

EFFECTOS DE DIFERENTES NIVELES DE
HARINA DE NOPAL (Opuntia rastrera) SOBRE
LA PRODUCCION Y COMPOSICION DE
LA LECHE EN VACAS HOLSTEIN

Domingo Espinosa Guerra

TESIS

Presentada como requisito parcial
para obtener el grado de
Maestro en Ciencias
Especialidad de Nutrición Animal

*Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro*

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista Saltillo, Coah.

Abril de 1985.



Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar el -
grado de

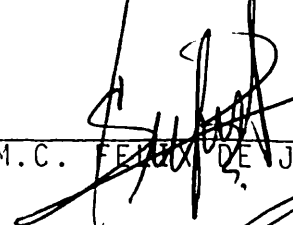
MAESTRO EN CIENCIAS ESPECIALIDAD
DE NUTRICION ANIMAL

COMITE PARTICULAR


Asesor principal:


DR. JESUS TORRALBA ELGUEZABAL

Asesor:


M.C. FELIPE DE JESUS SANCHEZ PEREZ

Asesor:


M.C. JESUS MANUEL FUENTES RODRIGUEZ


DR. JESUS TORRALBA ELGUEZABAL
Subdirector de Asuntos de Postgrado



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Abril de 1985.

AGRADECIMIENTOS

Al Ministerio de Desarrollo Agropecuario, al Instituto para la Formación y Aprovechamiento de los Recursos Humanos y a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme dado el apoyo económico y permitirme tomar los conocimientos - en sus Aulas.

Al Comité formado por el Dr. Jesús Torralba Elguézabal, el Dr. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez* y al M.C. Félix de Jesús Sánchez Pérez, mi más sincero agradecimiento por la revisión y sugerencias a este documento.

A mis profesores, al Ing. René Molina, personal del Laboratorio de Ciencias Básicas y Nutrición Animal, Personal del Establo y Administrativo, compañeros y amigos, infinitas gracias por sus consejos, ayuda y perseverancia.

A mis padres y hermanos, a Noa Alemán y a Jael Sofía, ustedes han sido la razón de mis sacrificios, desvelos y superación.

De manera especial:

Al Dr. Ceferino Sánchez, Rector de la Universidad de Panamá, a la Lic. Profra. Leonela Espinosa Guerra, mi más profundo - agradecimiento por su apoyo desinteresado y la confianza que depositaron en mi.

*Pasante del Doctorado en Colorado State University.

DEDICATORIA

In Memoria del:

GRAL. OMAR TORRIJOS HERRERA

"Qué cosa más extraordinaria, que un pequeño País haya dado uno de los hombres más ilustres de este siglo."

GRAHAM GREENE.

COMPENDIO

Efecto de diferentes niveles de harina de nopal sobre la producción y composición de la leche en Vacas Holstein.

POR

DOMINGO ESPINOSA GUERRA

MAESTRO EN CIENCIAS

ESPECIALIDAD DE NUTRICION ANIMAL

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. ABRIL 1985

Dr. Jesús Torralba Elguézabal - Asesor -

Palabras claves: Nopal, harina, leche.

Este estudio fue hecho en el establo de la UAAAN, localizado en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; comprendiendo los meses de Enero a Abril 1984. Los objetivos de este trabajo fueron - evaluar los efectos de diferentes niveles de harina de nopal sobre la producción de leche, composición de la leche, digestibilidad In vitro de la materia seca y costos de producción.

Seis Vacas Holstein fueron asignadas al diseño doble reversible (switch back), una semana después del pico de la lactancia el periodo experimental consistió de 75 días por cada vaca, 15 días para adaptación y 10 días de muestreo por tratamiento.

La ración consistió de 40 por ciento de concentrado¹, 40 por ciento de heno de avena y 20 por ciento de ensilaje de maíz con adición de 0, 2.0 ó 4.0 kg de harina de nopal, la relación forraje - concentrado fue 60:40 con consumo restringido.

Los resultados indican que la producción de leche para tratamientos con 0, 2.0 y 4.0 kg de harina de nopal fueron 27.54 kg, 29.0 kg y 27.3 kg por vaca/día respectivamente, éstas producciones no fueron estadísticamente diferentes ($P < 0.10$), sin embargo el tratamiento 2 demostró una ligera mayor producción, con respecto al tratamiento 1 y 3.

En relación a la composición de la leche, ésta se encontró no ser diferente estadísticamente ($P < 0.05$) entre tratamientos en sólidos totales, sólidos no grasos (S.N.G.), sólidos grasos y proteína, sin embargo el tratamiento 2 tuvo valores menores en sólidos grasos y valores ligeramente superiores en proteína, que los otros 2 tratamientos. La digestibilidad In vitro de la materia seca para los tratamientos 1, 2 y 3 fueron 56.84 por ciento, 66.8 por ciento y 61.71 por ciento respectivamente.

Los cambios de pesos durante el experimento fueron no diferentes ($P < 0.05$) para los tratamientos, sin embargo el tratamiento 3 tuvo mayor pérdida de peso, a pesar que el consumo de alimento de este tratamiento fue ligeramente mayor que los otros dos tratamientos.

1. El Concentrado consistió de 1) 4.8 kg de maíz 2) 1.0 kg de harina soya 3) 1.8 kg de salvadillo 4) 0.2 kg de urea 5) 0.04 kg roca fosfórica 6) 0.04 kg NaCl

El costo medio por kg de leche en relación al costo por consumo de alimento de los tratamientos 1, 2 y 3 fueron \$12.11, \$12.63 y \$14.24 respectivamente, otros factores fuera del costo de alimentos no fueron incluidos en el análisis.

Los resultados encontrados en este estudio muestran que la harina de nopal no demostró significancia alguna que incremente la producción de leche y que los efectos del nopal sobre la producción de leche, pudieran ser sólo en forma natural y no en la forma de harina como la usada en este experimento y la alta producción de leche con 2.0 kg de harina de nopal fue debido a su mejor digestibilidad de la materia seca, por ahora los altos costos implicados en la producción (o manufactura) de la harina de nopal limitó su uso y parece poco alentador su uso en forma comercial en este tiempo.

ABSTRACT

Effects of different levels of meal prickly (Opuntia rastrera) on the production and composition of milk of Holstein Cows.

BY

DOMINGO ESPINOSA GUERRA

MASTER OF SCIENCE

ANIMAL NUTRITION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. APRIL 1985

PhD. Jesús Torralba Elguézabal - Adviser -

Key words: Meal, prickly, milk.

This study was done at the UAAAN dairy facility located in Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; from January to April - 1984. The objectives of this work were to evaluate the effects of different levels of prickly meal on milk production, milk composition, In vitro digestibility of dry matter and costs of production. Six Holstein cows were assigned to a Switch back over design a week after they reached their peak of lactation. The experimental period consisted of 75 days, 15 days for adaptation and 10 days of sampling for treatment. The rations consisted

of 40 per cent of concentrate¹, 40 per cent of oats hay, 20 per cent of corn silage and either 0, 2.0 or 4.0 kg of prickly meal. The roughage to concentrate ratio was 60:40 with restricted intake.

The results indicated that milk production for the treatments with 0, 2.0 and 4.0 kg of prickly meal were 27.5 kg, 29.0 kg, 27.3 kg per cow per day, respectively. These productions were not different ($P < 0.10$). However treatment 2 showed a slightly higher production than treatments 1 and 3. In relation to milk composition, it was found that there were no significant differences ($P < 0.05$) among treatments in total solids, solids non fat (SNF), fat solids and protein. However, treatment 2 had lower fat solids and higher protein values than the other two treatments.

In vitro dry matter digestibility for treatments 1, 2 and 3 were 56.8, 66.8 and 61.71 per cent, respectively. Weight changes during the experimental period were not different ($P < 0.05$) for any of the treatments. However, treatment 3 had the highest loss, even though, feed intake in this treatment was slightly higher than for the other two treatments.

Mean cost by kg of milk in relation to feed consumption cost for treatments 1, 2 and 3 were \$12.11, \$12.63 and \$14.29 pesos, respectively. Factors other than feed costs were

1. Concentrated consisted of 1) 4.8 kg of corn meal, soy 2) 1.0 kg of bran 3) 1.8 kg of Urea 4) 0.2 kg of phosphoric rock 5) 0.04 kg of NaCl. 6) 0.04 kg of NaCl.

not included in the analysis.

From the results found in this study, it can be drawn that prickly meal does not show any significant increase in milk production, and that the effects of prickly on milk production can be only in its natural form and not in the form that was fed in the experiment. The higher milk production with 2.0 kg of prickly meal was due to a better digestibility of dry matter. Therefore, the high costs involved in the production (or manufacture) of prickly meal limit its use, so it seems little advantageous to recommend its use in a commercial form at this time.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	xii
INDICE DE FIGURAS	xiv
CAPITULO 1: INTRODUCCION	1
CAPITULO 2: REVISION DE LITERATURA	3
-DESCRIPCION BOTANICA.	3
-COMPOSICION QUIMICA DEL NOPAL	4
-DIGESTIBILIDAD DEL NOPAL.	5
-PRODUCCION DE LECHE CON NOPAL	8
-CONSUMO DE ALIMENTO EN VACAS LECHERAS	9
CAPITULO 3: MATERIALES Y METODOS	13
-LOCALIZACION DEL ESTUDIO.	13
-TRATAMIENTOS.	13
-FUENTE DE INFORMACION	14
-PROGRAMA DE ALIMENTACION.	16
-PRUEBA DE LA DIGESTIBILIDAD <u>IN VITRO</u>	16
-ANALISIS ESTADISTICO	17
-ANALISIS ECONOMICO	18
-METODO DE ELABORACION DE LA HARINA DE NOPAL.	18
CAPITULO 4: RESULTADOS.	21
-PRODUCCION DE LECHE	21
-DIGESTIBILIDAD <u>IN VITRO</u>	29
-PESOS DE LOS ANIMALES	29
-ANALISIS ESTADISTICO	32
-ANALISIS ECONOMICO.	39
CAPITULO 5: DISCUSION	41
CAPITULO 6: CONCLUSIONES.	45
CAPITULO 7: RECOMENDACIONES	46
CAPITULO 8: LITERATURA CITADA	47
CAPITULO 9: APENDICE.	50

INDICE DE CUADROS

	Página
CUADRO 2.1. ANALISIS BROMATOLOGICO DE DIFERENTES ESPECIES DE NOPAL FORRAJERO (<u>OPUNTIA SP.</u>) (PORCENTAJES EN BASE A MATERIA SECA)	6
CUADRO 3.1. ARREGLO DE TRATAMIENTOS (SWITCH BACK) .	20
CUADRO 3.2. RACION BASE OFRECIDA EN MATERIA SECA. .	20
CUADRO 4.1. PRODUCCION TOTAL DE LA POR VACA CORREGIDA POR EDAD Y EPOCA DE PARTO EN LA FASE DE MUESTREO . .	22
CUADRO 4.2. PRODUCCION TOTAL DE LECHE POR VACA (CORREGIDA POR EDAD Y EPOCA DE PARICION) - EN EL PERIODO EXPERIMENTAL (10 DIAS) EN LOS 3 TRATAMIENTOS	22
CUADRO 4.3. ANALISIS DE VARIANZA PARA PRODUCCION TOTAL DE LECHE POR TRATAMIENTO.	23
CUADRO 4.4. PRODUCCION DE SOLIDOS TOTALES DE LA LECHE (CORREGIDO POR EDAD Y EPOCA DE PARICION, EN EL PERIODO EXPERIMENTAL (10 DIAS) EN LOS 3 TRATAMIENTOS	25
CUADRO 4.5. PRODUCCION TOTAL DE SOLIDOS GRASOS (CORREGIDA POR EDAD Y EPOCA DE PARICION EN EL PERIODO EXPERIMENTAL (10 DIAS) EN LOS 3 TRATAMIENTOS.	25
CUADRO 4.6. PRODUCCION TOTAL DE SOLIDOS NO GRASOS -	

	DE LECHE (CORREGIDA POR EDAD Y EPOCA - DE PARICION) EN EL PERIODO EXPERIMEN- TAL (10 DIAS) EN LOS 3 TRATAMIENTOS .	27
CUADRO 4.7.	PRODUCCION TOTAL DE PROTEINA DE LA LE- CHE (CORREGIDA POR EDAD Y EPOCA DE PA- RICION) EN EL PERIODO EXPERIMENTAL (10 DIAS) EN LOS 3 TRATAMIENTOS.	27
CUADRO 4.8.	CONSUMO DE MATERIA SECA DE LA RACION - CON HARINA DE NOPAL POR UNIDAD DE TAMA- ÑO METABOLICO.	31
CUADRO 4.9.	DIGESTIBILIDAD <u>IN VITRO</u> DE LA MATERIA SECA DE LA DIETA A BASE DE HARINA DE - NOPAL.	31
CUADRO 4.10	VARIACION DEL PESO DE LAS VACAS (P.V. kg) ^{0.75} DURANTE EL PERIODO DE ADAPTA - CION Y MUESTREO, ALIMENTADAS CON DIFE- RENTES NIVELES DE HARINA DE NOPAL. . .	33
CUADRO 4.11	VARIACION DEL PESO DE LAS VACAS (P.V. kg).	33
CUADRO 4.12	ANALISIS DE VARIANZA (PESOS)	35
CUADRO 4.13	PRUEBA DE CONTRASTE ORTOGONAL.	36
CUADRO 4.14	ANALISIS DE VARIANZA PARA EL MODELO $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 D_1 + \beta_3 D_2 + E_i$. Ho: $\beta_i = 0$ PARA TODA $i = 1, 2, 3$ EN OPOSICION Ha: ALGUNA $\beta_i \neq 0$.	38
CUADRO 4.15	COSTO DE PRODUCCION POR CONCEPTO DEL - INSUMO ALIMENTO.	40
CUADRO 4.16	COSTO DE INGREDIENTES UTILIZADOS . . .	41

INDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 4.1. TENDENCIA DE LA PRODUCCION DE LECHE (kg) POR TRATAMIENTO EN LA FASE DE MUESTREO.	24
FIGURA 4.2. TENDENCIA DE LA PRODUCCION TOTAL DE SOLIDOS POR TRATAMIENTO EN EL PERIODO EXPERIMENTAL (10 DIAS)	26
FIGURA 4.3. HISTOGRAMA QUE REPRESENTA LA COMPOSICION QUIMICA DE LA LECHE (SOLIDOS TOTALES, SOLIDOS GRASOS, SOLIDOS NO GRASOS Y PROTEINA CRUDA) POR TRATAMIENTO.	28
FIGURA 4.4. TENDENCIA DE LA DIGESTIBILIDAD <u>IN VITRO</u> DE LA MATERIA SECA DE LA RACION OFRECIDA	30
FIGURA 4.5. TENDENCIA DEL PESO VIVO DE TODAS LAS VACAS DEL EXPERIMENTO, PESADAS AL INICIO Y A LOS 25, 50 y 75 DIAS.	34
FIGURA 4.6. TENDENCIA DE LA PRODUCCION DE LECHE POR TRATAMIENTO AL REALIZAR UNA PRUEBA DE CONTRASTE POLINOMIAL. . .	37
FIGURA 5.1. VARIOS PERIODOS DE ALIMENTACION CON PRODUCCION DE LECHE, CONSUMO DE MA-	

TERIA SECA Y CAMBIOS EN LA CURVA -
DEL PESO DEL CUERPO.

42

CAPITULO 1

INTRODUCCION

El Nopal (*Opuntia spp*) planta xerófito típica de las zonas áridas y semiáridas del Norte de México, se ha venido empleando por más de 100 años en altos porcentajes en la dieta de rumiantes estabulados, o como fuente de forraje en la alimentación de ganado lechero; se ha llegado a popularizar al extremo que ya es muy notorio observar zonas devastadas de este recurso en distancia de 60 a 75 km alrededor de los centros de consumo. El corte, acarreo, manejo y utilización de esta planta por el ganadero, se ha considerado por algunos expertos como voluminoso e infructífero por su bajo contenido de materia seca y valor nutritivo del mismo. Por el contrario, la opinión de algunos científicos es que el nopal sí se justifica como fuente forrajera, a la fecha no se han vertido experiencias que esclarezcan la participación específica del nopal, o alguno de sus componentes, en la alimentación de bovinos, específicamente sobre el ganado lechero.

Dado el pobre valor nutritivo que presenta el nopal y su incongruencia con altos parámetros de producción se ha llegado a especular con esta planta xerófito contiene en su materia seca un factor especial que actúa sobre la síntesis de leche.

La información existente al respecto es reducida e inconclusa, lo que hace necesario investigar más sobre el efecto específico del nopal sobre la producción láctea en bovino lechero. Como primer caso, en este proyecto se pretende evaluar exclusivamente la materia seca del nopal como principal vehículo de los nutrimentos que puedan estar actuando sobre la producción de leche en bovinos.

La hipótesis a probar es:

Pequeños niveles de harina de nopal en la alimentación de vacas lecheras Holstein, producirán efectos más ventajosos en la producción de leche que altos volúmenes en verde (40-70 kg).

El presente trabajo tiene como objetivos:

1. Evaluar la producción de leche en vacas Holstein alimentadas con raciones conteniendo 0, 2.0, y 4.0 kg de harina de nopal.
2. Valorar la actividad de los microorganismos del rumen a través de pruebas de digestibilidad In vitro en vacas lecheras Holstein alimentadas con diferentes niveles de harina de nopal.
3. Determinar los costos de producción al alimentar vacas Holstein con diferentes niveles de harina de nopal.
4. Evaluar los cambios de peso.

CAPITULO 2

REVISION DE LITERATURA

El nopal (*Opuntia* spp), planta autóctona de México ha sido por años inmemorables utilizada en la alimentación, tanto humana como animal, teniendo mayor relevancia en las regiones desérticas y semidesérticas del Norte de México y utilizada por los pequeños ganaderos en la alimentación de bovinos, ovinos y caprinos, principalmente en épocas de escasez de otros forrajes. Cobrando importancia en las pequeñas lecherías que existen al Norte del país, en los Estados de Zacatecas, San Luis Potosí, Coahuila, Chihuahua y Nuevo León, las cuales basan la alimentación en el nopal.

Descripción botánica.

Bravo (1937), describe al nopal rastrero como planta de gran aceptación por el ganado bovino, caprino y lanar, caracterizada por artículos circulares u ovalados, que tienen hasta 20 cm de longitud, espinas blandas hasta de 4 cm, gloquidios amarillos, flores amarillas, fruto rojo con pulpa ácida, aunque hay algunas especies con pocas espinas, como Opuntia ficus indica, ésta representa una gran ventaja sobre la rastrera por no tener que chamuscarse y es de gran

aceptación como rastrera.

Composición Química del Nopal

El nopal es un forraje muy variable en cuanto a su composición química, dependiendo de la especie tratada; Flores y Aguirre (1979), reportan que la especie Opuntia rastrera contiene 14.41 por ciento de materia seca; 59.89 por ciento de materia orgánica; 2.78 por ciento de proteína cruda; 6.18 por ciento de fibra; 40.11 por ciento de ceniza y 43.22 por ciento de extracto libre de nitrógeno. Se tiene la idea que la ceniza o fracción del análisis proximal de la materia seca del nopal es de llamar la atención en cuanto al alto porcentaje que representa y por caracterizarse de ser una fracción rica en minerales es base de partida para el establecimiento del presente experimento de que con esta alta cantidad de minerales los microorganismos del rumen se activan influyendo la digestibilidad del alimento reflejándose este efecto sobre la producción de leche.

El análisis químico reportado por Lastra y Pérez (1978) fue el siguiente: Materia seca 7.64 por ciento, Proteína cruda 4.64 por ciento, extracto etéreo 1.43 por ciento, ceniza 19.92 por ciento, Fibra cruda 8.94 por ciento, Extracto no Nitrogenado 65.57 por ciento. Como puede verse en los resultados obtenidos en el Cuadro 1.1, la Composición Química del nopal es muy variada, dependiendo de la especie y estado fenológico de la penca, siendo alto en fibra cruda y minerales.

Digestibilidad del Nopal

Flores y Aguirre (1979) haciendo pruebas de digestibilidad del nopal con ovinos encontraron los siguientes parámetros: 60.56 por ciento para materia seca; 65.44 por ciento de materia orgánica; 63.30 por ciento para proteína cruda; 83.61 por ciento para extracto etéreo; 80.86 por ciento para extracto libre de nitrógeno, concluye el autor que los datos de coeficientes de digestibilidad son aceptables y que son semejantes a los reportados por otros autores.

Aunque el nopal nutritivamente hablando es de un bajo valor nutritivo (Cuadro 2.1), caracterizado por un gran contenido de agua, se han realizado diversos trabajos en el estudio de la digestibilidad del nopal. Así Lastra y Pérez (1978), reportan una investigación en la que se evaluó el nopal en forma de ensilaje y en las que se realizaron pruebas de digestibilidad In vitro e In vivo. Los tratamientos consistieron de nopal sólo en ensilaje o con la adición de gallinaza, sorgo, urea-maleza y pasta de girasol, los resultados arrojados fueron: digestibilidad materia seca 67.7 por ciento y digestibilidad materia orgánica 69.4 por ciento In vitro y para la In vivo: digestibilidad materia seca 70.71 y la digestibilidad materia orgánica 74.59 por ciento.

Concluyen los autores que el ensilaje del nopal forrajero es un buen recurso en las zonas áridas del norte de México, cuando no hay otro tipo de forraje, aunque los animales perdieron peso, sugieren que este factor podría solucionarse si se incrementa la materia seca del nopal o se da otro suplemento que substituya la pobre cantidad de nutrientes (Lastra y Pérez, 1978).

CUADRO 2.1. Análisis bromatológico de diferentes especies de nopal forrajero (*Opuntia* sp.) (Porcentajes en base a materia seca).

Genotipo	Materia seca	Materia orgánica	Proteína cruda	Grasa cruda	Fibra	Ceniza	Extracto libre de nitrógeno	Autor
<i>Opuntia chrysacantha</i>	15.52	73.45	3.54	1.10	4.32	26.55	64.43	Palomo 1963
<i>Opuntia megacantha</i>	10.12	74.51	7.71	1.38	3.75	25.49	61.87	Palomo 1963
<i>Opuntia rastrera</i>	14.41	59.89	2.79	0.76	16.18	40.11	40.16	Palomo 1963
<i>Opuntia vodusta</i>	10.38	81.41	4.43	1.73	17.63	18.59	57.61	Palomo 1963
<i>Opuntia ficus indica</i>	11.29	89.93	3.80	1.38	7.62	13.07	77.13	Griffits H. 1906

Fuente: Flores-Valdez y Aguirre Rivera (1979).

Flores (1977), realizó una digestibilidad aparente probando nopal forrajero, utilizando borregos, reportó coeficientes de digestibilidad de la materia seca de 60.56 por ciento, materia orgánica de 65.44 por ciento, proteína cruda 63.30 por ciento, extracto etéreo 83.61 por ciento y energía 71.84 por ciento, los cuales se consideran aceptables. Concluye que el nopal tiene un alto contenido de agua y bajo contenido de materia seca, lo que representa su mayor limitante en su uso y que debe considerarse como un forraje tosco por su bajo contenido de energía.

De Alba (1971) reporta un consumo promedio de 30-40 kg/vaca siendo esta cantidad insuficiente para cubrir los re q u e r e q u e r e q u e r e r i m i e n t o s de l e c h e, representando una p e r d i d a d e e n e r g i a a l t e n e r q e c o n s u m i r l o e l a n i m a l, dada su p o b r e c a n t i d a d e m a t e r i a s e c a n t i d a d e a g u a. Sin embargo, reconocen que con un coeficiente de digestibilidad de 69 por ciento para la materia orgánica, aporte 0.12 mcal de energía metabolizable por kg de nopal verde, lo cual puede ayudar al animal cuando no se encuentra disponible otro forraje y no haya que compararlo.

García y col. (1982), reportan que realizaron un experimento donde probaron digestibilidad aparentes del nopal en o v i n os, en forma de ensilaje y en nopal verde, suplementando con rastrojo, gallinaza, melaza y concluyen que la d i g e s t i b i l i d a d e l a m a t e r i a s e c a o r g a n i c a y p r o t e i n a s l a s r a c i o n e s f u e d e l 8 0 a l 9 7 p o r c i e n c o m p a r a c i o n l o s m i s m o s v a l o r e s o b t e n i d o s p o r l a a l f a l f a : e

efecto del ensilaje muestra un resultado positivo en el consumo voluntario, pero se notó una tendencia de disminución de la digestibilidad.

Producción de Leche con Nopal.

Dávila (1967), alimentó vacas lecheras Holstein probando las siguientes dietas: testigo: Concentrado + nopal; Grupo I: Concentrado + alfalfa achicalada; Grupo II: Concentrado + Heno de Avena; la producción promedio de leche fue: 11.09, 11.9 y 11.02 lt, para el testigo, Grupo I y II respectivamente, no encontrando diferencia significativa entre tratamiento, sin embargo la ración que contenía nopal fue más barata (\$6.62) en la alfalfa (\$10.25) y Avena \$10.05, concluye que la alfalfa a pesar que produjo más leche, encareció los costos.

Se reportó, asimismo, que vacas Jersey pueden consumir hasta 50.6 kg de nopal diario al agregarle 1 kg de harinolina, mientras que vacas Holstein logran consumos de 75.0 kg por día y vacas lecheras en producción hasta 77.3 kg de nopal diario (CONAZA, 1981).

Signoret (1964), al comparar el nopal como fuente de forraje con alfalfa verde o achicalada, en raciones de vacas lecheras, encontró mayor producción de leche diaria (11.47 kg) en vacas alimentadas con alfalfa achicalada; que vacas alimentadas con alfalfa verde (10.07 kg) y que vacas alimentadas con nopal (9.27 kg). Sin embargo, desde el punto de vista económico, la dieta que contenía nopal fue la más barata.

Crosta y Vechio (1977), al alimentar vacas de reemplazo con peso promedio de 300 kg con una dieta conteniendo 5 kg de paja de trigo; 5 kg de heno de pasto y 10 kg de nopal y vacas con peso de 500 kg con otra dieta conteniendo 10 kg de paja de trigo, 5 kg de heno de pasto y 30 kg de nopal, no observaron problemas gastrointestinales en las vacas presentando un estado de salud nutricional óptimo.

Con el objeto de mejorar la calidad proteica del nopal, Adame (1965) utilizó urea en solución para asperjar el nopal, con el fin de aumentar el nivel de la proteína cruda y la digestibilidad de la celulosa, concluye que no hubo diferencias significativas en cuanto a producción de leche y porcentaje de grasa, obteniéndose del grupo testigo 9.56 kg de leche, y en el nopal asperjado 9.54 kg; en cuanto al porcentaje de grasa se obtuvo 3.11 por ciento y 3.18 por ciento en el testigo y el grupo de nopal asperjado respectivamente.

Sampayo (1971), no encontró diferencias significativas en la producción láctea, cuando agregó 0, 10 y 30 kg de nopal verde en la alimentación de vacas Holstein, pero cuando las vacas consumen 50 kg de nopal verde, decrementa la producción de leche y el porcentaje de grasa en la misma.

Consumo de Alimento en Vacas Lecheras.

El consumo de alimento en vacas lecheras de alta producción es la variable más crítica en la primera parte

de la lactancia, debido a la gran demanda de nutrientes para la producción de leche que requiere el animal, sobre todo que el pico de la lactancia no coincide con el pico de consumo de materia seca.

En un estudio para ver el efecto del consumo de materia seca sobre el metabolismo del rumiante lechero, Bines and Davey (1970), reportan que vacas que consumían diferentes niveles de forraje (0, 20, 40 y 60 por ciento), complementado con concentrado, se observó un menor consumo cuando no se proporcionó forraje a la ración, y en el resto de los tratamientos el consumo fue similar, aunque anotan una disminución en la digestibilidad In vitro de la materia seca a medida que se aumentaba la proporción de forraje en la dieta. Los mismos autores reportan un incremento en los ácidos grasos volátiles horas después de consumido el alimento, así como un declive en el pH a medida que el concentrado se incrementaba en la dieta, siendo más significativo en la que no contenía forraje y concluyen que los cambios químicos que ocurren a nivel de rumen reflejan el manejo que se le da a la alimentación, recalcando la importancia que juegan los ácidos grasos volátiles, principalmente el acetato en el metabolismo del rumiante lechero (Bines and Davey, 1970).

Bines et al. (1969) sugieren que la gordura disminuye el consumo de alimento de vacas lecheras y reportan que vacas magras consumían 31 por ciento más de heno y 23 por ciento más concentrado que vacas más gordas, en relación al tamaño metabólico, siendo estas diferencias de 25 por ciento.

Brown et al. (1977) estimaron que el tamaño metabóli

co en vacas redujo los valores de coeficientes de determinación, de las ecuaciones en las que se usó y concluyen que - las medidas lineales y cuadráticas del tamaño del cuerpo explican mejor las variaciones en el consumo de alimento. Es de notar que vacas que consumían menos alimento durante el período seco logran mayores consumos después del parto, que vacas con un alto nivel de alimentación (Lodge 1978).

La composición de la dieta es un factor que afecta directamente el consumo alimenticio en vacas lecheras. En dietas de baja concentración de energía el consumo está regulado por la capacidad del rumen, la velocidad de paso de los residuos indigestibles y de la digestibilidad de la materia seca (Conrad et al. 1964).

También la relación forraje-concentrado tiene su efecto, ya que dietas con bajo nivel de forraje y alta proporción de concentrados afecta la digestibilidad de la materia seca y ocasiona trastornos metabólicos, debido a la falta de fibra, encontrando un nivel óptimo con un 16 por ciento de fibra en la ración (Brown et al. 1977)

Así, Conrad et al. (1964) reportan que el consumo de raciones poco digestibles está relacionado con la capacidad del rumen y por consiguiente con el tamaño de la vaca, pero el consumo de dietas más digestibles estaba más relacionado con el tamaño metabólico, en donde los factores físicos y fisiológicos son los principales reguladores del mismo.

En un estudio para ver el efecto de la estricta anaerobiosis sobre la actividad de las bacterias en la utilización de las fuentes de nitrógeno y carbón, Leedle et al. (1983) reporta que la ausencia de estrictas anaerobiosis repercute en una menor población del grupo de bacterias celulolíticas y amilolíticas, reportan que la urea más ácido hidroxí-caseína parece acrecentar la digestión de la fibra y la proporción de la población.

Ajenjo (1980) reporta la composición de la leche de vaca de la siguiente manera: agua de 86-89.3 por ciento, extracto seco de 10.08-14.0 por ciento, éste se descompone en grasa de 2.8-4.0 por ciento, extracto magro de 7.9-10.05 por ciento, éste se descompone en proteínas 3.5 por ciento, lactosa 4.6 por ciento y sales 0.75 por ciento.

CAPITULO 3

MATERIALES Y METODOS

Localización del Estudio.

El presente trabajo se realizó en el Establo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizado en Buenavista, Saltillo, Coahuila, a una altura de 1743 msnm, ubicado entre los 25°22' de latitud norte y 101°22' de longitud oeste, con una precipitación anual promedio de 460.3 mm, con mayor incidencia en los meses de junio, julio y agosto, con una temperatura anual promedio de 16.1°C, con temperatura promedio de 13.9°C durante los meses de enero, febrero marzo y abril, El presente experimento se condujo en el período comprendido entre enero y abril de 1984 con una duración de 75 días por animal.

Tratamientos.

La mayoría de los experimentos existentes a la fecha sobre nopal y producción animal se han realizado ofreciendo éste en verde o como ensilaje, sus resultados son controversiales, con una tendencia a clasificado de bajo valor nutritivo y como excelente fuente de agua, considerando la materia seca de poco valor nutritivo, pero con posibilidades de poseer un factor que influye sobre la producción lactea.

En base a lo anterior, se decidió eliminar al máximo el agua y evaluar el efecto neto del nopal, representado por la materia seca en forma de harina de nopal. El nopal a la fecha no se ha evaluado como fuente única de nutrientes. Para el presente caso, 4 kg de harina de nopal representan el límite de volumen ofrecido en verde y 0 kg de harina de nopal representa el testigo, el cual no recibe nopal, pero si una ración que es de 90 por ciento de la capacidad de consumo para materia seca, cubriendo requerimientos de mantenimiento más un potencial nutritivo de producir aproximadamente entre 20-25 lts por vaca por día ver Cuadro 1 del Apéndice. 2 kg de harina de nopal representan un punto intermedio del consumo de nopal en verde; en el presente experimento se dio la oportunidad de que el nopal demuestre su valor interaccionado con nutrientes provenientes de concentrado y forraje.

Fuente de Información.

Los parámetros medidos fueron los siguientes: producción de leche, composición de la leche (sólidos totales, grasa, sólidos no grasos y proteínas), cambios en peso corporal, consumo de alimentos y digestibilidad In vitro de la materia seca. Los parámetros anteriores fueron generados en el período de 10 semanas posteriores al pico de la lactancia, lo anterior se hizo con el fin de detectar un efecto más neto del nopal sobre la producción láctea, evitando así el posible efecto de las reservas corporales sobre la producción de leche. La vaca lechera de alta producción bajo con-

diciones de estabulación, guarda reservas corporales de una lactancia para otra cuyos efectos sobre la síntesis de leche al estabilizarse el animal puede ser efectivo hasta 10 semanas después del parto (Wiktorsson, 1983). El período experimental de la lactancia que cubre el presente experimento supone el área de menor influencia del catabolismo de reservas corporales y un efecto más neto del alimento sobre la producción láctea.

Animales. En el presente trabajo se utilizaron seis vacas de la raza Holstein Fressien. Con una y hasta cuatro lactancias previas, con el fin de reducir el efecto del catabolismo de las reservas corporales sobre la producción de leche, las vacas fueron tomadas una semana después del pico de la lactación para uniformar el empleo del diseño experimental (antes del análisis estadístico, la producción láctea y sus componentes por cada vaca fueron ajustados por edad y fecha de parto).

Las vacas fueron ordeñadas 2 veces al día, a las 7:00 y 16:00 hrs. El método de ordeña fue mecánico, con equipo Neozelandés de la marca Ruakura. Las vacas del presente experimento fueron pesadas individualmente y a intervalos de 25 días comprendiendo las fases de adaptación y las de toma de muestras.

Producción de Leche y sus Componentes. La producción láctea por vaca se determinó a partir de pesadas que se efectuaron en medidores a intervalos de 5 días en la fase de muestreo. Se tomaron alicuotas de 100 ml como muestra duran-

te cada pesada para ser evaluada inmediatamente en sólidos totales (Método de secado en estufa), grasa (Babcock, AOAC, 1975), proteína (Kjeldahl) (AOAC, 1975). Sólidos no grasos (Método de secado en mufla) La producción láctea total por animal, por período experimental se determinó de la siguiente manera: de los 10 días de muestreo de los 3 períodos se tomaron datos los días uno, cinco y diez. La producción total de leche se obtuvo al multiplicar el valor de la muestra por los días antes y después de la toma de datos según el caso, que hacen la mitad de tiempo entre muestreo y muestreo, posteriormente se sumaron el total de días con su producción correspondiente. Los componentes de la leche por periodo experimental fueron estimados por el mismo método.

Programa de Alimentación.

Las vacas fueron alimentadas individualmente en corraletas (12 metros cuadrados) con su respectivo comedero y bebedero a las 7:00 y 15:00 hrs. El consumo de alimentos fue determinado individualmente, pesando lo ofrecido y lo rechazado. Los integrantes tanto de la fracción del concentrado como del forraje fueron ofrecidos en una sola mezcla.

Prueba de la Dibestibilidad In vitro.

Una vaca fue asignada a la ración testigo y otra a la que contenía harina de nopal, la fase de adaptación fue de 12 días, el día 13 se tomaron muestras de líquido ruminal, mediante una sonda y vaciando el líquido

inmediatamente en un termo de medio litro, medio por el cual fue trasladado al laboratorio, la prueba de digestibilidad In vitro se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal, según el método descrito por Barnes, modificación de Tilly y Terry, en Harris (1970).

Análisis Estadístico.

El presente experimento se planificó y se analizó utilizando el diseño doble reversible (Switch back), el número de animales es seis (o un múltiplo) y en todas las secuencias debe existir igual número de vacas. El motivo para usar una secuencia de inversión, es su eficaz sensibilidad y menor error experimental, incrementando la posibilidad de encontrar diferencias en los tratamientos. Este diseño es recomendado en ensayos con vacas lecheras, dada la ventaja que ofrece el trabajar con menor número de animales y períodos cortos de experimentación.

Los tratamientos fueron distribuidos al azar, se realizó así mismo el respectivo análisis de varianza en los parámetros de producción e incrementos de pesos utilizando el 10 por ciento ($P < 0.10$) como nivel de significancia, y se realizaron análisis de regresión lineal múltiple, con su respectivo análisis de varianza y significancia para los $\hat{\beta}$ (estimadores), y para analizar la tendencia de los tratamientos, se realizaron pruebas de Contrastes Ortogonales.

El modelo estadístico propuesto, con el fin de predecir la producción de leche en los tres periodos fue:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 D_1 + \beta_3 D_2 + E_i$$

donde,

Y_i = variable estudiada (producción de leche)

β_0 = la ordenada al origen para el I periodo

β_i = medición i -ésima de los tamaños metabólicos

D_1, D_2 = se refieren, al periodo II y III respectivamente.

E_i = error aleatorio por las características específicas de la i -ésima observación.

Nótese que D_1 y D_2 son variables indicadoras y los valores que toman no tienen ningún significado en lo que respecta al nivel de medida de la variable Y , sino que solamente designan las categorías de interés.

Análisis Económico.

Se realizó un análisis económico, insumo-producto usando el renglón alimentación como factor de mayor incidencia en los costos de producción.

Método de Elaboración de la Harina de Nopal.

El nopal en forma verde fue comprado en un expendio en Saltillo y trasladado a Navidad, N.L. donde fue triturado en una picadora, posteriormente fue puesto al sol por 8 días para que perdiera parte de la humedad y para secarlo después en una deshidratadora de secado continuo y sometido a una temperatura de 170°C donde finalmente fue hecha harina.

Dado que se pretende evaluar lo más netamente posible el efecto del nopal y la fase de la lactancia donde el alimento se refleje exclusivamente en producción lactea y - tomando en cuenta que para hacer cambios en dietas y su - efecto sobre producción se requieren alrededor de 15 días. De acuerdo al diseño más adecuado para el presente caso que es el doble-reversible (Switch back), necesita una vaca pasar por 3 períodos representando solamente dos tratamientos. Para el presente caso, una vaca permaneció en experimentación 75 días, distribuidos de la siguiente manera, ejemplo: La Vaca no. 120 estuvo en los siguientes tratamientos:

Periodo I	15 días de adaptación	ADAPTACION
	10 días toma de muestras	TRATAMIENTO A
Periodo II	15 días de adaptación	ADAPTACION
	10 días toma de muestras	TRATAMIENTO B
Periodo III	15 días de adaptación	ADAPTACION
	10 días toma de muestras	TRATAMIENTO A

A = Tratamiento 1 (Testigo), B = Tratamiento 2 (con 2.0 kg de harina de nopal), C = Tratamiento 3 (con 4.0 kg de harina de nopal). En los Cuadros 3.1 y 3.2 se muestra el arreglo que tuvieron los tratamientos y la ración que se ofreció a las vacas.

Cuadro 3.1. Arreglo de Tratamientos (Switch back).

Número de las Vacas					
<u>120</u>	<u>129</u>	<u>26</u>	<u>59</u>	<u>100</u>	<u>134</u>
TRATAMIENTOS					
A	B	C	A	B	C
B	C	A	C	A	B
A	B	C	A	B	C

A=Tratamiento 1, B=Tratamiento 2, C=Tratamiento 3.

Cuadro 3.2. Ración Base Ofrecida de la Materia Seca

INGREDIENTE	CANTIDAD (kg)	ENL*	PC**	%
FORRAJE:				
Ensilaje de maíz	3.5	5.565	206.5	18.00
Heno de Avena	8.1	8.91	112.06	41.58
CONCENTRADO:				
Maíz	4.8	8.03	384.0	24.64
Soya	1.0	1.96	440.0	5.13
Salvadillo	1.8	2.78	324.0	9.24
Urea	0.20	-	562.0	1.03
Roca P.	0.04	-	-	0.2
Sal	0.04	-	-	0.2
TOTAL:	19.48	27.15	2,828.56	100.0

* ENL = Energía Meta Lactación

** PC = Proteína Cruda

CAPITULO 4

RESULTADOS

Producción de Leche

La producción total de leche corregida por vaca, periodo y tratamiento se muestra en el Cuadro 4.1, la producción total de leche por tratamiento se muestra en el Cuadro 4.2, las vacas del tratamiento con 2.0 kg de harina de nopal, produjeron mayor cantidad de leche, siendo ligeramente superior al resto de los tratamientos, superando al más próximo que fue el testigo por 14.9 kg lo cual representa 1.49 kg/vaca/día o un 5.4 por ciento superior al testigo y con 16.0 kg lo cual representa 2.0 kg/vaca/día a un 6.82 por ciento para el tratamiento 3 con 4.0 kg de harina de nopal, esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($P < 0.10$) ver el Cuadro 4.3.

En la Figura 4.1 se puede observar una tendencia relativamente mayor en la producción de leche para el tratamiento con 2.0 kg de harina de nopal, manifestando su optimización con la suplementación de este tratamiento. Para el tratamiento con 4.0 kg de harina de nopal se observó un decremento en la producción láctea a niveles inferiores a los del testigo.

CUADRO 4.1 Producción total de leche por vaca corregida por edad y época de parto en la fase de muestreo (10 días).

IDENTIFICACION DE LAS VACAS						
Periodo	120	129	26	59	100	134
I	A	B	C	A	B	C
	336.22	307.85	304.24	248.46	346.14	347.65
II	B	C	A	C	A	B
	306.67	295.83	289.83	232.15	285.34	183.36
III	A	B	C	A	B	C
	268.22	262.04	214.65	224.60	235.98	245.82

A= Tratamiento 1, B= Tratamiento 2, C= Tratamiento 3.

CUADRO 4.2 Producción total de leche por vaca (corregida por edad y época de parición) en el período experi - mental (10 días) en los 3 tratamientos.

KILOGRAMOS DE HARINA DE NOPAL					
0		2		4	
VACA	LECHE (kg)	VACA	LECHE (kg)	VACA	LECHE (kg)
120	336.22	120	306.67	129	295.83
120	268.22	129	307.85	26	304.24
26	289.83	129	262.04	26	214.65
59	248.46	100	346.14	59	232.15
59	224.60	100	235.98	134	347.65
100	285.34	134	283.36	134	245.82
\bar{X}	275.44	\bar{X}	290.34	\bar{X}	273.39
TOTAL: 1,652.67		TOTAL: 1,742.04		TOTAL: 1,640.34	

Cuadro 4.3 Análisis de Varianza para producción total de leche por tratamiento.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	FT $\alpha.10$
Trats	2	1.00685	0.5034	0.60 ^{N.S.}	9.000
Bloques	1	5.3824	5.3824	6.33**	8.526
E.E.	2	1.70	0.35		
Total	5				

Coeficiente de Variación 3.2%.

Las vacas del tratamiento con cero kg de harina de nopal tuvieron mayor producción de sólidos totales en la leche con diferencias de 9.08 y 5.47 kg respecto a los niveles de 2.0 y 4.0 kg de harina de nopal respectivamente (Cuadro 4.4). Las diferencias anteriores no fueron estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

La tendencia de la producción de sólidos se representa en la curva cuadrática de la Figura 4.2.

Los sólidos grasos fueron superiores en el testigo, superando a los tratamientos de 2 y 4 kg respectivamente (Cuadro 4.5), el testigo tuvo un incremento de 0.9 por ciento con respecto a 2.0 kg de harina de nopal y 0.21 respecto al de 4.0 kg y entre éste y el de 2.0 kg la diferencia fue de 0.75 por ciento. Esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($P < 0.05$).

Los sólidos no grasos fueron superiores en el testigo superando a los tratamientos de 2 y 4 kg respectivamente (Cuadro 4.6), el testigo tuvo un incremento de 9.25 kg con respecto a 2.0 kg de harina de nopal, esta diferencia no fue esta-

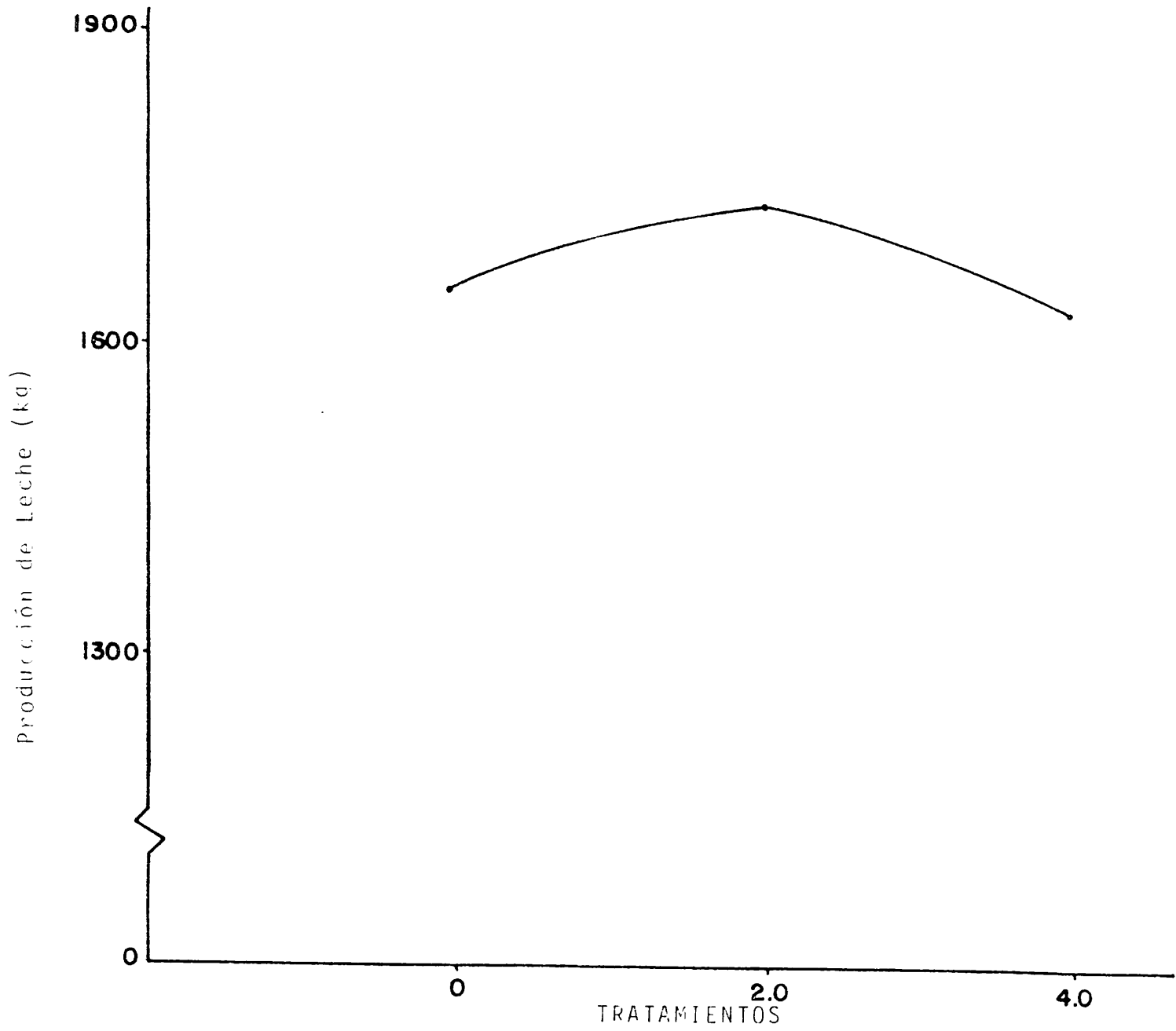


Figura 4.1. Tendencia de la producción de leche (kg) por tratamiento en la fase de muestreo.

CUADRO 4.4 Producción de sólidos totales de la leche (corregido por edad y época de parición, en el periodo experimental (10 días) en los 3 tratamientos.

KILOGRAMOS DE HARINA DE NOPAL						
0		2		4		
VACA	SOLIDOS TOTALES %	VACA	SOLIDOS TOTALES %	VACA	SOLIDOS TOTALES %	
120	15.10	120	13.33	129	14.00	
120	14.20	129	14.11	26	13.76	
26	13.43	129	13.90	26	13.36	
59	14.10	100	11.79	59	12.89	
59	13.74	100	11.80	134	13.55	
100	12.29	134	10.57	134	13.95	
\bar{X}	13.81	\bar{X}	12.58	\bar{X}	13.58	
TOTAL	228.23	TOTAL	219.15	TOTAL	222.76	

CUADRO 4.5 Producción total de sólidos grasos (corregida por edad y época de parición en el periodo experimental (10 días) en los 3 tratamientos.

KILOGRAMOS DE HARINA DE NOPAL					
0		2		4	
VACA	(GRASA %)	VACA	(GRASA %)	VACA	(GRASA %)
120	3.62	120	2.69	129	3.76
120	3.81	129	2.93	26	3.43
26	3.78	129	2.99	26	3.44
59	3.56	100	2.45	59	3.30
59	3.54	100	2.40	134	3.28
100	3.42	134	2.52	134	3.27
\bar{X}	3.52	\bar{X}	2.66	\bar{X}	3.11
TOTAL:	59.83	TOTAL:	46.34	TOTAL:	51.01

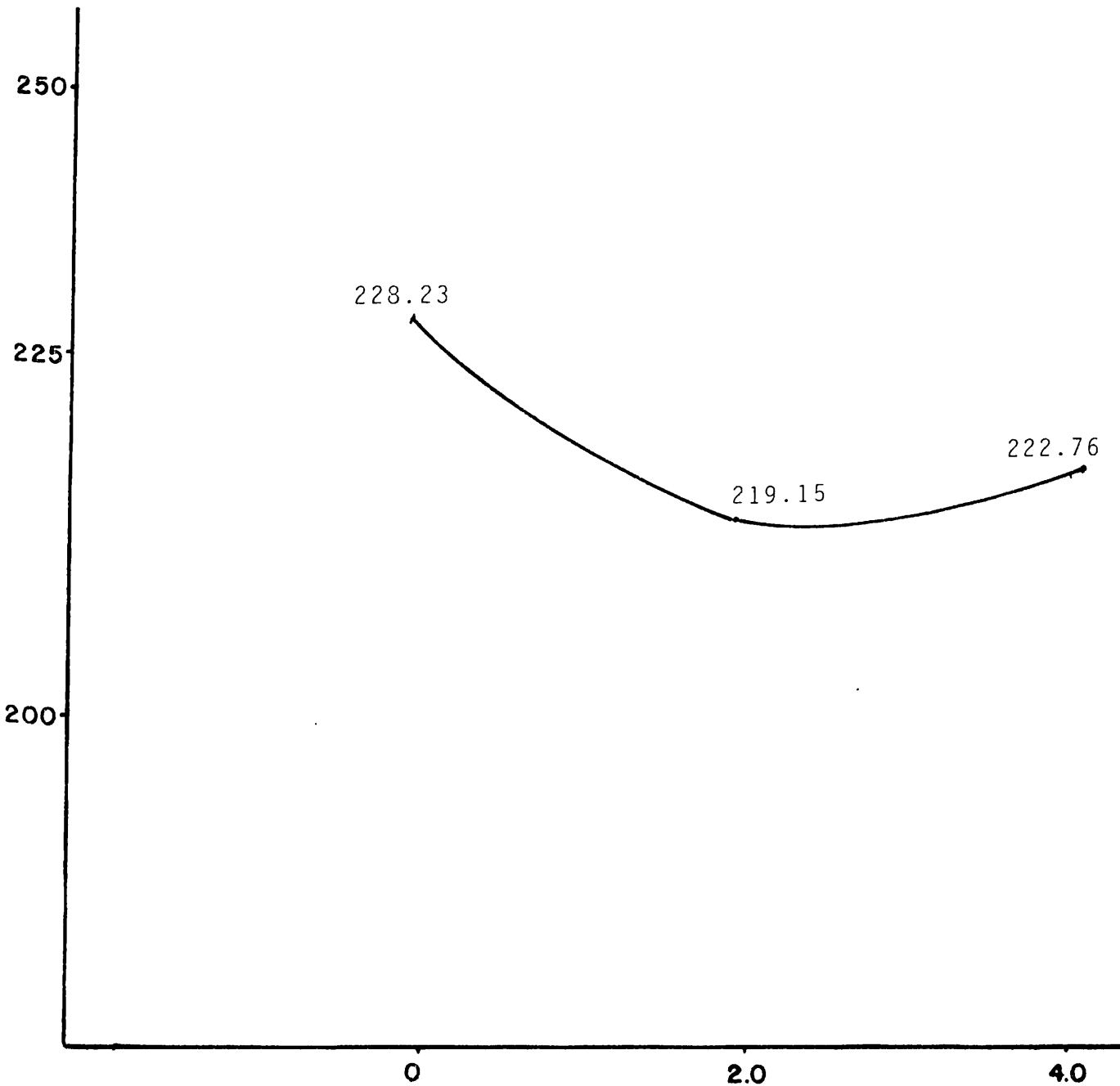


FIGURA 4.2. Tendencia de la producción total de sólidos por tratamiento en el periodo experimental (10 días).

CUADRO 4.6 Producción total de sólidos no grasos de leche (corregida por edad y época de parición) en el periodo experimental (10 días) en los 3 tratamientos.

KILOGRAMOS DE HARINA DE NOPAL					
0		2		4	
VACA	SOLIDOS TOTALES (%)	VACA	SOLIDOS TOTALES (%)	VACA	SOLIDOS TOTALES (%)
120	11.4849	120	10.6362	129	10.2386
120	10.4256	129	11.1842	26	10.3354
26	9.6464	129	10.9145	26	9.9208
59	10.5888	100	9.3396	59	9.5897
59	10.1958	199	9.4922	134	10.2682
100	8.8693	134	8.0464	134	10.6765
\bar{x}	10.20	\bar{x}	9.92	\bar{x}	10.57
PROD. TOTAL	228.40	PROD.	219.15	PROD.	220.79

CUADRO 4.7 Producción total de proteína de la leche corregida por edad y época de parición en el periodo experimental (10 días) en los 3 tratamientos.

KILOGRAMOS DE HARINA DE NOPAL					
0		2		4	
VACA	PROT. %	VACA	PROT. %	VACA	PROT. %
120	2.75	120	2.92	129	2.96
120	2.91	129	3.05	26	2.65
26	2.67	129	3.16	26	2.43
59	2.98	100	2.47	51	2.70
59	2.57	100	2.33	134	2.74
100	2.32	134	2.56	134	2.68
\bar{x}	2.7	\bar{x}	2.8	\bar{x}	2.7
TOTAL:	44.62	TOTAL:	48.78	TOTAL:	44.24

Composición de los sólidos de la leche (%)

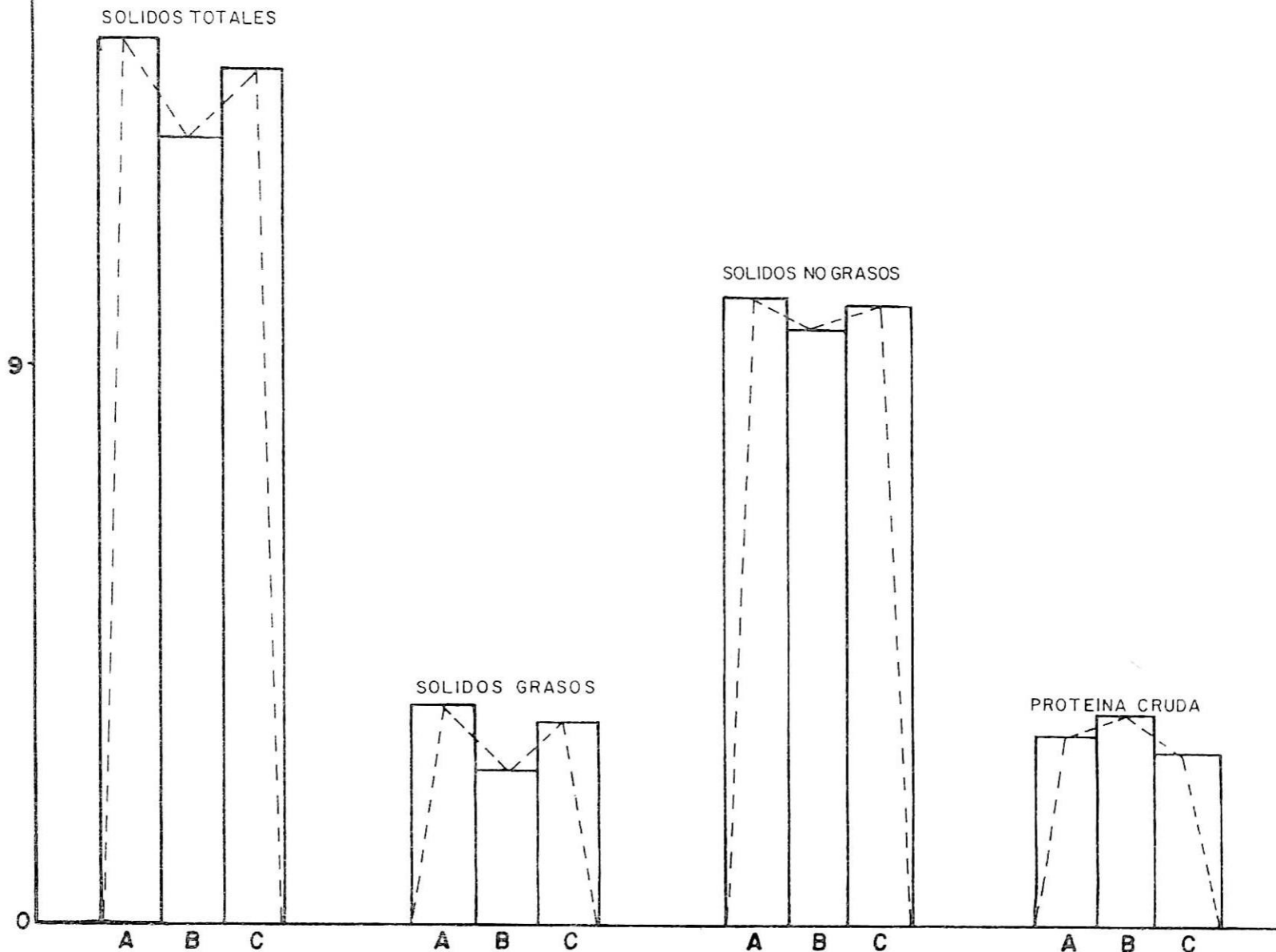


FIGURA 4.3. Histograma que representa la composición química de la leche (sólidos totales, sólidos grasos, sólidos no grasos y proteína cruda) por tratamiento.

dísticamente significativa ($P < 0.05$) y con respecto al tratamiento de 4.0 kg de harina de nopal, la diferencia fue de 7.61 kg.

La cantidad de proteína fue mayor en el tratamiento de 2.0 kg de harina de nopal, que en el testigo y el tratamiento de 4.0 kg de harina de nopal (Cuadro 4.7) el incremento encontrado en el tratamiento de 2.0 kg fue de 0.1 por ciento respecto a los otros 2, no encontrándose diferencias estadísticamente ($P < 0.05$).

El consumo de materia seca de la ración ofrecida no ocasionó ningún trastorno metabólico en las vacas, siendo el consumo muy similar en los tres tratamientos, encontrándose un consumo superior de 22 g/tamaño metabólico y 4 g en el tratamiento de 4.0 kg con respecto de los tratamientos 1 y 2 como puede verse en el Cuadro 4.8.

Digestibilidad In vitro

En la digestibilidad In vitro de la materia seca de la ración se encontró que el tratamiento de 2.0 kg de harina de nopal fue el más digestible con una diferencia de 5.09 y 11.8 unidades para el testigo y el tratamiento de 4.0 kg de harina de nopal respectivamente (ver Cuadro 4.9).

Pesos de los animales.

Las vacas perdieron peso en el primer período (25

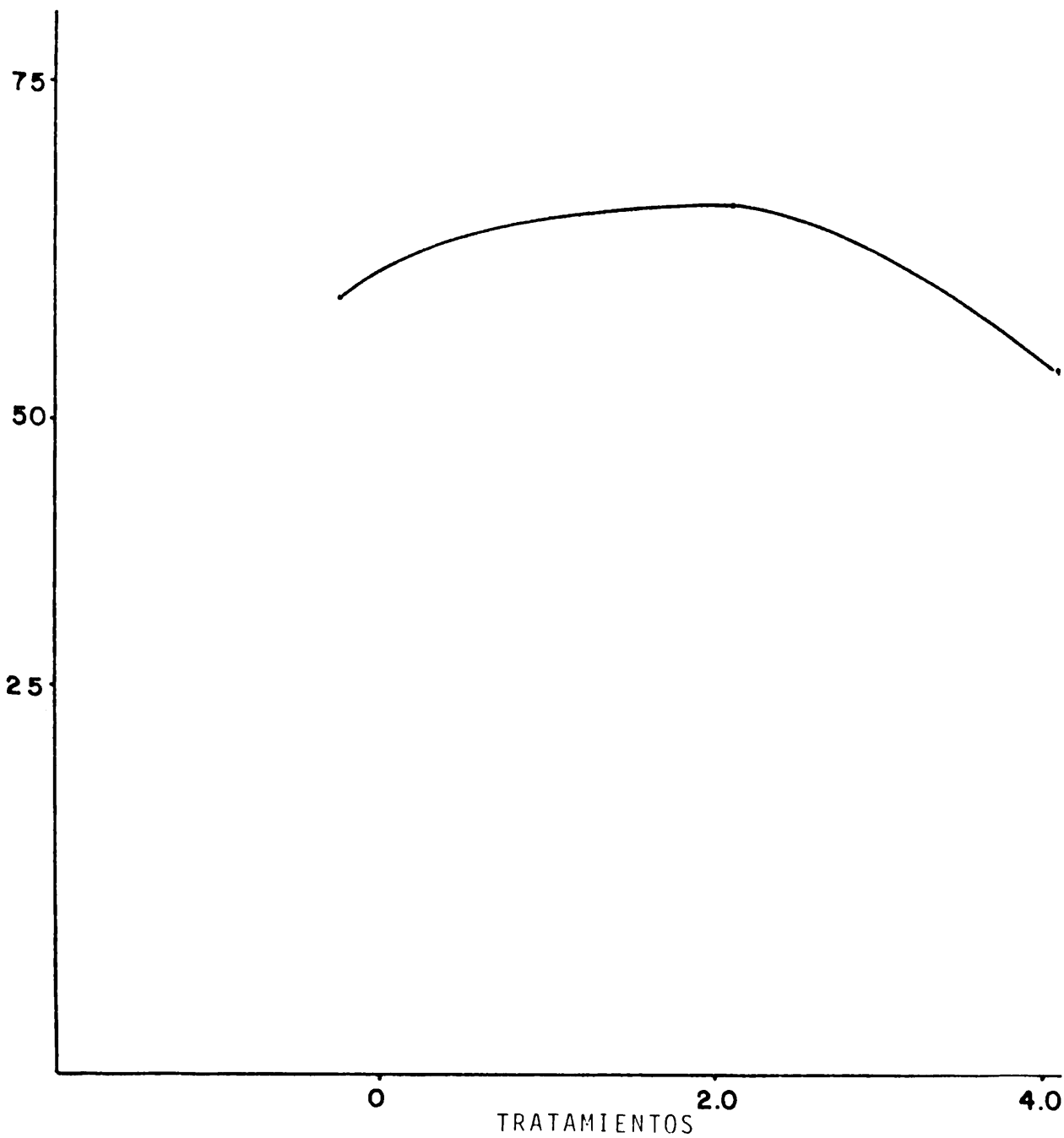


FIGURA 4.4. Tendencia de la digestibilidad In vitro de la materia seca de la ración ofrecida.

CUADRO 4.8 Consumo de Materia Seca de la ración con harina de nopal por unidad de tamaño metabólico. (P.V. kg).⁷⁵

KILOGRAMOS DE HARINA DE NOPAL					
0		2		4	
<u>Vaca</u>	<u>Consumo (g)</u>	<u>Vaca</u>	<u>Consumo (g)</u>	<u>Vaca</u>	<u>Consumo (g)</u>
120	165.0	120	178.43	129	174.63
120	172.40	129	173.18	26	185.86
26	118.65	129	171.49	26	186.14
59	153.10	100	175.18	59	178.03
59	173.86	100	180.07	134	183.43
100	179.54	134	189.69	134	185.59
\bar{x}	160.42		178.0		182.28

CUADRO 4.9 Digestibilidad In vitro de la materia seca de la dieta a base de harina de nopal.

TRATAMIENTO		PORCENTAJE
A	Testigo	61.71
B	2 kg harina de nopal	66.80
C	4 kg harina de nopal	56.80

días). Estas pérdidas se pudieron deber al cambio de la dieta y al stress ocasionado al estar encerradas las vacas individualmente en los corrales. Se considera que una vaca puede llegar a perder hasta el 10 por ciento de su peso por el catabolismo, sin embargo los animales utilizados no llegaron a ese porcentaje.

A medida que avanzaba la fase experimental hubo recuperación en el peso de las vacas, siendo el Tratamiento 3, las que perdieron ligeramente más peso. En el análisis de varianza no se encontró diferencia significativa como se puede ver en los Cuadros 4.10 y 4.11 y en la Figura 4.5. El peso de los animales fue expresado en tamaño metabólico ($P.V. \text{ kg}^{0.75}$).

Análisis Estadístico.

Dado que este trabajo con harina es pionero, se decidió utilizar un nivel de significancia de ($P < 0.10$). Para dar oportunidad a encontrar alguna respuesta de los tratamientos.

En el análisis de varianza no se encontró diferencia significativa entre tratamientos en cuanto a la producción de leche (Cuadro 4.3) con un nivel de significancia ($P < 0.10$). Otra situación es que el coeficiente de variación de los datos fue de 3.2 por ciento, lo cual puede considerarse confiable al trabajar con animales.

CUADRO 4.10 Variación del peso de las vacas (P.V. kg)^{0.75} durante el periodo de adaptación y muestreo, - alimentadas con diferentes niveles de harina de nopal.

Vaca # Periodo	120	129	26	59	100	134
I	120.47	111.86	119.56	121.23	131.98	126.05
II	112.49	110.93	112.49	113.57	123.20	121.84
III	116.80	112.95	113.88	113.88	128.80	121.23

CUADRO 4.11 Variación del peso de las vacas (P.V. kg)

Vaca # Periodo	120	129	26	59	100	134
	TRATAMIENTOS					
I	A 595.0	B 538.0	C 589.0	A 600.0	B 672.0	C 632.0
II	B 543.0	C 533.0	A 543.0	C 550.0	A 613.0	B 604.0
III	A 571.0	B 546.0	C 552.0	A 552.0	B 647.0	C 600.0

Vacas pesadas en la báscula del Establo UAAAN. 1984.
A = Tratamiento 1, B = Tratamiento 2, C = Tratamiento 3.

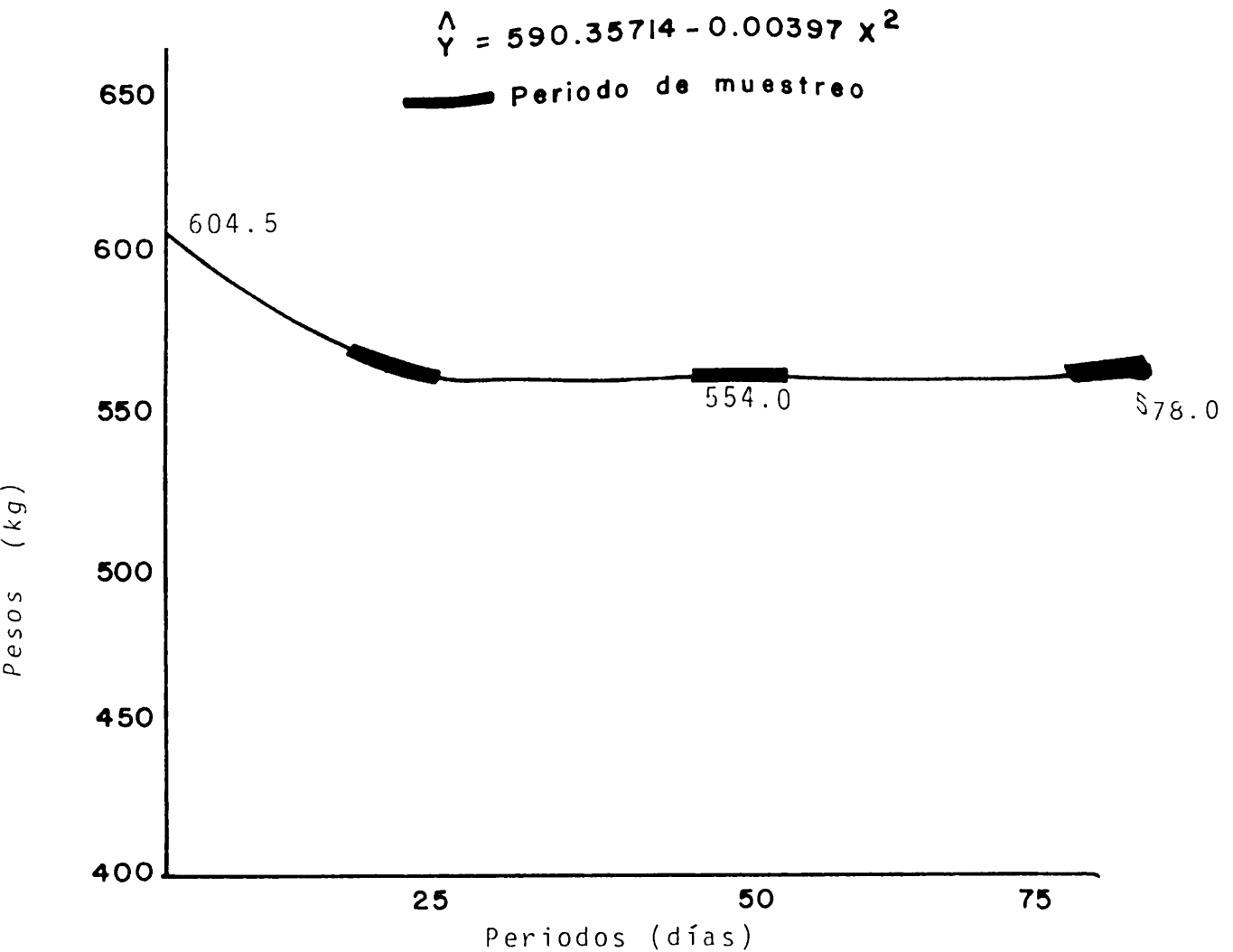


FIGURA 4.5. Tendencia del peso vivo de todas las vacas del experimento, pesadas al inicio y a los 25, 50 del ex-
días. y 75

Cuadro 4.12 Análisis de Varianza (Pesos)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. α .10
Bloques	1	.036	.036	.0047 ^{N.S.}	8.526
Trats	2	.1053	.5265	.006699 ^{N.S.}	9.00
E.E.	2	15.73	7.8885		
TOTAL:	5				

Se realizó un análisis de regresión con la finalidad de establecer un modelo de predicción, (Ver Materiales y Métodos) Los datos arrojaron un coeficiente de determinación (R^2) de 0.61 y un coeficiente de correlación muestral de $(r) = 0.78$ la ecuación de regresión estimada de los datos muestreados en el experimento fue:

$$Y_i = -4.16736 + 0.298696 X_i - 1.46461 D_1 - 6.32861 D_2$$

Al realizar el análisis de significancia de los $\hat{\beta}$'s estimadores, se encontró que solamente fue significativo el $\hat{\beta}_3$, quedando la ecuación ajustada de la siguiente manera:

$$\hat{Y}_i = -4.16736 + 0.298696 \cdot X_i \quad \text{para el período I y II}$$

$$\hat{Y}_i = -10.49597 - 0.298696 X_i \quad \text{para el período III.}$$

Para conocer la tendencia de los tratamientos se realizó una prueba de polinomio ortogonal para las observaciones de producción de leche, presentándose a continuación su respectivo análisis de varianza (Ver Cuadro 4.13) y de Regresión en el Cuadro 4.14.

Cuadro 4.13 Prueba de Contraste Ortogonal

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. < 0.05
Trat	2	0.01195	0.005975	1.320	2.695
Lineal	1	0.0003	0.0003	0.066	3.00
Cuadrático	1	0.01165	0.01165	2.56	3.00
E.E.	15	0.06805	0.0045367		
TOTAL	17	0.080			

A pesar de que no se encontró diferencia significativa desde el punto de vista estadístico, sí se notó que la distribución de las observaciones tienen una tendencia cua-

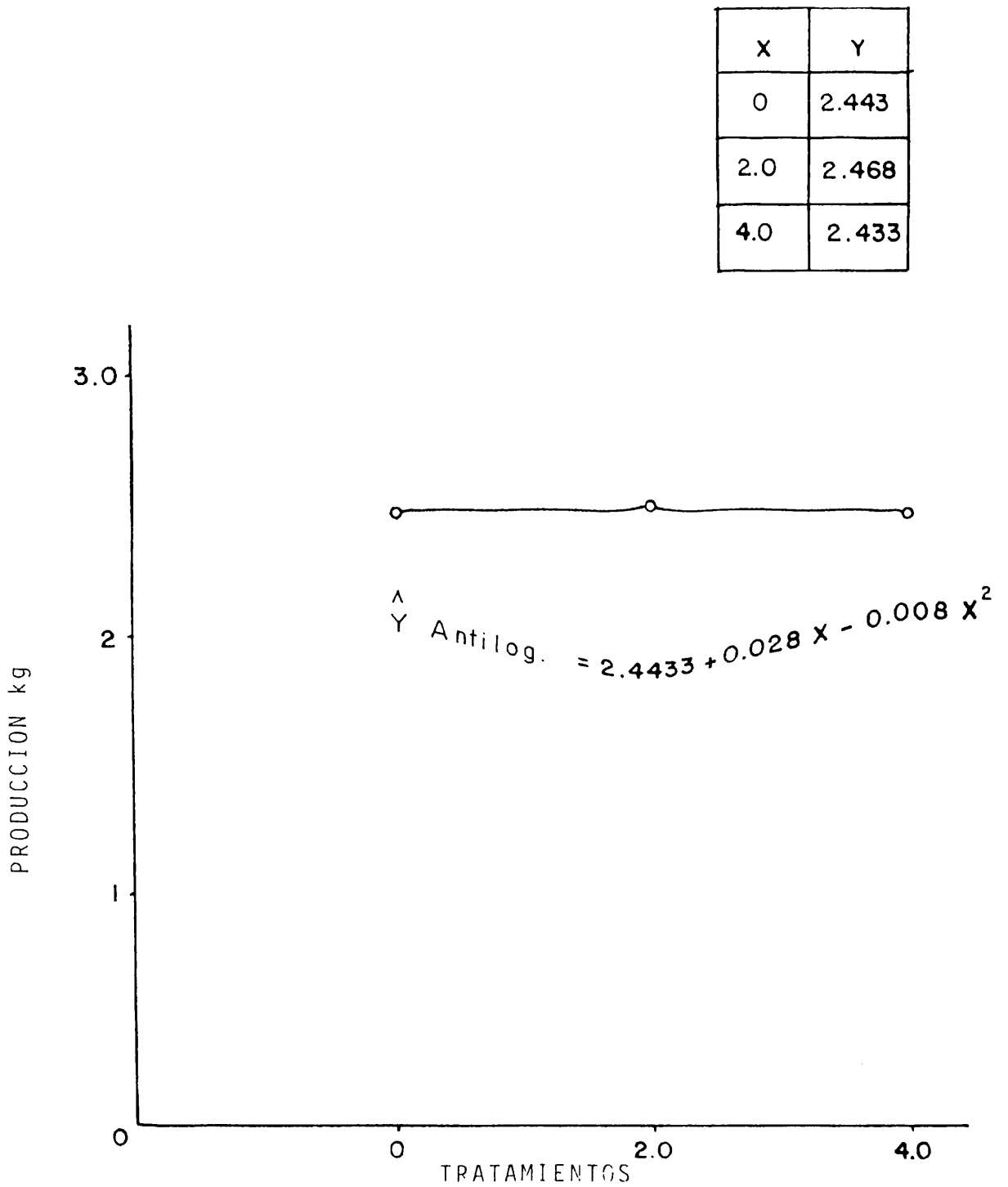


FIGURA 4.6. Tendencia de la producción de leche por tratamiento al realizar una prueba de contraste polinomial.

CUADRO 4.14 Análisis de varianza para el modelo $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 D1 + \beta_3 D2 + E_i$
 $H_0: \beta_i = 0$ para toda $i=1,2,3$ en oposición $H_a: \text{alguna } \beta_i \neq 0$.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
Regresión	3	220.367	73.4558			
Residual	14	138.668	9.90484	7.416**	3.34	5.56
TOTAL	17	359.035				

** Altamente significativo.

drática (Ver Figura 4.1), obteniéndose el punto más alto con el tratamiento de 2.0 kg de harina de nopal.

Análisis Económico

El análisis económico se realizó utilizando el factor alimentación por ser el insumo que mayor incide en los costos de producción y dadas las condiciones especiales en las que se maneja el establo de la UAAAN, siendo que es utilizado para propósitos de docencia, investigación y desarrollo simultáneamente, esta situación no permite hacer un análisis exacto del costo de producción.

Para estimar el costo por alimentación del mes, se divide entre el número de litros producidos en ese mes (L.M.) después que se determina el costo de producción por concepto de alimento (Alm/L.M.). Cabe mencionar que el alimento que se le proporciona a los becerros y vaquillas, no se debe contabilizar, ya que se incluye en los costos de reposición de hatos.

El costo del alimento se denomina con la letra B, el costo por concepto de alimentación (L.M.) y el costo de producción por litro de leche, por concepto de alimento (Alm/L.M.). Como puede verse en el Cuadro 4.15 y los ingredientes en el 4.16.

$$\frac{B}{L.M.} = Alm/lm$$

CUADRO 4.15 Costo de Producción por concepto del insumo alimento.

TRATOS	COSTO ALI- MENTO B	LITRO DE LECHE (L.M.)	PRECIO LECHE	INGRESO RELATIVO
0.0	20,009.20	1,652.67	47,927.43	27,918.23
2.0	22,000.00	1,742.04	50,529.43	28,519.45
4.0	23,500.00	1,644.45	47,689.05	24,189.05

- 1 litro de leche = 29.00 pesos.

El tratamiento con 2.0 kg de harina de nopal fue el que desde el punto de vista económico arrojó un ingreso mayor que los otros dos tratamientos, pero hay que hacer notar que sólo se consideró el renglón de alimentación.

El costo por concepto de alimento fue de \$12.11 (pesos) para el tratamiento testigo; \$12.63 para el tratamiento 2 y \$14.29 para el tratamiento 3, la aplicación de la harina encareció los costos de la alimentación, superando el testigo a los tratamientos 1 y 2 por \$0.52 y \$2.18 respectivamente, pero entre los que contenían harina, la diferencia fue de \$1.66 pesos siendo más costoso el de 4.0 kg de harina de nopal.

CUADRO 4.16 Costo de ingredientes utilizados.

INGREDIENTE	PRECIO DE UN KG	GRAMOS	PRECIO RACION (KG)
CONCENTRADO:			
Maiz	15.30	246.4	3.77
Soya	35.21	82.4	1.67
Salvadillo	18.02	51.3	1.81
Urea	13.78	10.3	0.14
Sal	6.30	2.0	0.01
Roca fosfórica	11.76	2.0	0.02
		SUBTOTAL:	7.42
FORRAJE:			
Ensilaje de Maíz	7.00	180.0	1.26
Heno de Avena	14.50	415.8	6.03
		SUBTOTAL:	7.29
		T O T A L:	14.71
Harina de Nopal	12.00	102.6	1.23
		205.3	2.46

Los precios de la harina son para los Tratamientos 2 y 3.

CAPITULO 5

DISCUSION

Bajo las condiciones en que se desarrolló el presente experimento, existen indicadores que proporcionan una adecuada confiabilidad de los resultados obtenidos, por ejemplo un coeficiente de variación de 3 por ciento el cual es clasificado como muy bajo en experimentación animal y el hecho que la respuesta de los tres tratamientos para todos los periodos es muy similar a la que presentan los tratamientos para el segundo periodo el cual como puede verse en la Figura 5.1 sobre tendencia de peso y ubicación de la fase experimental muestra el lugar de la lactancia con menor influencia del catabolismo corporal o de la fase donde se inicia el aumento del peso corporal a partir del alimento en evaluación, lo anterior demuestra claramente que los ajustes hechos a la producción láctea por fecha de parto y por edad de la vaca fueron muy adecuados y confiables sin la necesidad de efectuar un ajuste por periodo de lactancia.

Los resultados encontrados en el presente experimento en relación a la producción láctea como sus constituyentes son similares a los resultados encontrados por Adame (1965), De Alba (1971) y Signoret (1964). El nopal representado en este caso como harina de nopal, no mostró ningún efecto

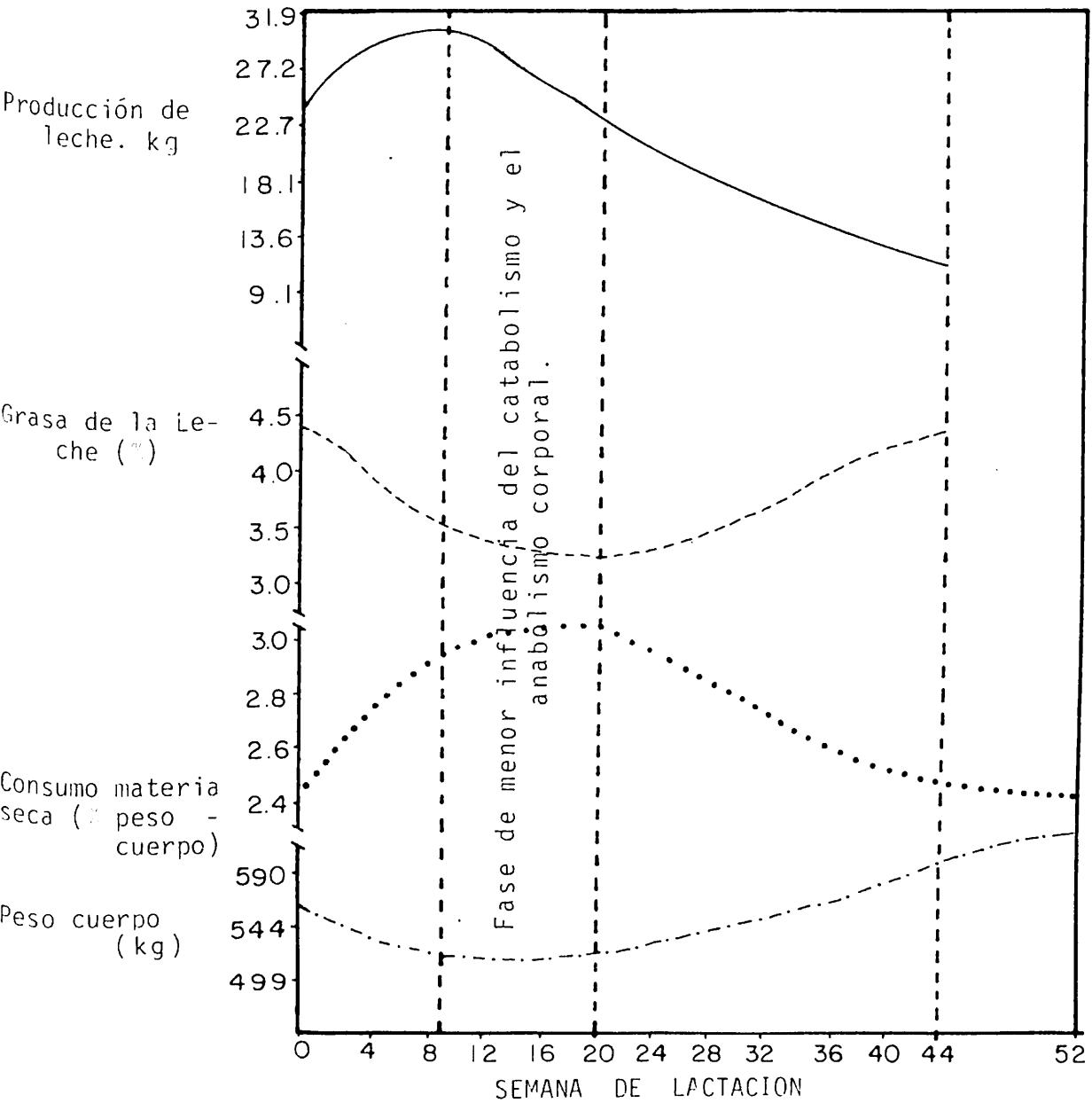


FIGURA 5.1. Varios periodos de alimentación con producción de leche, consumo de materia seca y cambios en la curva del peso del cuerpo.

sobre la producción láctea de magnitud estadísticamente significativa o de importancia económica, aunque siempre se observó una ligera tendencia de superación en el tratamiento con 2.0 kg de harina de nopal de tan sólo 1.49 kg/día de leche con respecto al testigo, es posible que este caso se explique con el hecho de que parte de la energía utilizada en la síntesis de leche provinieran del catabolismo de las vacas, pues coincide que para ese tratamiento los animales perdieron también peso corporal (Cuadro 4.10) lo cual pudo ayudar a incrementar ligeramente la producción, posiblemente la individualidad y los promedios entre raza pudo ocultar la gran variación entre ellos, o quizá también lo explique el hecho de una ligera mayor disponibilidad de energía adecuada para síntesis de leche con respecto al testigo; como consecuencia del incremento en digestibilidad de la materia seca en el Tratamiento 2.

En base al peso promedio con que iniciaron y finalizaron las vacas en el presente experimento 604 y 578 kg respectivamente, la cantidad y valor nutritivo de la materia seca de acuerdo a los requerimientos nutritivos, el escaso volumen del nopal representado por 2 y 4 kg en lugar de 20 y 40 kg en verde y que siempre fueron consumidos, se puede demostrar claramente la oportunidad que se presentó al nopal en forma de harina para demostrar sus cualidades nutritivas sobre la producción láctea, resultados similares reportaron Lastra y Pérez (1978).

Los componentes de la leche son similares a los que reporta la literatura (Ajénjo, 1980) en cuanto a sólidos to-

tales y sólidos no grasos, se considera también que un incremento en producción de leche relacionado con raza, individuos entre raza y fase de lactancia, va acompañado regularmente por una reducción en los sólidos grasos y proteínas - (Oldham y Sutter, 1982), comportamiento similar fue observado en el tratamiento de 2.0 kg de harina en la que se notó una ligera disminución (Ver Cuadro 4.4, 4.5, 4.6), en cuanto a la proteína los valores observados fueron ligeramente inferiores a los reportados como normales, resultados corroborados por Sampayo (1971).

La digestibilidad In vitro mostró una tendencia cuadrática posiblemente como consecuencia de un efecto negativo cuando se ofrecen cantidades de harina que sobrepasan los 3.0 kg, como se dejó ver en el tratamiento de 4.0 kg el cual disminuyó por abajo del testigo. Resultados similares reportó García y col. (1982).

El presente trabajo se efectuó con el nopal en forma de harina, para evaluar la fracción materia seca y observar si se encontraba algún factor (hormonal o enzimático) que incrementara la síntesis de leche, de ser posible la presencia de algún metabolito como se ha especulado. Lo anterior no pudo ser encontrado quizás debido a una desnaturalización - probablemente ocasionada por el método utilizado para hacer la harina de nopal y por ende desactivado debido a que el nopal fue sometido a altas temperaturas cercanas a los 200°C, el cual inhibiría su actividad.

CAPITULO 6

CONCLUSIONES

Tomando en cuenta las condiciones de manejo y alimentación en las que se desarrolló el presente trabajo, se puede concluir lo siguiente:

1. Que el nopal suministrado en forma de harina no muestra ningún efecto significativo que incremente la producción de leche, o su composición.
2. Es posible que el efecto que ejerce el nopal como secretor de leche no se encuentre en la materia seca del nopal en forma de harina, sino en forma verde.
3. La mayor producción del tratamiento con 2.0 kg de harina fue logrado por una ligera mayor digestibilidad y por parte de las reservas corporales.
4. Los diferentes niveles de harina de nopal no mostraron una tendencia lineal en cuanto a su digestibilidad In vitro, su valor óptimo lo mostró a nivel de 2 kg superando pobremente el testigo con escasas 4 unidades.
5. Los altos costos en la elaboración de la harina y lo laborioso hace prohibitivo y poco alentador - por ahora su uso en forma comercial; más aun cuando ha subido el precio del nopal.

CAPITULO 7

RECOMENDACIONES

1. Trabajar con mayor número de animales con el diseño switch back para generar mayor confiabilidad en los resultados.
2. En lo posible utilizar vacas lecheras, que no hayan acumulado muchas reservas corporales, para que el catabolismo sea reducido al mínimo y no interfiera con el efecto de la dieta evaluada.
3. Ampliar el periodo experimental de ser posible - pudiera dividirse de la siguiente forma:
Periodo seco de las vacas, fase anterior a pico de lactancia y fase posterior a pico de lactancia.
4. Trabajar con niveles próximos a 2.0 kg o 20 kg - en verde, dado que fue el nivel que mejor comportamiento demostró.
5. Ampliar el número de parámetros medibles que influyen en la producción de leche, para tener mayores elementos de juicio en la interpretación y que el modelo sea más explicativo.

CAPITULO 8

LITERATURA CITADA

- Adame, J.L. 1965. Aspersión de urea en nopal (Opuntia spp) y su influencia en la producción de leche. Tesis. ITESM.
- Ajenjo, G.C. 1980. Enciclopedia de la inspección veterinaria y análisis de alimentos. Ed. Cape, S.A. p. 1005. España.
- AOAC, 1975. Official methods of analysis. 12th Ed. Association of official agriculture chemistry. Washington, D.C.
- Bath, D.L. y Dickinson, F.N.; Tucker, H.A.; Appleman, R.D. - 1982. Ganado Lechero. Principios prácticos, Problemas y Beneficios. Ed. Interamericana. p. 476-477.
- Bines, J.A. and Suzuki, S. and Black, C.C. 1969. The quantitative significance of long term regulation of food intake in the cow. Br. J. Nutr. 23 p. 695-704.
- Bines, J.A. and Davey, W.F. 1970. Voluntary intake, digestion rate of passage, amount of material in the alimentary tract and behaviour in cows receiving complete diets containing straw and concentrates in different proportions. Br. J. Nutr. 24 p. 1013-1028.
- Bines, J.A. and Davey, W.F. 1978. Metabolic changes associated with intake by cow of complete diets containing straw and concentrates in different portions. Br. J. Nutr. (39) p. 567-578.
- Bravo, H. 1937. Las cactáceas de México. 2a. Ed. Revista Periódica. México.
- Brown, C.A., Chandler, P.T. and Holter, J.B. 1977. Development of predictive equations for milk yield and dry matter in lactating cows. J. Dairy Sci. 60: 1739-1754.
- Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA). 1981. El Nopal, Publicación Especial no. 34. México. p. 64-66.

- Conrad, H.R., Pratt, A.D. and Hibbs. 1964. Regulation of feed intake in dairy cows: I. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *J. Dairy Sci.* 57:1371-1380.
- Crosta, G., Veccio Viconzo. 1977. Il fico d'india come yote alimentare per il bestiame, nelle zone aride, Ins. di Agronomia generale e coltivazioni erliche dell'Università di Firenze.
- Dávila, L., F.J. 1967. Comparación entre alfalfa achicalada y nopal en la alimentación de vacas Holstein. Tesis. UAAAN.
- De Alba, J. 1971. Alimentación del ganado en América Latina. Ed. La Prensa Médica Mexicana. p. 258-259.
- Departamento de Agrometeorología. 1985. División de Ingeniería. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Flores, V. 1977. El nopal como forraje. Tesis. ENA. Chapingo, México.
- Flores, V.C. y Aguirre, R.R. 1979. El nopal como forraje. Ed. UACH. p. 77. México.
- García, H.I., Huitrón, M.G., Estrada G., y Zorrilla, R.J. 1982. Digestibilidad aparente en ovinos del nopal (*Opuntia streptacantha*) ensilado de nopal verde adicionado con rastrojo, gallinaza y melaza. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México. SARH. México. p. 527-529.
- Harris, L.E. 1975. Nutrition research techniques for domestic and wild animals. Vol. I. Animal Science. Dept. Utah State Univ. United States of America.
- Leedle, Z., J.A., Hespell, R.B. 1983. Brie incubations of mixed ruminal bacteria: Effects of anaerobiosis and sources of nitrogen and carbon. *J. Dairy Sci.* 66: 1003-1014
- Li, C.C. 1969. Introducción a la Estadística Experimental. Ed. Omega, S.A. p. 238-241. España.
- Lodge, G.A., Fisher, L.J. and Lessard, J.R. 1975. Influence of proportion food intake on performance of cows led Ad libitum during lactation. *J. Dairy Sci.*, 58:696-702.
- Lorin, H. 1970. Estudio y análisis de la producción de alimentos para los animales y nutrición animal en el trópico húmedo seco y húmedo de América Latina. Universidad de Florida.

- Lucas, H.L. 1956. Switch back trials for more than two treatments. J. Dairy Sci. p. 146-153.
- Memoria. 1980. La Enseñanza de la Economía. Zootecnia. F.M. V.Z. UNAM. p. 70-78.
- National Research Council. 1978. Nutrient requirement of domestic animals nutrient requirements of dairy cattle National Academic of Sciences. Washington, D.C. United States of America.
- Oldham, J.D. y Sutton, J.D. 1984. Estrategia de alimentación para vacas lecheras de alta producción. Ed. A.G.T. Editor, S.A. p. 84-106.
- Salvatore, D. 1982. Econometría. Ed. Mc. Hill. p. 139-143.
- Sampayo, O.R. 1971. Efecto de la suplementación dietética con nopal (Opuntia chrysacantha) en la producción de leche de vacas Holstein. Tesis Profesional. ITESM. Monterrey, N.L.
- Signoret, E.G. 1964. Estudio comparativo de los forrajes nopal (Opuntia spp) alfalfa (medicago sativa) verde y henificada. ITESM.
- Wiktorsson, H. 1983. Estrategia de alimentación para vacas lecheras de alta producción. Ed. A.G.T., S.A. p. 109-125.

A P E N D I C E

CUADRO 1. Requerimiento de una vaca lechera en producción.
(600 kg Peso vivo, 25 kg leche)

Mcal kg	REQUERIMIENTOS					
	E.N.L.	P.C. (g)	F.C. (%)	Ca (g)	P. (g)	Vita U.I.
Mantenimiento	9.70			21	76	46,000
Producción	12.42	2560.0	17.0	46.8	31.5	0
Total	22.22	2560.0	17.0	67.8	45.5	46,000

Valores obtenidos de las Tablas de National Research Council
(NRC) (1978).

CUADRO 2. Análisis Bromatológico ración.

	M.S.	E.L.N.	P.C.	P O R E.E.	C I E N T O F.C.	E.B.	N.D.T.	CENIZA
Harina de Nopal	92	52.28	2.24	2.02	19.3	2,076.72	46.02	24.16
Concentrado Lechero	90	77.88	16.65	4.02	3.10	2,640.22	82.32	3.35
Avena	93	43.42	11.26	1.74	29.5	3,730.32	50.91	9.07
Ensilaje Maíz	32	63.74	5.89	2.02	21.4	3,299.49	64.86	6.95

Análisis realizado en el Laboratorio de Ciencias Básicas

M.S. = Materia Seca

E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno

P.C. = Proteína Cruda

E.E. = Extracto Etéreo

F.C. = Fibra Cruda

E.B. = Energía Bruta

N.D.T. = Nutrientes Digestibles Totales

CUADRO 3. Composición parcial de la Leche.

TRATAMIENTOS	% Sólidos totales	% Sólidos grasos	% Sólidos no grasos	% proteína cruda
A	13.8	3.6	10.2	2.7
B	12.6	2.7	9.9	2.8
C	13.5	3.4	10.1	2.7

Muestras analizadas en el Laboratorio de Ciencias Básicas UAAAH.

Cuadro 4. Producción total de sólidos de la leche (kg)

PRODUCCION	Sólidos totales	Sólidos no grasos	Sólidos grasos	Proteína Cruda
A = 1,652.67	228.40	168.52	59.83	44.62
B = 1,742.04	219.15	178.81	46.34	47.91
C = 1,640.34	220.79	165.02	55.94	44.29

Cuadro 5. Producción de leche en kg sin corregir.

P E R I O D O S

VACA #	I	II	III
120	311.32	283.95	248.35
129	258.70	248.60	220.20
26	281.70	268.36	198.75
59	243.59	227.60	220.20
100	353.20	291.16	240.80
134	340.86	277.80	241.00

Cuadro 6. Producción de leche corregida.

VACA No.	PERIODOS		
	I	II	III
120	336.22	306.67	268.22
129	307.85	295.83	262.04
26	304.24	289.83	214.65
59	248.46	232.15	224.60
100	346.14	285.34	235.98
134	347.65	283.36	245.82

(Observaciones tomadas en el Establo UAAAN)

Cuadro 7. Datos para corregir la producción de leche.

No. VACA	EDAD MESES	FACTOR	FECHA PARTO MES
120	42	1.08	NOVIEMBRE 83
124	30	1.19	NOVIEMBRE 83
26	42	1.08	NOVIEMBRE 83
59	52	1.02	NOVIEMBRE 83
100	74	0.98	NOVIEMBRE 83
134	52	1.02	NOVIEMBRE 83

(Bath, 1982)

CUADRO 8. Composición de la leche de vaca (Ajenjo, 1980).

Componente	Leche de vaca (gramos)
Agua	87.0-88.0
Albúmina	3.0-3.2
Grasa	3.6-3.9
Hidratos de carbono	4.8-4.9
Minerales	0.7-1.0
	<u>Miligramos</u>
Na (sodio)	32-54
K (potasio)	147-160
Magnesio	9-24
Calcio	126-130
Manganeso	0,002-0,004;0.07-0.24
Cobalto	-
Cobre	0.02-0.03
Zinc	0.1-0.5
Fósforo	80-94
Flúor	0.006-0.033
Cloro	88-93
Yodo	4-102
Vitamina A	0.022-0.033
Caroteno	0.020-0.025
Vitamina D	0.008-0.20
Vitamina E	0.070
Vitamina K	0.04-16.6
Vitamina B ₁	0.03-0.04
Vitamina B ₂	0.10-0.20
Nicotinamida	0.07-0.11
Acido pantoténico	0.28-0.42
Vitamina B ₆	0.006-0.067
Biotina	2.0-5.2
Acido fólico	0.4-2.1
Vitamina B ₁₂	0.36-0.76
Vitamina C	0.2-2.5
	<u>Gramos</u>
Isoleucina	0.14-0.26
Leucina	0.25-0.38
Valina	0.14-0.27
Metionina	0.5-0.12
Cistina	0.01-0.05
Fenilalanina	0.12-0.21
Tirosina	0.13-0.20
Treonina	0.11-0.19
Triptófeno	0.03-0.06
Lisina	0.16-0.30
Histidina	0.04-0.15
Arginina	0.08-0.15
Acido oléico	1.03
Acido linoleico	0.078
Acido linolénico	0.025
Colesterina	0.0138
Valor calorífico kcal	68