDA DE LOS
TANQUES 3A Y 2

DIAGRAMA DE PROCESO



ISOMETRICO DE PREPARACION DE ALIMENTOS

cuadro 1

EFFECTIVO INICIAL REQUERIDO (total)

1. Terreno (10,000 mts. \$ 10.00/mt ²)		\$ 100,000
2. Obra civil (según plano 1) (1,116 mts ²)		2,594,183
2.1 trabajos preliminares	\$ 40,888	
2.2 cimentación	404,650	
2.3 estructura	1,680,878	
2.4 azotea	17,687	
2.5 albañilería	6,079	
2.6 colocaciones y amacizados	13,799	
2.7 acabados	281,405	
2.8 muebles de baño	11,803	
2.9 carpintero	4,050	
2.10 cerrajería	250	
2.11 herrería	57,305	
2.12 vidriería y sellado de vidrio	28,381	
2.13 yeso	1,584	
2.14 pintura	15,024	
2.15 equipo de oficina	30,400	
3. Instalaciones		\$ 523,096
3.1 instalación eléctrica	290,000	
3.2 instalación hidráulica	223,096	
3.3 instalación de gas	10,000	
4. Fletes e imprevistos		300,000
5. becerrerías de madera		453,000
6. Maquinaria y equipo (planta de alimento, cuadro 2)		1,129,150
7. Equipo de transporte (una camioneta Pick-up)		220,000

8. Capital de trabajo
(ver cuadro 3)

\$ 1,258,400

Total de inversión requerida

\$ 6,577,829

Datos financieros tomados a costos y precios constantes de
1980.

RELACION DE EQUIPO Y MAQUINARIA (planta de Alimentos)

1.(1) Mezcladora horizontal de 500 kgs de carga, transmisión de 10 HP, construida en lamina calibre 10.	\$ 81,500.00.
2.(1) Homogenizador ariete de alta presión, 500 lt/hr, reconstruido, SOAVI, 10 HP	160,000.00
3.(1) Caldera para generación de vapor, 20 HP	150,000.00
4.(1) Tanque de recepción de leche 2000 lts de capacidad en ac.inox., agitación y sist. enfriamiento por compresor de freón	180,000.00
5.(2) Tanques ac.inox., de 1500 lts de capacidad, - termómetro e indicador de nivel integrado	110,000.00
6.(1) Tanque ac.inox., enchaquetado, 600 lts. de capacidad, termómetro, indicador de nivel y agitación.	50,000.00
7.(3) Bombas centrífugas sanitarias en ac.inox 2 HP 40 gal/min.	120,000.00
8.(3) Agitadores portatiles 1.5 HP c/red a. 300 rpm	135,000.00
9.(1) Cambiador de calor	20,000.00
10.(1) Filtro de malla metálica	5,000.00
11.(1) Molino de martillos 1 HP	15,000.00
Precio LAB. bodegas Mex. D.F.	\$ 1,026,500.00
10 % IVA	\$ 102,650.00
	\$ 1,129,150.00

cuadro 3

CALCULO DEL CAPITAL DE TRABAJO

Centro de Recría (CR)

efectivo mínimo requerido	\$ 328,400.00
inventarios	350,000.00
cuentas por cobrar	<u>330,000.00</u>
suma	1,008,000.00
proveedores	<u>445,170.00</u>
capital de trabajo (CR)	563,200.00

Planta de Alimentos (PA)

efectivo mínimo requerido	\$ 150,000.00
inventarios	350,000.00
cuentas por cobrar	<u>445,170.00</u>
suma	695,170.00
proveedores	0
capital de trabajo (PA)	695,170.00
Capital de trabajo total	\$ <u><u>1,258,400.00</u></u>

cuadro 4

EFECTIVO INICIAL REQUERIDO PRORATEADO

1. Centro de recreía (CR)

terreno	98,600
obra civil	2,278,054
mobiliario (100%)	453,000
equipo de transporte	110,000
capital de trabajo	563,230
	<hr/>
Sub-total	3,502,884

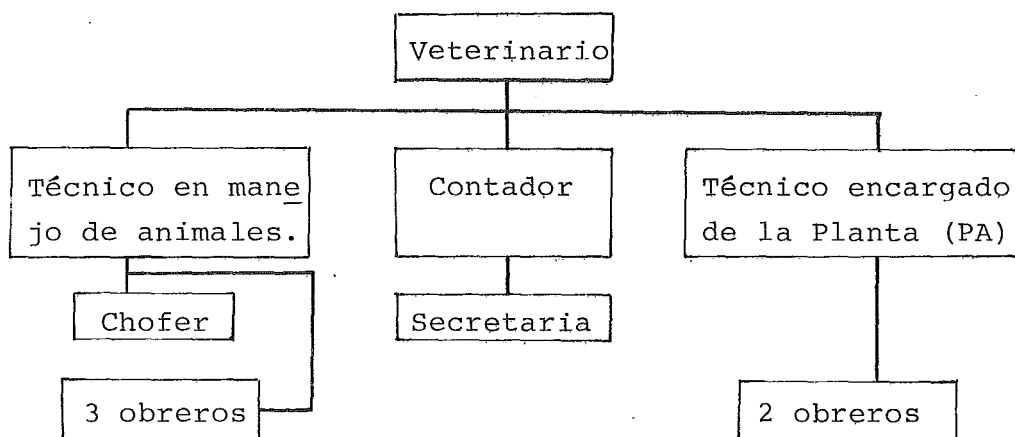
2. Planta de Alimentos (PA)

terreno (1.4%)	1,400
obra civil (12.2%)	316,129
maquinaria y equipo (100%)	1,129,150
equipo de transporte (50%)	110,000
activos diferidos (instal.) (100%)	523,096
fletes e imprevistos (100%)	300,000
capital de trabajo	695,170
	<hr/>
Sub-total	3,074,945

Total de inversión en activos fijos \$ 6,577,829

Las cifras entre paréntesis indican el porcentaje asignado a cada sección del centro.

O R G A N I Z A C I O N



Cifras mensuales

	concepto	(CR)	(PA)
m.o. directa	3 obreros	12,000	
	2 obreros		8,000
m.o. indirecta	chofer	8,000	
	téc. manejo	10,000	
	téc. planta		10,000
gastos de administración	veterinario	20,000	
	contador	10,000	
	secretaria	8,000	
Subtotales		68,000	18,000
Total		<u>\$ 86,000.00</u>	

Pesos, 1980

COSTOS TRIMESTRALES

Costo unitario
(pesos/lt.)

1,800,000

1,600,000

1,400,000

1,200,000

1,000,000

800,000

600,000

400,000

200,000

5.00

4.00

3.00

2.00

1.00

costo unitario

costo total

costo variable

costo fijo

0

90,000

180,000

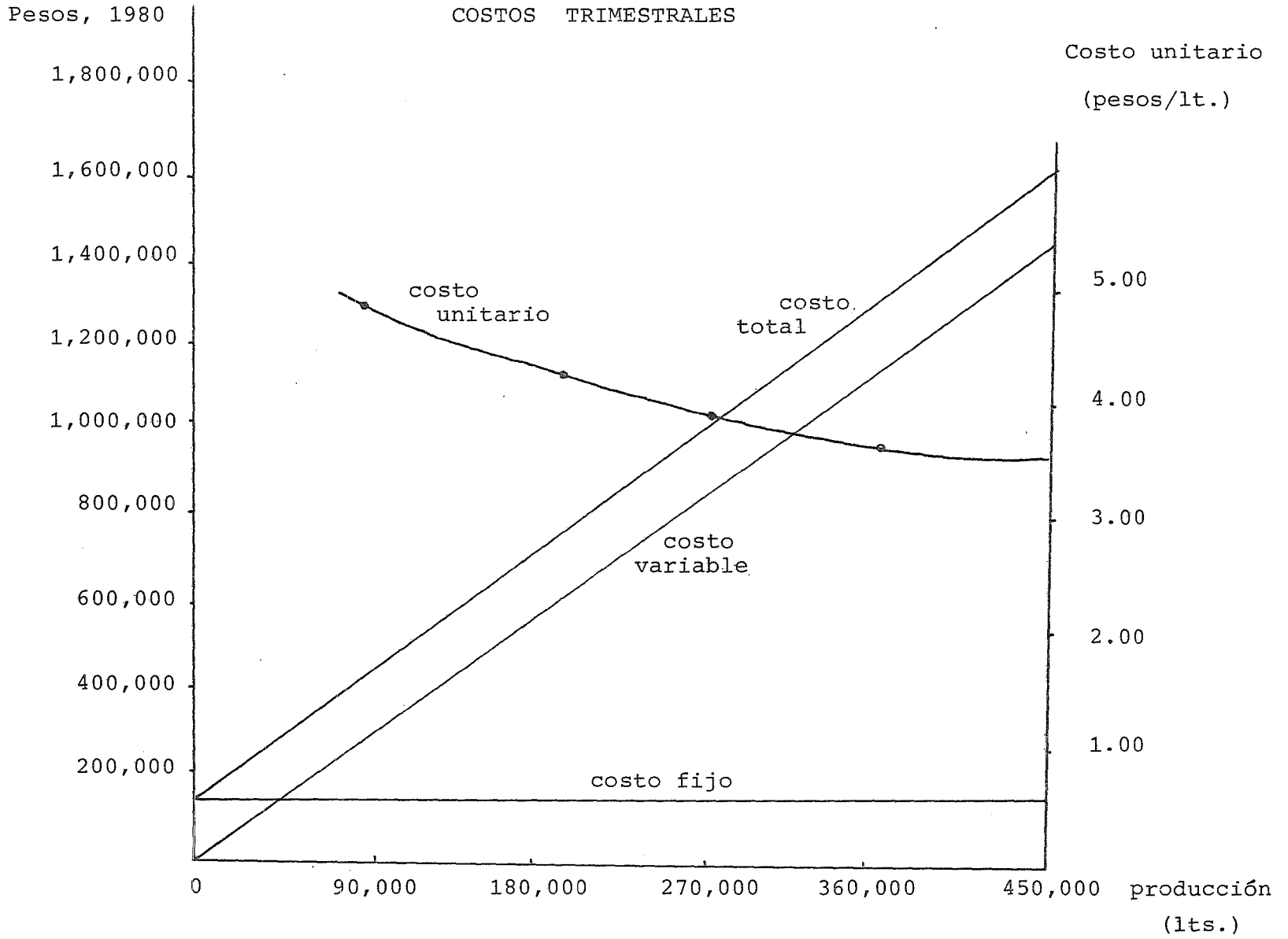
270,000

360,000

450,000

producción

(lts.)



Costos de Producción de Substitutos de Leche

Materias primas \$ 275,670

Substituto de Preiniciación (PI)

	costo/Kg	grs/lt.	\$/lt.
Sebo bovino	15.0	15	0.225
Pasta de coco	5.0	--	--
H. de nixtamal	5.4	100	0.54
H. de soya	15.0	--	--
Caseinato de sodio	60.0	5	0.30
Lecitina de soya	32.0	2	0.064
Vit.-minerales	30.0	1	0.03
Lisina	120.0	0.2	0.024
Metionina	120.0	0.2	0.024
Leche (lts.)	6.5	562	3.25

costo/lt. 4.46

costo trimestral (18,000 lts.) \$ 80,280.00

Substituto de Iniciación (I)

	costo/Kg	grs/lt.	\$/lt.
Sebo bovino	15.0	22	0.33
Pasta de coco	5.0	20	0.10
H. de nixtamal	5.4	200	1.08
Caseinato de sodio	60.0	5	0.30
Lecitina de soya	32.0	2	0.064
Vit.-minerales	30.0	1	0.03
Lisina	120.0	0.2	0.024
Metionina	120.0	0.2	0.024
Leche (lts.)	6.5	281	1.675

costo/lt. 3.58

costo trimestral (22,500 lts.) \$ 80,550.00

Substituto de Predestete (PD)

	Costo/Kg	grs/lt.	\$/lt.
Sebo bovino	15.0	30	0.45
Pasta de coco	5.0	40	0.20
H. de nixtamal	5.4	200	1.08
H. de soya	15.0	10	0.15
Caseinato de sodio	60.0	5	0.30
Lecitina de soya	32.0	2	0.064
Vit.-minerales	30.0	1	0.03
Lisina	120.0	0.2	0.024
Metionina	120.0	0.2	0.024
Leche	6.5	--	---
costo/lt.			2.32
costo trimestral (49,500 lts.)			\$ 114,840
Mano de obra			\$ 54,000
	monto mensual	trimestral	
directa : 2 obreros	8,000	24,000	
1 técnico	10,000	30,000	
indirecta	--	--	
Materiales indirectos			\$ 28,093
	costo unit.	cantidad	costo
electricidad	0.78/Kw-hr	1,179	1,769
gas propano	1.50/Kg	33,268	25,949
agua	1.50/mt ³	250	375
Mantenimiento y reparaciones			\$ 10,000

Depréciaciones y amortizaciones \$ 77,407

	costo	tasa anual	monto trimestral
obra civil	316,129	3 %	2,371
maquinaria y equipo	1,129,150	20 %	54,458
equipo de transporte	110,000	20 %	5,500
instalaciones	523,096	10 %	13,078
Gran Total (PA)			<u>\$ 445,170</u>

costos calculados para una base de producción de 1000 lts.
diarios (90,000 lts. trimestrales).
precios constantes, 1980.

Ingresos por ventas de la Planta de Alimentos.

	AÑO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
nivel de producción (lts/día)	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
nivel de ventas (lts/día)	-	1,000	2,000	3,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
costo/lt (pesos)	4.95	4.16	3.90	3.76	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68
precio de venta* (pesos)**	-	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
	-	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
utilidad/lt (pesos)	-	0.84	1.10	1.24	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32
	-	0.34	0.60	0.74	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
utilidad anual (miles de pesos)	18.25	306.6	803	1,357.8	1,927.2	1,927.2	1,927.2	1,927.2	1,927.2	1,927.2
		124.1	483	810.3	1,197.2	1,197.2	1,197.2	1,197.2	1,197.2	1,197.2

Utilidad en 10 años	1) precio venta = 5.00 *	\$ 14,030,600.00
	2) precio venta = 4.50**	\$ 8,555,600.00

Datos calculados para un crecimiento lineal de la producción, a precios constantes de 1980.

Costos de Producción del Centro de Recría

Materia prima \$ 708,520/663,520

	costo unit.	cantidad	monto
becerros	1,000	218	218,000
alimentos PI		18,000	450,000/405,000
I		22,500	* **
PD		49,500	
concentrado	6.0/Kg	3,270	19,620
forraje	0.5/Kg	21,800	10,900
medicamentos			10,000

Mano de obra \$ 204,000

	monto mensual	trimestral
directa, 3 obreros	12,000	36,000
1 técnico	10,000	30,000
indirecta, 1 chofer	8,000	24,000
1 veterinario	20,000	60,000
1 secretaria	8,000	24,000
1 contador	10,000	30,000

Materiales indirectos \$ 3,912

	costo unit.	cantidad	monto
electricidad	0.78/Kg	3,285	2,562
agua	1.50/mt ³	900	1,350

Mantenimiento y reparaciones \$ 10,000

Seguros ganaderos \$ 21,800

Costo Total del Destete en el Centro de Recría

106

Materia prima \$ 218,000

	cantidad	costo unit.	total
becerros	218	1,000	218,000

Alimentación * 480,520/435,520 **

PI	18,000		
I	22,500		
PD	49,500		
total	90,000	5.00/4.50	450,000/405,000
forraje	21,800	0.50	10,900
concentrado	3,270	6.00	19,620

Mano de obra 204,000

	concepto	monto trimestral
directa	3 obreros	36,000
	1 técnico	30,000
indirecta	1 veterinario	60,000
	1 contador	30,000
	1 chofer	24,000
	1 secretaria	24,000

Materiales indirectos y medicamentos 13,912

Mantenimiento y reparaciones 10,000

Seguros ganaderos 21,800

Depreciaciones y amortizaciones 45,235

	Costo	tasa	monto trimestral
obra civil	2,278,054	3 %	17,085
mobiliario	453,000	20 %	22,650
equipo de transp.	110,000	20 %	5,500
Total-precio inicial de los becerros			\$ 775,467/730,467
costo unitario/becerro (mort. 10 %)			3,952/ 3,723

* substituto a 5.00/lt. ** 4.50/lt.

Costo calculado por becerro en un establo "tipo", con
100 vacas en producción y 80 becerros anuales

Materia prima			\$ 80,000
	cantidad	costo unit.	total
becerros	80	1,000	80,000
Alimentación			162,320
Lactancia (46 d)			
leche	14,720	6.50	95,680
concentrado	800	6.00	4,800
forraje	1,920	0.50	960
vit. y medicamentos			6,000
Destete (43 d)			
concentrado	4,800	6.00	28,800
forraje	33,024	0.50	16,512
deprec. instal.			9,600
Mano de obra			132,000
		mensual	anual
directa (2 obreros)		8,000	96,000
indirecta (veter. 10% t.)		3,000	36,000
Instalaciones			44,500
	costo	tasa	deprec./año
obra civil (200 mts ²)	600,000	3 %	18,000
40 becerreras	100,000	25 %	25,000
instalaciones	15,000	10 %	1,500
Materiales indirectos y mantenimiento			19,000
Total-precio inicial becerros			\$ 317,820
costo unitario/becerro			3,973
costo final (mortalidad 15%)			<u>4,674</u>

Tasa Interna de Retorno (TIR)

alternativa 1, \$ 5.00/lt.

AÑO	Flujo neto	factor (23%)	valor presente	factor (24 %)	valor presente
0	-6,477,829	1	-6,477,829	1	-6,477,829
1	611,334	0.81301	497,020	0.80645	493,010
2	936,184	0.66098	618,799	0.65036	608,857
3	1,432,584	0.53738	769,842	0.52449	751,376
4	1,987,384	0.43690	868,288	0.42297	840,604
5	2,556,784	0.35520	908,170	0.34111	872,145
6	2,556,784	0.28870	738,144	0.27509	703,345
7	2,556,784	0.23478	600,282	0.22184	567,197
8	2,556,784	0.19008	488,039	0.17891	457,434
9	2,556,784	0.15519	396,787	0.14428	368,893
10	5,631,112	0.12617	710,477	0.11635	655,180
			118,019		
				-159,788	

$$* \text{TIR} = .23 + .01 \left(\frac{118,019}{277,807} \right) = .23 + .01 (.425) = 23.42 \%$$

$$\text{ROI} = \frac{5,219,429}{2,030,819} = 2.57 \quad (\text{retorno sobre la inversión})$$

$$\text{Tiempo de recuperación de la inversión} = \frac{1}{\text{ROI}} = \frac{1}{2.57} = 0.389$$

* interpolación lineal entre las tasas de 23 % y 24 %.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

alternativa 2, \$ 4.50/lt.

AÑO	Flujo neto	factor (21%)	valor presente	factor (20%)	valor presente
0	-6,477,829	1	-6,477,829	1	-6,477.829
1	811,022	0.82645	670,269	0.83333	675,849
2	953,372	0.68301	651,163	0.69444	662,060
3	1,267,272	0.56447	715,337	0.57870	733,370
4	1,639,572	0.46651	764,877	0.48225	790,684
5	2,026,472	0.38554	781,286	0.40188	814,399
6	2,026,472	0.31863	645,695	0.33490	678,665
7	2,026,472	0.26833	543,763	0.27908	565,548
8	2,026,472	0.21763	441,021	0.23257	471,297
9	2,026,472	0.17986	364,481	0.19381	392,751
10	5,100,800	0.14864	758,183	0.16151	823,830
			-141,754	130,624	

$$* \text{TIR} = .20 + .01 \left(\frac{130,624}{272,378} \right) = .20 + .01 (.479) = 20.48 \%$$

$$\text{ROI} = \frac{5,219,429}{1,683,007} = 3.1 \quad (\text{retorno sobre la inversión})$$

$$\text{Tiempo de recuperación de la inversión} = \frac{1}{\text{ROI}} = \frac{1}{3.1} = 0.322$$

* interpolación lineal entre las tasas para 20% y 21%.

7. Bibliografía

BIBLIOGRAFIA

- (1). Huber J.T. (1969).
Development of the digestive and metabolic apparatus of the calf.
J. Dairy Sci 52:1303
- (2). Fisher L.J. (1976).
An evaluation of milk replacers based on the growth, health and blood chemistry of holstein calves.
Can. J. Anim. Sci. 56:587.
- (3). Erbersdobler H. and Gropp J. (1973).
Aspects of protein quality in calf nutrition, problems and possibilities of milk protein substitutes.
Proc. Nutr. Soc. 32:223.
- (4). Lynch G. P., Pike T.L. and Bond James (1978).
Nutritional responses of calves fed milk or a milk replacer.
J. Dairy Sci. 61:212.
- (5). Williams A.P. and Hewitt D. (1979).
The aminoacid requirements of the preruminant calf.
Br. J. Nutr. 41:311
- (6). Colvin B.M. and Ramsey H.A. (1968).
Soy flour in milk replacers for young calves.
J. Dairy Sci. 51:898.

- (7) Colvin B.M. and Ramsey H.A. (1969).
Growth of young calves and rats fed soy flour
treated with acid or alkali.
J. Dairy Sci. 52:270
- (8) Nitsan Zafira, Volcani R Hasdai A. and
Gordin S. (1971).
Soybean protein substitute for milk protein
in milk replacers for suckling calves.
J. Dairy Sci. 55:811
- (9) Ramsey H.A. and Willard T.R. (1974).
Soy protein for milk replacers.
J. Dairy Sci. 58:436.
- (10) Roy J.H.B. (1970).
Protein in milk replacers for calves.
J. Sci. Fd. Agric. 21:346.
- (11) Coblenz E., Morrill J.L., Parrish D.B. and
Dayton A.D. (1975).
Nutritive value of thermoalkali-processed soy
materials for young calves and rats.
J. Dairy Sci. 59:481
- (12) Guilloteau F., Toullec R., Culioli J. et Le
Douaron D. (1977).
Utilization digestive des protéines du poisson,
du soja et de la féverole par le veau prérumi-
nant a l'engrais.
Ann. Zootech. 26:15

- (13). Roy J.H.B., Stobo I.J.F. et al. (1977).
The nutritive value of non milk proteins for
the preruminant calf. Effect of replacement of
milk protein by soybean flour or fish protein
concentrate.
Br. J. Nutr. 38:167.
- (14). Jacobson N.L. (1969).
Energy and protein requirements of the calf.
J. Dairy Sci. 52:1316.
- (15). Jelen Pavel (1979).
Industrial whey processing technology: an
overview.
J. Agric. Food Chem. 27:658.
- (16) Gorrill A.D.L. and Thomas J.W. (1967).
Body weight changes, pancreas size, enzyme
activity, proteolytic enzyme activity and
protein digestion in intestinal contents of
calves fed soybean and milk protein diets.
J. Nutr. 92:215.
- (17) Schingoethe D.J. and Ahrar M. (1979).
Protein solubility, aminoacid composition and
biological value of regular and heat treated
soybean and sunflower meals.
J. Dairy. Sci. 62:925.

- (18). Sisson J.W., Smith R.H. and Hewitt D. (1979).
The effect of giving feeds containing soybean meal treated or extracted with ethanol on digestive processes in the preruminant calf.
Br. J. Nutr. 42:477
- (19). Gorril A.D.L., Thomas J.W., Stewart W.E. and Morrill J.L. (1967).
Exocrine pancreatic secretion by calves fed soybean and milk protein diets.
J. Nutr. 92:86
- (20). Gorrill A.D.L., Jones J.D. and Nicholson J.W.G. (1974).
The nutritional value and trypsin inhibitor content of processed soybean for lambs milk replacers.
Can J. Amin. Sci. 54:337
- (21). Ramsey H.A. and Witaszek P. (1972).
Abstracts. effect of chlortetracycline on the performance of calves fed soy flour milk replacers.
J. Dairy Sci. 55:705
- (22). Emmons D.B. and Lister E.E. (1976).
Quality of protein in milk replacers for young calves.
I. factors affecting in vitro curd formation by rennet (chymosin, rennin) from reconstituted skim milk powder.

- II. Effects of heat treatment of skim milk powder and fat levels on calf growth, feed intake and nitrogen balance.
- III. Rennet coagulation and undenatured whey protein nitrogen content of skim milk powders and commercial milk replacers.
- IV. Rennet coagulation of reconstituted skim milk powder containing added proteins, fat, calcium, phosphate and citrate.
Can. J. Anim. Sci. 56:317.
- (23). Foldager J., Huber J.T. and Bergen W. G. (1977).
Methionine and sulfur amino acid requirements in the preruminant calf.
J. Dairy Sci. 60:1095.
- (24) Huber J.T. (1975).
Fish protein concentrate and fish meal in calf milk replacers.
J. Dairy Sci. 58:440.
- (25) Toullec R., Paruelle J.l., Coroller J.Y. et le Treut J.H. (1977).
Utilization digestive par le veau preruminant de laits de remplacement contenant de L'ultrafiltrat de lactoserum comme seule source de lactose.
Ann. Zootech. 26:29

- (26). Guillermet R., Patureau-Mirand P. et Toullec R. (1976).
Influence de la distribution sous la forme solide ou liquide d'un supplement riche en proteines chez le veau ruminant.
Ann. Zootech. 25:281.
- (27) Guilloteau P., Paruelle J.L., Toullec R. et Mathieu C.M. (1975).
Utilization des proteines par le veau preruminant a l'engrais. influence du remplacement des proteines du lait par celles du poisson sur la vidange stomacale.
Ann. Zootech. 24:243.
- (28). Opstvedt J., Sbstad G. and Hansen P. (1978).
functional fish protein concentrate in milk replacers for calves.
J. Dairy Sci. 61:72
- (29). Lee Y.H. and Marshall R.T. (1979).
Rennet curd from milk plus soy protein Mixtures.
J. Dairy Sci. 62:1051.
- (30) Kakade M.L., Thompson R.D., Engelstad W.E., Behrens G.C., Yoder R.D. and Crane F.M. (1976).
Failure of soybean trypsin inhibitor to exert deleterious effects in calves.
J. Dairy Sci. 59:1484.

- (31). Yu Y. (1978),
Effect of treating full-fat whole soybeans
with dry heat or formaldehyde on digestibili-
ties of nitrogen and polyenoic acids.
J. Dairy Sci. 61:128
- (32). Holsinger V.H., Sutton C.S. Vettel H.E.,
Allen C. and Talley F.B. (1977).
acceptability of whey-soy drink mix prepared
with cottage cheese whey.
J. Dairy Sci. 60:1841.
- (33). Miller E.R. Ullrey D.E. Zutaut C.L., Hoefler
J.A. and Luecke R.L. (1965).
Compararisons of casein and soy proteins upon
mineral balance and vitamin D₂ requirement of
the baby pig
J. Nutr. 85:347.
- (34). Bouchard R. (1977)
Coconut oil and levels of fat in milk substi-
tute for veal calves.
Can. J. Anim. Sci. 57:379.
- (35) Neville W.E., Hellwig R.E., Ritter R.J. and
McCormick W.C. (1977)
Effect of diet protein level on weight gains
of early weaned beef calves.
J. anim. Sci. 44:687.

- (36). Wyatt R.D., Gould M.B., Whiteman J.V. and Totusek R. (1977).
Effect of milk level and biological type on calf growth and performance.
J. Anim. Sci. 45:1138.
- (37). Gorrill A.D.L., Nicholson J.W.G., Larmond E. and Power H.E. (1975).
Comparison of fish protein sources and milk by-products in milk replacers for calves.
Can J. Anim. Sci. 55:269.
- (38). Bell J.M. admas, Sandra C.M. (1974).
Digestibility of milk replacers containing repeseed oil fed to dairy calves under a month old.
Can. J. Anim. Sci. 54:331
- (39). Lambert M.R., Jaconson N.L., Allen R.S. and Zaletel J.H. (1954).
Lipid deficiency in the calf
J. Nutr. 52:259.
- (40). Weeb and Witties (1950).
The by-products of milk
Reinholt publisher corporation.
- (41). Schingoethe D.J. (1976).
Whey utlization in animal feeding: A summary and evaluation.
J. Dairy Sci. 59:556.

- (42). McDonough F.E., Alford J.A. and Womack M.
(1976).
Whey protein concentrate as a milk extender.
J. Dairy Sci. 59:34
- (43) Forsum E. and Hambraeus L. (1977).
Nutritional and biochemical studies of whey
products.
J. Dairy Sci. 60:370.
- (44). Preston T.R. y Viniegra G.G. (1976).
Produccion de carne y leche.
Ciencia y desarrollo. 8:12.
- (45). Shillam K.W.G. and Roy J.H.B. (1962)
The effect of heat treatment on the nutritive
value of milk for the young calf.
Br. J. Nutr. 16:593.
- (46). Badui S. (1977).
Propiedades y usos del suero de leche
Rev. Tecnol. Aliment. (Mex.) 12:5
- (47). Allen Jones (1974).
World protein resources.
Medical and Technical Publishing Co. Ltd.
lancaster, England.
- (48). Smith R.H. and Sissons J.W. (1975).
The effects of different feeds including those
containing soybean products, on the passage
of digesta from the abomasum of the prerumi-
nant calf.
Br. J. Nutr. 33:329

- (49). Juengst F.W. (1979).
Use of total whey constituents for animal feed.
J. Dairy Sci. 62:106.
- (50). Reyes Bustamante J.F. (1973).
Substitutos de leche de origen vegetal.
Tesis, Fac. de Química, UNAM.
- (51). Abe M., Iriki T. Kondoh K. and Shibui H. (1979).
Effects of nipple or bucket feeding of milk
substitute on rumen by-pass and on rate of
passage in calves.
Br. J. Nutr. 41:175.
- (52). Ingalls J.R., Sharm H.R., Devlin T.J. and
Phillips G.D. Abstracts (1972).
Supplemental metionine for growing calves.
J. Dairy Sci. 55:708.
- (53). Glass L. and Hendrick T.I. (1977).
Nutritional composition of sweet and acid type
dry wheys.
J. Dairy Sci. 60:185.
- (54). Sudweeks E.M. and Ramsey H.A. (1972).
Abstracts: Growth of calves fed milk replacers
prepared from different fractions of fully-coo
ked soy flour.
J. Dairy Sci. 55:704.

- (55). Lynch G.P., McDonough F.E., Rough D.K., Smith D. F. and Gordon C.H. (1975).
Growth and carcass evaluation of Holstein steers fed liquid acid whey.
J. Dairy Sci. 58:1688.
- (56). Schingoethe D.J., Ludens F., Tucker W.L. and Dash S.K. (1976).
Evaluation of dry whey in concentrate mixtures for lactating dairy cows.
J. Dairy Sci. 59:1466.
- (57). Foley J.A., Hunter A.G. and Otterby D.E. (1978).
Absorption of colostrum proteins by newborn calves fed unfermented or buffered colostrum.
J. Dairy Sci. 61:1450.
- (58). Nutrient requirements of beef cattle (N.R.C.).
Fifth revised edition, 1976.
National Academy of Sciences.
- (59). Claverán A.R. y Vázquez G.R. (1972).
Situación de la producción de leche en México.
F.I.R.A. (Banco de México).
- (60). Díaz F., Zamora A. y Díaz I. (1975).
Efecto de dos cantidades de leche una o dos veces al día y un ayuno semanal sobre el comportamiento de los terneros.
Rev. Cubana Cienc. Agric. 9:273.

- (61). Pettigrew J.E. et al. (1977).
Milk proteins for artificially reared piglets,
Efficacy of sodium caseinate and sweet dry whey.
J. Anim. Sci. 45:261.
- (62). Jelen Pavel and LeMaguer Marc. (1976).
Our industry today. Feasibility evaluation of
cheese whey processing in small plants.
J. Dairy Sci. 59:1347.
- (63). Davis Richard F. (1977).
La vaca lechera, su cuidado y explotación,
Ed. Limusa, México.
- (64). Organization Navobi. (1969).
Guide pratique, l'élevage et l'engraissement
des veaux.
- (65). Morrill J.L., Dayton A.D. and Mickelsen R.
(1977).
Antibiotic for young calves.
J. Dairy Sci. 60:1105.
- (66). McWatters H.K. and Holmes R.M. (1979).
Influence of pH and salt concentration on ni-
trogen solubility and emulsification properties
of soy flour.
J. Food Sci. 44:770.

- (67). Miroshnichenko L.F. et al. (1977).
Manufacture of whole milk replacer in a liquid form.
Molochnaya Promyshlennost. 6:73
Dairy Science Abstracts 39:12
- (68). Sojka W.J. (1977)
Colibacilosis en becerros con énfasis en la forma entérica. I.N.I.P.
- (69). Seegraber F.J. and Morrill J.L. (1979).
Effect of soy protein on intestinal absorption test.
J. Dairy Sci. 62:972.
- (70). Martin S.R., Kakade M.L. et al. (1979)
Influence of modified protein in milk replacers on calf performance and health.
J. Dairy Sci. 62:169.
- (71). Huber J.T. et al (1979).
Response of calves fed milk replacers containing soybean protein concentrate, enzymatic hydrolyzate of fish or dried fish solubles as partial protein substitute.
J. Dairy Sci 62:176.
- (72). Martin S.R., Barr G.W., Kakade M.L. et al. (1979).
Effect of fiber and fat in milk replacers on calf performance and health
J. Dairy Sci. 62:181

- (73). Miller R.L. and Ramsey H.A. (1979).
Effect of various unheated soy preparations
on the growth of young calves
J. Dairy Sci. 62:182.
- (74). Daniels L.B. et al. (1979).
Protein: energy ratios fed ad libitum to
holstein calves.
J. Dairy Sci. 62:171.
- (75). Morrill J.L. and Dayton A.D. (1978).
Effects of flavor in milk and in calf starter
on calf starter consumption and growth.
J. Dairy Sci. 61:72
- (76). Ramsey H.A. (1978).
Effect of cooking time on the nutritional va-

lue of soy flour in milk replacers.
J. Dairy Sci. 61:73
- (77). Lynch G.P. et al. (1978).
Development of a complete by-product milk re-
placer for calves.
J. Dairy Sci. 61:230
- (78). Radostits O.M. (1978).
Manejo clínico de la diarrea en becerros
Actualidad Veterinaria vol. II num. 2
- (79). A. Morales Herrera (1968).
Crianza artificial de becerros
Rev. Veterinaria, España, abril.

- (80). Nelson A.I., Steinberg M.P. y Wei L.S. (1976).
Illinois process for preparation of soymilk
J. Food Sci.
- (81). Radostits O.M. y Bell J.m. (1970).
Nutrition of the preruminant dairy calf with
special reference to the digestion and absorption
of nutrients.
Can. J. Anim. Sci. 50:405
- (82). Siddons R.C. y Smith R.H. (1969).
Carbohydrate utilization in the preruminant
calf.
Br. J. Nutr. 23:333
- (83). Gorrill A.D.L., Nicholson J.W.G. y Power H.E.
(1972).
Effect of fish, milk and soybean proteins in
milk replacers and feeding frequency on per-
formance of dairy calves.
Can. J. Anim. Sci. 52:321.