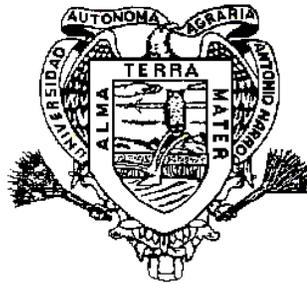


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

División de Ciencia Animal



**EFFECTO DEL NOPAL *Opuntia ficus indica* ANTV-6 TRATADO
CON SULFATO DE AMONIO ($(\text{NH}_2)_2\text{SO}_4$) Y LEVADURA EN
DIFERENTES CONCENTRACIONES COMO SUPLEMENTO
PROTEICO EN LA PRODUCCION DE CARNE DE CERDO
COMERCIAL.**

POR:

KARINA RODRIGUEZ DURAN

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para
obtener el grado de :

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Febrero del 2000

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA

EFFECTO DEL NOPAL *Opuntia ficus indica* ANTV-6 TRATADO CON SULFATO DE
AMONIO ($(\text{NH}_2)_2\text{SO}_4$) Y LEVADURA EN DIFERENTES CONCENTRACIONES
COMO SUPLEMENTO PROTEICO EN LA PRODUCCION DE CARNE DE CERDO
COMERCIAL

POR

KARINA RODRIGUEZ DURAN

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para
obtener el titulo de:

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Aprobado por:

M.C. Manuel Torres Hernández
Presidente de Jurado

Q.F.B. Ma. Margarita Murillo Soto
Asesor

Dr. Jesús Fuentes Rodríguez
Asesor

M.C. Fernando Borrego Escalante

Coordinador de la División de Ciencia Animal

Dr. Carlos J. De Luna Villarreal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Febrero del 2000

AGRADECIMIENTOS

A mis padres; Dr. Santiago Rodríguez S. Y Sra. María Dolores Durán, por su apoyo económico.

A mi novio Leonel G. Bueno M. Por ser mi compañero, consejero y apoyo durante toda la carrera.

A MIS ASESORES

Hago hincapié de todos los importantes conocimientos que me han dejado todos mis asesores.

Al ingeniero Manuel Torres Hdz. Especialista en la materia de Porcicultura por su disposición incondicional, su asesoría y todo su apoyo para la realización de éste trabajo.

A la Q.F.B. Margarita Murillo Soto por su colaboración, supervisión y apoyo invaluable durante todo el transcurso del trabajo.

A el Dr. Jesús Fuentes de quien su clase fue guía de superación y por su apoyo para el diseño del proyecto de éste trabajo mil gracias.

A el M.C. Fernando Borrego Escalante, coordinador del programa de Fisiotécnica Vegetal por la facilitación del laboratorio a su cargo.

A el especialista en sistemas computacionales Ing. Juan Manuel Cabello por su valiosísima colaboración desinteresada para la transcripción de gráficas y estadísticos en la computadora durante el escrito y la realización de esta tesis.

Muy especialmente al Sr. Sergio García (Rocky) por su ayuda en momentos difíciles y a su compañero Fernando Almaguer (Junior) por su apoyo solidario durante el trabajo.

A Wenseslao, Paolo, Patricio, Maurilio y Ernesto que es personal de la granja porcina por su gran ayuda y apoyo durante el trabajo experimental.

A Todos los 14 Bibliotecarios por sus ayuda y sugerencias durante el trabajo de consulta para esta tesis, especialmente al Sr. Juan Ibarra jefe del Departamento del Banco de Tesis y la Mapoteca.

A las Laboratoristas Leticia y María de Jesús (Chacha) por su cooperación, disposición y sinceridad durante el desarrollo del trabajo de laboratorio.

A todos mis maestros del Departamento de Producción Animal, porque soy una parte de todos los que he conocido.

A mi Alma Terra Mater por darme la oportunidad de pertenecer a la larga lista de Ingenieros Agrónomos, porque la nobleza de su espíritu me ha capacitado para ejercer la noble tarea de servir al campo y los que lo componen.

INDICE DE CONTENIDO

	Página.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE DE CONTENIDO	iii
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	v
INDICE DE FOTOGRAFIAS	vi
INTRODUCCION	1
Objetivos	4
Justificación	4
Hipótesis	5
REVISION DE LITERATURA	6
El cerdo	6
El nopal O. f. Indica como forraje	9
MATERIALES Y METODOS	12
Localización del área experimental	12
Descripción del área experimental	15
Material biológico utilizado	15
a) Animales experimentales.	15
b) Vegetales utilizados.	16
Distribución de los animales	17
Manejo de los animales	17
a) Etapas de vida y producción	17
b) Operaciones de manejo y producción	18
c) Operaciones de higiene y medicina preventiva.	19
Alimentación de los animales	20
Manejo del material vegetal	21
Distribución de los tratamientos experimentales	22
a) primera etapa	
b) segunda etapa	
Variables que se midieron	24
Proceso estadístico experimental	28
Análisis económico	29
RESULTADOS Y DISCUSION	31

a) Ganancia Total de Peso (GTP primera , segunda etapa y total)	31
b) Ganancia Diaria de Peso (GDP primera, segunda etapa y total)	32
c) Conversión Alimenticia (CA primera, segunda etapa y total)	34
d) Eficiencia Alimenticia (EA primera, segunda etapa y total)	35
e) Velocidad de Crecimiento (VC primera, segunda etapa y total)	36
f) Análisis económico	37
CONCLUSIONES	40
RESUMEN	48
LITERATURA CITADA	51
APENDICES	53

INDICE DE CUADROS

No de Cuadro		Página
1	Cantidad requerida de aminoácidos esenciales en la dieta del cerdo en diferentes etapas de crecimiento.	7
2	Análisis bromatológico que determina el contenido de los mejores tratamientos de nopal con aditivos para mejorar su contenido nutritivo.	16
3	Distribución aleatoria de los animales en los tratamientos según su sexo.	17
4	Composición alimenticia de las raciones para cerdos preparada por la UAAAN en base 1 tonelada.	21
5	Análisis proximal del alimento utilizado en el proceso experimental.	21
6	Contenido de $(\text{NH}_2)_2 \text{SO}_4$ y levadura con los ml de agua correspondientes para fermentar el nopal de los diferentes tratamientos en las 2 etapas experimentales.	23
7	Contenidos totales de sulfato de amonio y levadura en 1 lto. De agua expresado en gr.	24

8	Tabla de Análisis de Varianza de Parcelas Divididas con Factores	30
9 10	Resultado de la GTP por etapas y total en los 4 tratamientos experimentales.	32
11 12	Resultado de la GDP por etapas y total en los 4 tratamientos experimentales.	33
13	Posición de los 4 tratamientos para la variable de conversión alimenticia en todas las etapas.	34
14	Resultado de la eficiencia alimenticia por etapas y total para los 4 tratamientos.	36
15	Posición de los resultados de velocidad de crecimiento para todas las etapas y en todos los tratamientos.	37
16	Análisis Económico del Alimento y del Producto en Pie en la primera Etapa	38
17	Análisis Económico del Alimento y del Producto en pie en la segunda Etapa	38
18	Cantidad y Precio de Levadura y Sulfato Utilizado	39
19	Apéndice A tablas de análisis de varianza.	54
20	Apéndice B tablas de promedios y suma de cuadrados.	57

INDICE DE FIGURAS

Figura no.		Página
1	Localización geográfica del área de estudio	13
2	Diagrama ombrotérico	14
3	Gráfica que representa el comportamiento de los Tratamientos para la variable de IPT en todas las	40

	Etapas y total.	
4	Gráfica que representa el comportamiento de los Tratamientos para la variable de IDP en todas las Etapas y en total.	41
5	Gráfica que representa el comportamiento de los Tratamientos para la variable de CA en todas las Etapas y en total.	42
6	Gráfica que representa el comportamiento de los Tratamientos para la variable de EA en todas las Etapas y en total.	43
7	Gráfica que representa el comportamiento de los Tratamientos para la variable de VC en todas las Etapas y en total.	44

INDICE DE FOTOGRAFIAS

	Página
Fotografía 1. Los Cerdos	15
Fotografía 2. El Nopal	16
Fotografía 3. Cerdo Hernia Umbilical	19

INTRODUCCION

Según el INEGI (1998) se están presentando cifras de pobreza extrema en el campo mexicano en los últimos años.

En la búsqueda de solución a éste problema existe la participación de algunas instituciones en México como SAGAR, INCA RURAL, SEMARNAP, SEDESOL, CONAZA, FIRCO, UAAAN, que realizan acciones conjuntas para fomentar, fortalecer e impulsar proyectos con la idea original de formular un programa de desarrollo productivo sustentable en beneficio del medio rural.

Se han combinado acciones de investigación y desarrollo tendientes a alcanzar una reforma económica en el área rural donde se haga uso potencial de los recursos sin destruir los ecosistemas. Se desea que éstas instancias puedan mantenerse a largo plazo en los productores campesinos por ser económicamente viables y capaces de contribuir al desarrollo comunitario ecológico, así se asegura el sostenimiento de las generaciones campesinas futuras.

La actividad económica en cada región la determina su riqueza ecológica y los programas de sustentabilidad previenen el desarrollo de ésta riqueza.

En México éstas actividades económicas rurales tienen que tener apego a zonas áridas y semiáridas, ya que éstas ocupan el 60% del área total del país (1,450,000 km² aproximadamente) donde hay gran escasez de forraje, sequías prolongadas y sobreexplotación Borrego y Burgos, (1986).

Para aquellos que se dedican a la ganadería en éstas zonas, el pastizal es un factor de desarrollo económico muy importante porque la producción se limita a la carencia de agua, así el desarrollo de la industria ganadera con cultivos de temporal no es redituable.

Si los atributos de esta vegetación no son muchos se piensa que se puede potenciar la utilización de algunas especies que existen en cantidad suficiente y con calidad para poder abastecer una explotación.

En ésta investigación se trabajo en cerdos comerciales productores de carne alimentados con nopal *Opuntia ficus indica* suplementado, si es aceptable la suplementación con nopal esta sería una alternativa económica de alimentación para el ganado.

Se pretende con esto que la investigación sea una propuesta para los habitantes del desierto que desarrollan la ganadería con rendimientos mediocres Borrego (1986) usando el nopal como complementario o de emergencia para la alimentación del ganado

Adame, (1968), siendo un forraje fresco, succulento, de buena gustocidad y susceptible de explotación todo el año Sampayo, (1971).

El contenido proteico del nopal es bajo, sin embargo se ha utilizado en éste trabajo como sustituto proteico, para aumentar su valor nutritivo y su digestibilidad se ha mezclado con el alimento Estera (1963); Lastra, (1978) y con la aplicación biotecnológica de sulfato de amonio más levadura en un tratamiento de fermentación para aumentar la disponibilidad de la proteína cruda en la ingestión del cerdo Murillo, (1998).

Pensando que éste monogástrico de entre todos los animales explotados para abasto es el que presenta un crecimiento más rápido Leroy, (1968) tiene gran capacidad para desarrollar carne rápidamente con buena conversión alimenticia y que el nopal ocupa 15.84% del área norte y centro de México Marroquín et al, (1964).

Por otra parte el exceso de grasa de las canales de cerdo es un factor que las deprecia, se sabe también que la grasa es más cara de producir que la carne (Leroy M. (1968). Usando el nopal como suplemento proteico se espera producir proteína animal y poca grasa rápido y económicamente.

La razón es que el consumidor busca cortes de carne magra que tengan un máximo de partes consumibles con un mínimo de grasa, que satisfagan las necesidades de un consumidor cada día más selectivo y exigente.

La meta entonces es integrar ésta investigación a aspectos ambientales, productivos y sociales de los ganaderos mexicanos de las zonas áridas con la finalidad de elevar su producción y productividad económica al mismo tiempo que se realizan acciones de restauración y conservación del medio ambiente.

OBJETIVOS

- Determinar mediante el comportamiento productivo de cerdos cruzados si el nopal suplementado puede ser un buen sustituto proteico en la ración de los animales en la etapa de finalización.
- Mediante el análisis de ésta investigación conocer si el nopal puede ser un recurso económicamente factible de explotación para los ganaderos de las zonas áridas y semiáridas de México que sirva para contrarrestar la pobreza y evitar el deterioro del campo con su uso.

JUSTIFICACION

- El uso del nopal tratado con sulfato de amonio y levadura puede reducir el costo de la ración y propiciar mejores ganancias de peso debido a su aporte proteico y nutricional; así mismo , se podrán producir canales más magras.

HIPOTESIS

- Los cerdos alimentados con nopal muestran mejores ganancias de peso, mejor conversión alimenticia y mayor velocidad de crecimiento, así mismo el uso del nopal, en términos generales, mejora la producción y calidad de la canal en cerdos que se producen más rápido, con poca grasa y a bajo costo.

REVISION DE LITERATURA

El cerdo

El cerdo es un monogástrico de carácter omnívoro en su alimentación , por sus necesidades nutritivas tan diversas puede ser alimentado con variados productos y subproductos animales y vegetales, tales como cereales, leguminosas, harinas, bagazos, frutos, pulpas,tuberculos, raíces, derivados lácteos y también forrajes de todas clases verdes, acuosos, hasta ensilados y desecados Escamilla (1986).

Morrison (1969), menciona que a diferencia de las plantas los animales monogástricos solo pueden formar las proteínas de sus tejidos a partir de los aminoácidos que obtienen al digerir las proteínas de los alimentos.

Murillo (1968), dice que las proteínas son compuestos naturales derivados de la unión de ácidos aminados, según Escamilla (1986), de entre todas las sustancias de los alimentos las proteínas son de las más importantes en las funciones del organismo animal, pues la proteína es un elemento que fomenta el crecimiento y desarrollo de los animales y el cerdo es un animal de rápido crecimiento y desarrollo.

Así las fracciones activas de la proteína que se absorben son aminoácidos esenciales, aminoácidos no esenciales y otros compuestos de nitrógeno no proteico, éstas pequeñas fracciones se absorben a través de las paredes del intestino delgado al interior de la corriente sanguínea donde pasan al hígado y a las células de todo el organismo. Whittimore (1979).

Los aminoácidos esenciales en la dieta del cerdo son 10: arginina, histidina, isoleucina, leucina, licina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano y valina, según Easter, Ph. D. (1992).

Cuadro 1. Cantidad requerida de aminoácidos esenciales en la dieta del cerdo en diferentes etapas de crecimiento.

PROTEINA	DEL DESTETE A 35 Kg. DE P.V.	DE 35 A 60 Kg. DE P.V.	DE 60 Kg. DE P.V. AL MERCADO
	16 % PC	14 % PC	12 % PC
ARGININA	0.25	0.23	0.15
HISTIDINA	0.23	0.21	0.14
ISOLEUCINA	0.52	0.48	0.35
LEUCINA	0.67	0.63	0.40
LISINA	0.74	0.68	0.50
METIONINA	0.50	0.45	0.30
FENILALANINA	0.54	0.49	0.32
TREONINA	0.45	0.42	0.27
TRIPTOFANO	0.12	0.11	0.07
VALINA	0.46	0.43	0.28

Whittimore (1979) menciona que el valor biológico de la proteína es igual al equilibrio de los aminoácidos esenciales.

La proteína de ciertos alimentos contiene cantidades insuficientes de algunos aminoácidos que los animales de estomago sencillo (monogástricos) como el cerdo necesitan, dichos alimentos tienen que combinarse con otros que proporcionen abundantemente éstos aminoácidos llamados suplementos proteicos Morrison (1969). Escamilla (1986), menciona que mientras más abundante sea la sustancia proteica de los alimentos más se eleva el valor de los mismos, ya que el cerdo es considerado como el animal que posee las mejores disposiciones para producir carne y grasa por su gran poder digestivo y la mejor asimilación de los alimentos, comparado con otras especies domésticas también tiene la mayor capacidad para aprovechar las proteínas crudas y para ingerir considerables cantidades de alimentos líquidos que son asimilados y digeridos con facilidad.

La producción porcina es una actividad remuneradora que requiere inversiones altamente bajas y proporciona ingresos bastante rápidos. Bundy (1982) menciona que los cerdos de tipo graso pueden criarse rápida y económicamente, las pruebas han demostrado que los cerdos tipo carne pueden criarse tan rápida y económicamente como los de tipo graso.

Según Morrison (1969) la ración no debe tener más proteína mas que para cubrir las necesidades; esto tiene que ver con el costo, medir la cantidad de proteína del suplemento y la ración, pues la mayoría de los aminoácidos sintéticos son caros es más económico y ventajoso alimentar con una proteína de baja calidad y aceptar una tasa más elevada de desperdicios.

Las necesidades dietéticas están mejor definidas mediante una exposición de la calidad requerida de las proteínas en términos del equilibrio de los aminoácidos esenciales Whittemore (1979).

El nopal (*O. Ficus indica*) como forraje

Según Flores (1999) el nopal representa uno de los recursos de mayor potencial en el aprovechamiento de las bastas regiones áridas y semiáridas de diversos países. Vázquez (1999) menciona que el nopal puede convertirse en un elemento activo en el desarrollo del país.

Felker (1998) menciona que hay reportes muy viejos donde se usó nopal para alimentar cerdos.

El nopal es un forraje tosco dado que tiene 11.20 % de fibra cruda y 1.83 – 2.2 Mcal/ Kg de materia seca de energía metabolizable Borrego (1986).

Los nopales de *O.f. indica* son de muy pocas espinas y tienen potencial para producción de forraje. Este nopal es un forraje succulento, pero su contenido protéico es bajo comparado con otros forrajes, al mezclarlo con otros alimentos incrementa su digestibilidad (Lastra, 1978; Esteva, 1963).

Murillo (1998) preparó microsilos con *O.f. indica* ANTV-6 en bolsas de polietileno con sulfato de amonio y levadura para mejorar el nopal en términos de proteína digestible y aprovechable y obtener una mayor respuesta en los animales.

Nobel y López (1981) (citados por Vázquez,1999) mencionan que el nitrógeno es el nutrimento mineral de mayor influencia en el crecimiento del nopal, según Pate y Lazyell (1981) el nitrógeno es el elemento requerido en mayor cantidad por la mayoría de los cultivos sin considerar al carbono.

Pelezar *et.al.* y Lodder (1993) mencionan que las levaduras son capaces de obtener el nitrógeno necesario para la síntesis de proteína de fuentes orgánicas e inorgánicas.

En un experimento utilizando la técnica invitro se descubrió que la levadura más $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ producen biomasa de nopal que es suculento al consumo de los cerdos. Murillo (1998).

En México el nopal posee sistemas de aprovechamiento versátiles y una vigorosa propagación vegetativa que se traduce en una alta capacidad para la invasión y establecimiento de nuevos hábitats.

Según Flores y Bauer (1977) el nopal puede competir con los forrajes de invierno disponibles en Chapingo, y puede intervenir en las raciones de ovejas (secas, gestando,

lactando), corderos (aumentando 100,200 y 300 gr./día) y vaquillas en desarrollo pero no en las vacas en producción.

También en otros países como en el noreste de Brasil en el estado de Pernambuco donde son cultivados en gran escala 25 sp de cactáceas forrajeras donde el ***O.f. indica*** y éstas cactáceas han estado contribuyendo de una manera significativa en la alimentación de los rebaños, principalmente en los períodos de sequía prolongada. Arruda .(1999).

Según Olmos (1999) también bajo condiciones de hidroponía es posible producir y cosechar nopal en la época de mayor escasez de forraje.

MATERIALES Y METODOS

Localización del área experimental

Esta investigación se realizó en la unidad porcina de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. La granja está ubicada en Buenavista municipio de Saltillo en el estado de Coahuila.

El conjunto de coordenadas geográficas indica que la latitud es de 25° 22' 00" en dirección norte y la longitud es 109° 00' 00" en dirección oeste, la altitud es de 1742 mts. / snm. García (1973).(Fig 1)

El conjunto de factores climáticos describe a ésta zona norte como típica de las regiones áridas y semiáridas de México con temperaturas extremosas, Registrándose en primavera-verano 20-28°C y en otoño-invierno (16--5° C) UAAAN (1983) (Fig. 2)

Las precipitaciones en ésta zona son escasas con un régimen de lluvias que no sobrepasa 298.5 mm de precipitación pluvial / año UAAAN (1983).(Fig. 2)

Figura No 1. Localización del Area de Estudio.

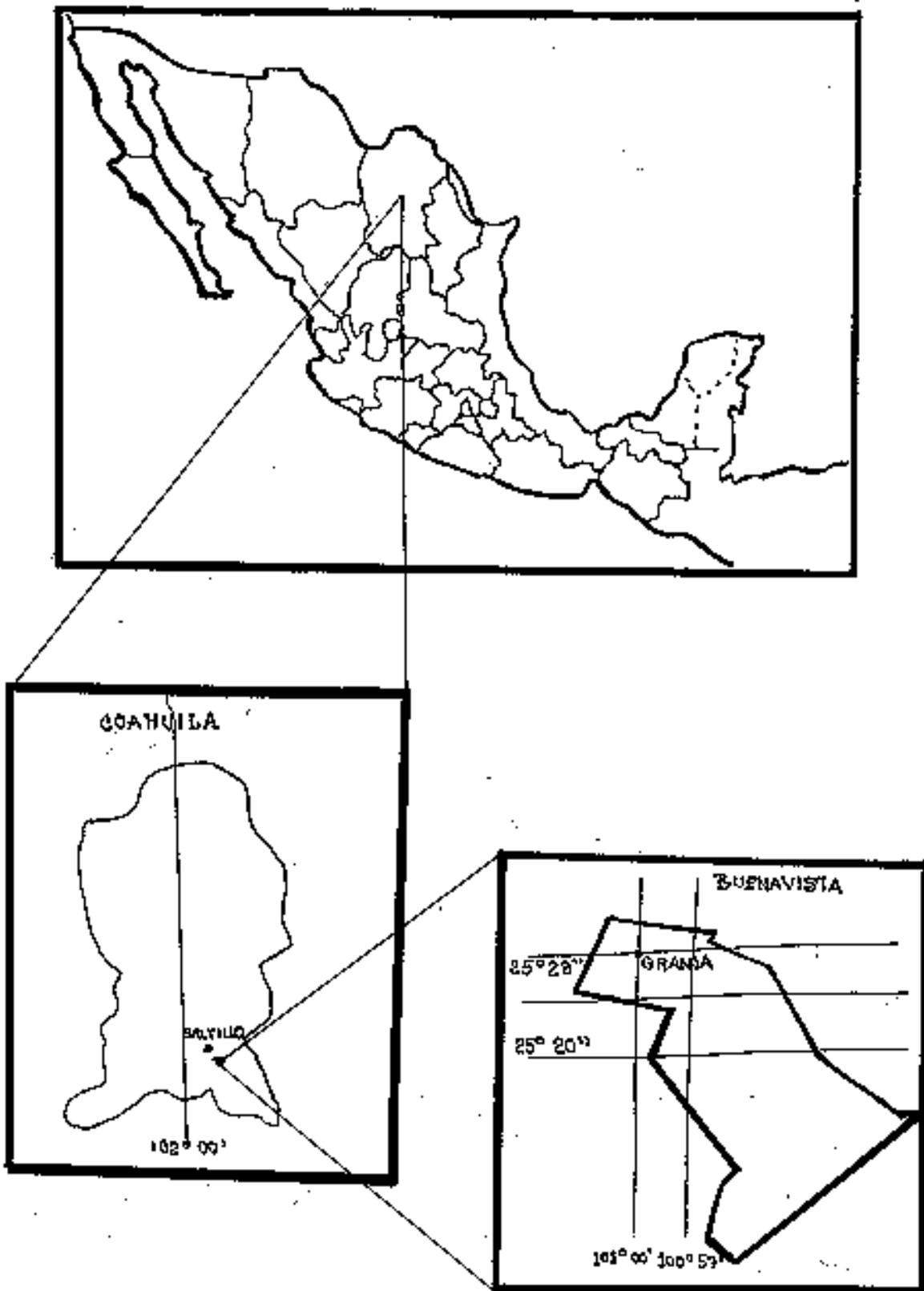
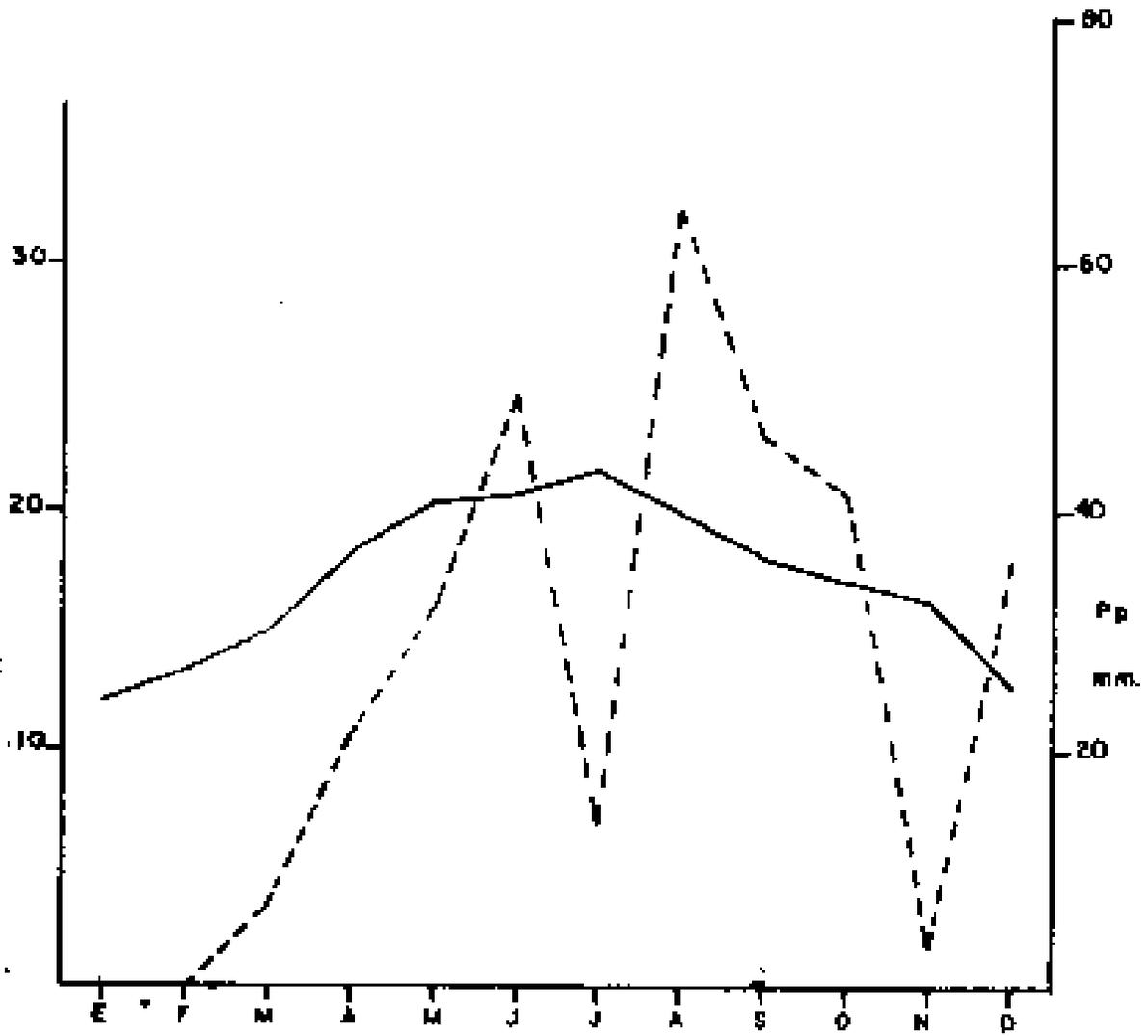


Figura No 2. Diagrama Ombrotérmico



— Temperatura
- - - - - Precipitación.

Buenavista, Saltillo, Coahuila 1994.

Descripción del área experimental

En éste trabajo se utilizaron 4 corrales del área que sirve para desarrollo y crecimiento cuya medida es de 2.5 mts X 6mts, tiene piso de cemento y declive de 5% con paredes medias de 1,10 mts que dividen cada corral. Dentro de estos hay un comedero de metal que tiene 5 compartimentos independientes, la capacidad de éstos comederos es de hasta 3 bultos de alimento de 50 kg cada uno.

Material biológico utilizado

A) Animales experimentales

Para ésta investigación se utilizaron 36 cerdos propiedad de la universidad de los cuales había 17 hembras y 19 machos, teniendo diferentes y variados niveles de hibridación de las razas Landrace, Duroc, Hampshire y Yorkshire principalmente, predominando animales de color blanco en un 90%. Estos animales nacidos entre agosto y septiembre de 1998, tuvieron un peso promedio de nacimiento de 1.68 kg y de destete de 6.17 kg, habiendo vivido durante el experimento un promedio total de 199 días.

Fotografía 1. Cerdos



B) Vegetales utilizados.

Se utilizó el nopal *Opuntia ficus indica* conocido como ANTV-6 que es una variedad gigante y redonda siendo éste el que después de una pruebas in-vitro para producción de biomasa con la aplicación biotecnológica de varios compuestos resulta ser el que tiene mayor cantidad de proteína cruda comparado con otras variedades donde finalmente quedaron 2 tipos comparativos de nopal. Murillo (1998).

Los resultados de éste análisis se pueden ver en el cuadro 2.

Cuadro . 2: Análisis bromatológico que determina el contenido de los mejores tratamientos Nopal con aditivos para mejorar su contenido nutritivo.

	M.S. T. (%)	P.C. (%)	C.Z. (%)	E.E. (%)	F.C. (%)	ELN (%)	ADF (%)	NDF (%)
ANTV-6	93.8	66.04	18.31	2.33	4.32	2.99	10.51	15.7
ANFV-6	93.39	57.23	21.25	1.27	3.56	10.07	15.85	28.59

Fotografía 2. Nopal



Distribución de los animales

Los 36 animales fueron distribuidos en 4 grupos de 9 animales cada uno, los grupos eran heterogéneos y variados en cuanto a las siguientes características; no. de camada, sexo, peso al destete y edad.

Cada grupo estuvo en corrales independientes y a cada uno se le asignó un tratamiento incluyendo el testigo.

Al ser distribuidos los animales entre los tratamientos quedando de ambos sexo juntos .

Cuadro 3. Distribución aleatoria de animales en los tratamientos según su sexo.

No. de tratamientos	T1	T2	T3	T4
No. de animales	5 hembras y 4 machos	2 hembras y 7 machos	5 hembras y 4 machos	3 hembras y 6 machos

Manejo de los animales

Con el propósito de seguir un orden establecido de las operaciones y de los eventos concernientes al manejo de los cerdos en ésta investigación la descripción se divide en los 3 apartados siguientes:

A) Etapas de vida y producción

Cuando el grupo de 36 animales se trasladó de la sala de lactancia a los corrales donde formarían 4 grupos experimentales a partir de ese día inició su etapa de crecimiento-desarrollo la cuál se dividió en 2 sub-etapas para la investigación: adaptación a tratamiento en primera etapa.

La primera sub-etapa fue muy corta durando apenas 15 días el objetivo fue estimular y acostumbrar a los animales a consumir el nopal. Después tuvimos 61 días de la primera etapa donde los tratamientos fueron distribuidos fielmente todos los días.

Finalización en el momento en que estos animales terminaron su período de crecimiento y desarrollo y estuvieron listos para ser finalizados como productos para abasto se les cambio su dieta e inició la segunda etapa de la investigación la mitad de días más corta que la anterior.

B) Operaciones de manejo y producción

Los animales fueron trasladados a los corrales y estuvieron ahí durante todo el experimento. Una vez concluida la prueba de adaptación los animales se pesaron individualmente en cada grupo, dato que fue tomado como el peso inicial de la investigación.

Para poder controlar todos los incrementos de peso a partir de entonces éste evento se repitió 8 veces, teniendo 5 pesadas en la primera etapa 3 semanales y 2 quincenales y 3 pesadas en la segunda etapa todas quincenales.

El alimento era ofrecido 2 veces por semana cuidando que nunca les faltara.

C) Operaciones de higiene y medicina preventiva

Durante la prueba de adaptación se esperaba una alta incidencia de diarrea mecánica, pero solo se presentó en un 40% de los animales durando de 1-2 días y no fue necesario medicar.

Todos los animales fueron enteros hasta finalizar la investigación y nunca se corrió el riesgo de montas pues cuando se terminó con ellos el trabajo la mayoría no alcanzaba la pubertad y algunos apenas estaban iniciando esa fase.

Por último se tubo cuidado siempre con 1 animal que presentó una Hernia umbilical, desde que salió de la sala de lactancia, pero durante la investigación nunca presentó problemas clínicos y creció sin ninguna dificultad.

Fotografía 3 cerdo con hernia umbilical.



Alimentación de los Animales

El alimento utilizado fue elaborado en la fábrica de alimentos de la Universidad éste se almacenaba en bultos de 50 kg cada uno, ésta dieta alimenticia es la que se utiliza habitualmente para alimentar a los animales de la granja porcina.

Durante su vida los cerdos consumieron éste alimento en 3 etapas:

- a) En iniciación desde el destete o previo al destete, hasta que salieron de la nave de maternidad para ir a los corrales de desarrollo-crecimiento.
- b) El desarrollo-crecimiento que se manejo conjuntamente con la primera etapa del tratamiento.
- c) El de finalización que se manejo conjuntamente con la segunda etapa del tratamiento.

Este alimento se les proporcionó ad libitum sin restringir el consumo por los animales. Su composición se especifica en el cuadro 4.

								(Kcal)
CRECIMIENTO DESARROLLO	12.03	15.40	4.13	0.99	2.85	62.135	9.45	4042.35
FINALIZADOR	11.65	13.26	4.045	1.31	2.47	65.145	8.35	4176.87

Manejo del material vegetal

El nopal se seleccionaba de los montículos de pencas individuales ya cortadas, los montones fueron solo de ANTV-6. Y en capas de 10 kg aproximadamente eran trasladados al laboratorio donde era preparado para un proceso de fermentación que duraba 7 días.

Algunas características para su selección eran el grado de madurez, (no muy viejo ni arrugado más bien tierno y joven) su lozanía con textura firme y color verde y su cera uniforme y brillante, de buen tamaño y grosor y preferentemente sin estar mutilados picados ó podridos.

Cada penca era raspada y sacudida de las espinas que tenía y después se picaba finamente, luego se pesaba el nopal para cada tratamiento y se colocó en bolsas de polietileno de mayor a menor cantidad pesada. A cada bolsa se le agregó una solución con diferentes niveles de levadura y sulfato de amonio según correspondiera.

Mediante la síntesis de compuestos del nopal y la producción de gases esta solución propicia la fermentación del nopal, este proceso garantiza su incremento de digestibilidad y de ingestión proteica una vez dentro del animal. Las concentraciones de

sulfato de amonio y levadura se observan en el cuadro no 6 y los contenidos totales en el cuadro número 7.

Distribución de los tratamientos Experimentales

a) Primera etapa experimental (crecimiento-desarrollo). Se suministró nopal previamente fermentado con el propósito de sustituir 5,10 y 15% de la proteína de la ración. La etapa duró 61 días.

T1 Testigo

T2 Alimento testigo crecimiento-desarrollo + 744 gr de nopal fermentado = 86 gr /cerdo

T4 Alimento testigo crecimiento-desarrollo + 2340 gr de nopal fermentado = 260 gr/ cerdo

Cuadro 6. Contenido de $(\text{NH}_2)_2\text{SO}_4$ y levadura con los ml de agua que Corresponden para fermentar el nopal de los diferentes

tratamientos en las 2 etapas experimentales.

ETAPA DE CRECIMIENTO –DESARROLLO			
PESO DEL NOPAL (gr)	CONTENIDO DE $(\text{NH}_2)_2 \text{SO}_4$ EN (gr)	CONTENIDO DE LEVADURA EN (gr)	ML DE AGUA

774 gr / 9 animales	17.181	8.595	180
1575 gr / 9 animales	34.965	17.478	120.6
2340 gr / 9 animales	51.948	25.974	59.4
ETAPA DE FINALIZACION			
PESO DEL NOPAL EN (gr)	CONTENIDO DE (NH ₂) ₂ SO ₄ EN (gr)	CONTENIDO DE LEVADURA EN (gr)	ML DE AGUA
1548 gr / 9 animales	34.362	17.19	360
3150 gr / 9 animales	69.930	34.956	241.2
4680 gr / 9 animales	103.896	51.948	118.8

Cuadro 7. Contenidos totales de Sulfato de amonio y levadura en 1 lto. de agua expresado en gramos.

ETAPA	CONTENIDO DE (NH ₂) ₂ SO ₄ EN 1 LTO. DE AGUA	CONTENIDO DE LEVADURA EN 1 LTO. DE AGUA
CRECIMIENTO	289.15	144.575
FINALIZACION	578.3	289.15

b) Segunda etapa experimental (finalización). Se suministró el doble de nopal que en la etapa anterior con el propósito de sustituir 10,15 y 30% respectivamente. La etapa duró 34 días.

T1 Testigo

T2 Alimento testigo de finalización + 1548 gr de nopal fermentado = 172 gr/ cerdo

T3 Alimento testigo de finalización + 3150 gr de nopal fermentado = 350 gr/ cerdo

T4 Alimento testigo de finalización + 4680 gr de nopal fermentado = 520 gr/ cerdo

Variables que se midieron

a) Ganancia total de peso

El incremento de peso que tuvieron los animales se midió tomando los datos del registro de pesos, considerando el peso inicial (P_i) y el peso final (P_f) se tiene la diferencia que arroja la ganancia de peso total (GTP).

$$GTP = P_f - P_i$$

La operación se realizó en forma individual a cada una de las 9 repeticiones de los tratamientos. Cuando se agruparon los datos con la sumatoria (Σ) y la media (Σx) se hizo una estimación más general y comparativa entre los 4 grupos.

Ganancia total de peso primera etapa

Con la aplicación de la misma regla aritmética y estadística que se acaba de describir pero englobando los datos de una manera específica en un conjunto donde solo caben los valores tomados durante la primera etapa del tratamiento se tiene lo siguiente.

$$GTP_{1ET} = P_{f_{1ET}} - P_i$$



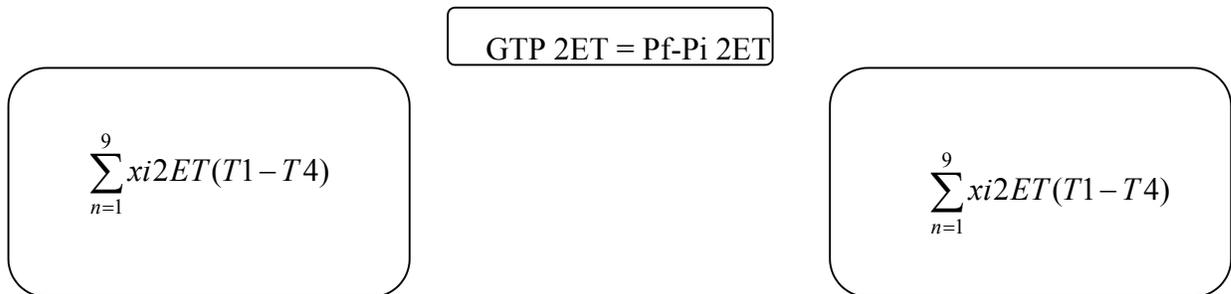
$$\sum_{n=1}^9 xi1ET(T1-T4)$$

$$\sum_{n=1}^9 xi1ET(T1-T4)$$

El subíndice 1ET específica solo primera etapa y T1-T4 expresa del tratamiento uno al cuatro.

Ganancia total de peso segunda etapa.

(GTP 2ET) Es el producto obtenido de la aplicación del proceso idéntico al anterior, pero con el conjunto de datos tomados durante la finalización que es la segunda etapa experimental; el proceso se vería como sigue:



b) Ganancia diaria de peso.

La ganancia diaria de peso total (GDPt) es el cociente de una operación aritmética donde la GTP es el dividendo y los días totales del tratamiento experimental son el divisor, se ve como sigue:

$$GTPt = \frac{GTP}{\text{No. DE DIAS}}$$

Y para ver la ganancia diaria de peso por cada una de las etapas el dividendo será GTP de cada etapa entre el número de días que correspondió a cada una así:

$$\text{GDP ET1} = \frac{\text{GTP 1ET}}{\text{DIAS 1ET}}$$

$$\text{GDP ET2} = \frac{\text{GTP 2ET}}{\text{DIAS 2ET}}$$

c) Conversión alimenticia.

Para la conversión alimenticia (CA) se realizó una regla de 3 simple donde los elementos involucrados fueron el alimento consumido durante las etapas experimentales, este es un factor que multiplica a 1 y el resultado de ambos es un dividendo del número de Kg. de peso vivo (PV) que fueron incrementados durante el período de tiempo del proceso experimental ó de cada etapa experimental. El cociente es el resultado que indica a cuantos kg. de producto fueron equivalentes a los kg. de alimento consumido.

Kg Alimento consumido - Kg PV Producido

X Kg Alimento consumido - 1 Kg. PV

$$\text{CA} = \frac{1 \text{ Kg. PV (Kg. Alimento consumido)}}{\text{Kg. PV producido}}$$

Los datos fueron evaluados por los tratamientos y comparados.

d) Eficiencia alimenticia

La eficiencia alimenticia (EA) de cada grupo experimental se obtuvo con el resultado de la CA donde 1 kg. de peso vivo es el dividendo de una operación y el total de alimento consumido en la conversión alimenticia es el divisor, se ve de la siguiente manera:

$$EA = \frac{1 \text{ Kg. PV}}{CA}$$

e) Velocidad de crecimiento.

Para medir la cantidad de proteína depositada en gramos / día en cada animal y estimar la rapidez de crecimiento que tuvieron durante el experimento se tomaron como base algunas teorías.

- La tasa máxima aproximada de proteína en la canal es de 16% en cerdos no mejorados Whittemore (1979).
- El rendimiento del cerdo en canal es de hasta 75% Koeslag J. (1982).

Se evaluaron cada una de las unidades experimentales de los tratamientos por etapa y en total comparado con lo mencionado por Kolb en (1972).

f) Análisis económico.

Para hacer la evaluación económica de la producción de éste experimento solamente se compara la relación (positiva o negativa) entre el precio del cerdo en pie, que es el producto y sus costos de producción.

Entonces el beneficio de la empresa viene determinado por la ganancia entre el costo de producción y el precio de venta.

Proceso Estadístico experimental

Para analizar los datos de las pesadas se utilizó un diseño de bloques completos al azar. Las unidades experimentales trabajadas de acuerdo con éste diseño pueden ser representadas en el siguiente modelo estadístico.

Las unidades experimentales trabajadas de acuerdo con éste diseño pueden ser representadas por el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde: $i = 1,2,3$ y 4 tratamientos

$J = 1,2,\dots$ repeticiones

Y para la evaluación de las variables en su comportamiento por etapa se utilizó el diseño parcelas divididas con arreglo factorial de 2 y 3 factores el modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ik} + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \delta_{ijk}$$

$i = 1,2,3,4$ tratamientos (parcela mayor)

$j = 1,2$ total. Etapas (parcela menor)

k = 1,2..... repeticiones

Cuadro 8. Tabla de Análisis de varianza para Parcelas divididas.

Fv	Gl	Sc	CM
Repetición	r - 1		<u>CM tratamientos</u> CM EE
Bloques A	t - 1		<u>CM B</u> CM EE
Error	(t - 1) (r - 1)		

AB	ab(r-1)		
Total	ab tr-1		

$$ScD = \sum_{i=1}^9 \frac{y_{i..2}}{br} - \frac{y_{...2}}{abr}$$

$$ScI = \sum_{i=1}^9 \frac{y_{.j.2}}{ar} - \frac{y_{...2}}{abr}$$

$$ScEPM = \sum_{i=1}^a \sum_{i=1}^r \frac{y_{i..k2}}{b} - \frac{y_{...2}}{abr} - (ScD)$$

$$ScDxI = \sum_{i=1}^a \sum_{i=1}^b \frac{y_{ij2.}}{r} - \frac{y_{...2}}{abr} - (ScD + ScI)$$

$$Sc_{total} = \sum_{i=1}^1 \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r y_{ijk2} - \frac{y_{...2}}{abr}$$

$$SC_{Epm} = Sc_{total} - (ScD + ScEPM + ScI + ScDxI)$$

RESULTADOS Y DISCUSION

Para el análisis de los resultados de éste trabajo se presentan las 5 variables evaluadas en cada una de las 2 etapas experimentales y en total , y se discute de cada una los efectos de los tratamientos.

a) Ganancia total de peso (GTP)

En cuanto a la (GTP) durante la primera y segunda etapa no se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos y los resultados de comportamiento productivo están en sentido favorable, cada uno de los promedios de análisis de varianza (ANVA) fueron no significativos (NS) para las pesadas de la primera y segunda etapa.

Cuadro 9.

Para la primera etapa las ganancias fueron 45.14 T1, 40.61 T2, 43.38 T3, 42.7 T4 kg. De P.V promedio/ animal /etapa. El grupo más alto fue el testigo y el más bajo fue el grupo 2 donde se sustituyó 5% de P.C. con nopal, siendo la ganancia total de peso 42.981 Kg. / animal en promedio para la etapa 1.

En la segunda etapa tampoco se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) en los tratamientos donde las ganancias fueron 25.57 T1, 23.83 T2, 26.16 T3, y 28.11 T4 kg. De peso vivo promedio por animal/ etapa en comparación con la evaluación de la 1ET el valor más alto es para el grupo 4 con 30 % de suplemento de proteína cruda con nopal y el más bajo siguió siendo el grupo 2, teniendo un promedio de 25.92 kg. De peso vivo/ animal en la etapa 2.

El promedio de ganancia total para esta variable es de 68.903 kg. de peso vivo/ animal, el ANVA reportó un C.V. de 14.53 % que es NS donde el incremento de peso promedio total para cada uno de los tratamientos fue de 70.72 T1, 66.44 T2, 69.55 T3, y 70.88 T4 kg. /animal/etapas en promedio total.

Cuadro 9. Resultado de la GTP por etapas y total en los 4 tratamientos experimentales.

TRATAMIENTO	GTP 1ET EN kg	POSI- CION	GTP 2ET EN kg	POSI- CION	GTP TOT EN kg	POSI- -CION
1 . 0 % PC	45.14	1	25.57	3	70.72	2
2 . 5 y 10% PC	40.61	4	23.83	4	64.44	4
3 . 10 y20% PC	43.38	2	26.16	2	69.55	3
4 . 15 Y30% PC	42.70	3	28.11	1	70.88	1

Se puede ver que el mayor incremento de peso es el del tratamiento 4 con 15 y 30% de suplementación proteica de nopal y que el menor incremento lo presentó el grupo del tratamiento 2 que estuvo rezagado notablemente en todas las etapas y en el promedio total. (Gráfica No 1).

b) Ganancia diaria de peso (GDP)

Para la GDP 1ET no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los tratamientos los resultados son: 0.739 T1, 0.665 T2, 0.710 T3, y 0.700 T4 kg. promedio/ día/ animal, donde el mejor grupo fue el que tubo el tratamiento 1 y el grupo con menor incremento fue el del tratamiento 2. Cuadro 10.

Para la GDP 2ET tampoco se encontró diferencia significativa estadística ($P > 0.05$) y los promedios fueron 0.752 T1, 0.700 T2, 0.769 T3 y 0.826 T4 ahora el mayor incremento de peso es para el tratamiento 4 y el menor para el 2.

En cuanto a la GDP total no se encontró diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos, la cual para cada uno de los tratamientos fue de 0.744

T1, 0.678 T2, 0.732 T3 y 0.746 T4 donde el mayor incremento fue del grupo 4 con 15 y 30% de proteína cruda con nopal y el menor fue del grupo 2 con 5 y 10% de proteína cruda con nopal.

Cuadro 10. Resultado de la GDP por etapas y completa en los tratamientos

TRATAM.	GDP IET EN kg	POSICION	GDP 2ET EN kg	POSICION	GDP TOT EN kg.	POSICION
1	0.739	1	0.752	3	0.744	2
2	0.665	4	0.700	4	0.678	4
3	0.710	2	0.769	2	0.732	3
4	0.700	3	0.826	1	0.746	1

El promedio de GDT Total es parecido a lo publicado por Robert Eastyer en 1992 donde la ganancia diaria en Kg. por animal fue de 0.85 con una dieta a base de soya, y cuando probó con harina de semilla de algodón suplementando lisina sintética en las proporciones de 0.60, 0.70, y 0.80 tubo ganancias de peso diaria promedio de 0.65, 0.69 y 0.79 kg. respectivamente.(Gráfica No 2).

c) Conversión alimenticia (CA)

En cuanto a esta variable (CA) no hubo diferencia significativa entre los tratamientos ($P > 0.05$) para la 1 ET teniendo, 3.956 T1, 4.310 T2, 4.264 T3, y 3.800 T4 kg. de alimento promedio consumido / animal para obtener 1 kg. de peso vivo para la ET2 la conversión fue de 3.868 T1, 3.911 T2, 3.543 T3, y 2.933 T4 kg. de alimento promedio consumido. Cuadro 11.

En promedio total 3.904 T1, 4.005 T2, 3.719 T3, y 3.390 T4 kg. promedio de alimento consumido, el mejor grupo es el 4, donde el 1 y 2 son muy similares quedando el grupo del tratamiento 3 en la última posición.

Cuadro 11. Posición de los tratamientos para la variable de conversión en todas las etapas.

TRATAM.	CA 1ET kg	POSICION	CA 2ET kg	POSICION	CA TOT. kg	POSICION
1	3.956	2	3.868	2	3.904	3
2	4.310	4	3.911	4	4.005	4
3	4.264	3	3.543	3	3.719	2
4	3.800	1	2.933	1	3.390	1

Estos resultados son inferiores a lo reportado por Bundy 1982, donde menciona que en pruebas llevadas a cabo en la universidad de Illinois la C.A. fue de 4.14 Kg. de alimento por Kg. de PV de ganancia en cerdos autoalimentados mecánicamente con una dieta que se componía de 76-70 % de maíz molido, 18.06% de harina de soya y 5.23% de premezcla vitamínica y mineral.

Sin embargo estos resultados pueden ser similares comparados con otros reportes de la Farm Bureau Management Service (Bundy. 1982) donde en Illinois en 1967 la CA fluctuaba entre 3.55 y 4.71 kg. de alimento consumido para granjas de ingresos altos y bajos respectivamente.(Gráfica No 3).

d) Eficiencia alimenticia (EA)

En lo referente a esta variable EA no se encontró diferencia significativa ($P>0.05$) durante la primera y la segunda etapa entre los tratamientos. Aunque se

menciona por Alba 1958 que la eficiencia de utilización de alimentos va en descenso continuo desde el destete en adelante, estos resultados son (NS) teniendo un promedio de 0.260 kg. de PV obtenido por 1 kg. de alimento consumido en la primera etapa y de 0.297 en la segunda etapa para el promedio total es 0.273. Cuadro 12.

Para la primera etapa la eficiencia fue de 0.259 T1, 0.243 T2, 0.263 T3, y 0.270 T4 kg. de PV por 1 kg. de alimento consumido, el grupo más eficiente fue el 4 y el menos eficiente fue el del tratamiento 2. Para la segunda etapa los promedios de EA son de 0.268 T1, 0.261 T2, 0.307 T3, y 0.354 T4 donde el grupo más eficiente sigue siendo el del tratamiento 4 y el menos eficiente el del tratamiento 2. Manteniéndose constante el desarrollo de ésta variable .

Cuadro 12 . Resultado de la eficiencia alimenticia por etapas y total para los 4 tratamientos.

TRATAM.	EA 1ET kg	POSICION	EA 1ET kg	POSICION	EA TOT. Kg	POSICION
1	0.259	3	0.268	3	0.260	3
2	0.243	4	0.261	4	0.252	4
3	0.263	2	0.307	2	0.280	2
4	0.270	1	0.354	1	0.298	1

En 1968 la estación experimental Porcina de IOWA reportó que el rendimiento alimenticio es de 0.395 kg. de PV por 1 kg. de alimento para animales que alcanzan 100 kg. (Bundy 1982) los resultados están por debajo de lo mencionado por Bundy pero es posible que este rendimiento no se haya alcanzado debido a la mala calidad del alimento y de los animales. (Gráfica No 4).

e) Velocidad de crecimiento (VC)

Para esta variable (VC) entre los tratamientos de la primera etapa no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) donde los promedios son de 88.3 T1, 79.2 T2, 84.7 T3 y 83.6 T4 gr. De proteína depositada / día en el animal en un período de 61 días de tratamiento. El grupo que tubo una mejor VC en ésta etapa fue el grupo testigo, mientras que los tratamientos 3 y 4 se muestran similares se comprueba una vez más que el grupo 2 es el rezagado siendo el más lento en su crecimiento teniendo una última posición. Para la etapa 2 los promedios fueron 88.2T1, 83.3T2, 9.14T3 y 98.4T4 gr. De proteína depositada/ día en 34 días mostrando estadísticamente NS al ($P > 0.05$) aquí el grupo del tratamiento 4 mostró su gran desarrollo ocupando el primer lugar mientras el grupo del tratamiento 3 y testigo son similares, el grupo del tratamiento 2 queda al final como en todas las demás variables.

Para la VC no hay diferencia significativa ($P > 0.05$) entre las etapas donde los promedios totales fueron 88.6 T1, 80.7 T2, 87.4 T3, y 89.2 T4. gr. de proteína depositada / día en (95 días de tratamiento)

Cuadro 13. Posición de los resultados de VC para todas las etapas y en todos los tratamientos.

TRATAM.	VC ET 1 kg	POSICION	VC ET2 Kg	POSICION	VC TOT. Kg	POSICION
1	88.3	1	88.2	3	88.6	2
2	79.2	4	83.3	4	80.7	4
3	84.7	2	91.4	2	87.4	3
4	83.6	3	98.4	1	89.2	1

Estos resultados estan ligeramente por debajo de lo mencionado por Kolb 1972, acerca de la VC donde dice que los cerdos carniceros criados de acuerdo con las modernas directrices zootecnicas y alimentados convenientemente, fijan ya desde un peso de 30-40 kg alrededor de 100 gr de proteína/ día, conservando este ritmo de aumentos de peso hasta alcanzar el de 100 kg en un tiempo de 6-7 meses de edad. (Gráfica No 5).

f) Análisis económico

Para este resultado se analizo el precio de los componentes del alimento utilizado, en 1 tonelada del alimento en la primera etapa costó \$1053.475; donde los costos de sorgo que lo compone costó \$482.85/ ton., soya \$420.00/ ton. harina de alfalfa \$135.00/ ton., y la premezcla vitaminica y mineral \$15.625/ ton. Cuadro 14.

1 ton. del alimento en la segunda etapa costó \$912.575; donde el sorgo que la compone costó \$549.45/ ton, la soya \$2807 ton, la harina de alfalfa \$67.5/ ton y la premezcla \$15.625/ton.

Cuadro 14. Análisis económico del alimento y del producto en pie de la primera etapa.

TRATAM.	CONSUMO DE ALIMENTO	COSTO DEL ALIMENTO	kg DE P.V. PRODUCIDO
1	1568.31	1652.15	406.3
2	1521.096	1602.36	365.5
3	1472.24	1535.10	390.5
4	1425.57	1501.75	385.0

Cuadro 15 . Análisis económico del alimento y del producto en pie de la segunda etapa.

TRATAM.	CONSUMO DE ALIMENTO	COSTO DEL ALIMENTO	KG DE P.V. PRODUCIDO
1	874.14	797.705	230.2
2	821.50	749.668	214.5
3	767.04	699.970	235.5
4	715.02	652.498	253.0

El precio ofrecido por el kg de P.V. de los animales en pie fue de \$12.00, el peso en pie obtenido fue de 771 T1, 716 T2, 766 T3, y 780 T4 kg. de P.V. el total de la producción en pie fue de 3033 kg. El costo del alimento y la levadura mas el sulfato de amonio fue de \$9634.325 y el precio de venta produce \$36,396. La diferencia entre estos 2 valores de el alimento y el precio total del producto resulta \$26,761. 675 de utilidad sin descontar los gastos de mano de obra por el manejo de la granja, impuestos, afores, energía eléctrica, agua, etc.. Donde seguramente se estima que la ganancia puede ser redituable en una explotación donde se crían cerdos en número elevado puede ser redituable no siendo igualmente costeable en explotaciones pequeñas.

Cuadro 16. Cantidad y Precio de Levadura y Sulfato de Amonio Utilizado.

ETAPA	CANTIDAD DE (NH ₂) ₂ SO ₄ kg	CANTIDAD DE LEVADURA kg	CANTIDAD TOTAL kg	COSTO EN \$
1	6349.734	3174.867	13.428	335.7
2	7078.392	3539.196	6.714	107.424

CONCLUSIONES

Para concluir sobre los resultados de éste trabajo se habla de cada una de las variables estudiadas por separado, contemplando en éstas variables evaluadas todas las etapas. Se menciona que el grupo del tratamiento 4 con 15 y 30% de suplementación proteica con nopal para la 1 y 2 etapa respectivamente, destacó estando en las primeras posiciones durante la 1ET y en la 2ET obteniendo todas las primeras posiciones en todas las variables. Siendo el mejor grupo productivo del experimento mientras que el grupo 2 no satisface siquiera las expectativas de desarrollo productivo quedando rezagado en todas las variables durante todas las etapas.

a) Ganancia total de peso (GTP)

Para la ganancia total de peso la diferencia entre los resultados pudo ser posiblemente debida a la heterogeneidad de los grupos con respecto a su edad, sexo y a la impureza de la raza, aunque los efectos de los tratamientos no son los mismos para todos los animales donde cada uno es una unidad experimental diferente todos alcanzan el nivel normal de crecimiento de los cerdos productores de carne comercial donde el grupo del tratamiento 4 es el mejor y el del tratamiento 2 es el peor para esta variable.

b) Ganancia diaria de peso (GDP)

Crampton 1977 habla de animales que arriba de 54 kg tienen una ganancia diaria de 700 gr, los cuales dan origen a canales primadas, si ésta ganancia es mayor la canal será excesivamente grasa. Se sabe que los animales de este experimento no fueron magros, pero es posible que por su ganancia diaria su canal haya tenido una mejor calidad que los animales excesivamente cebados y esto se le puede atribuir a la dieta con nopal que no fomentó la formación excesiva de la grasa,. La mayor ganancia la tubo el grupo 4 y la menor el 2.

c) Conversión Alimenticia (CA)

En la conversión alimenticia se refleja la armonía en el crecimiento de los animales, donde el que menor cantidad de alimento consumió fue el grupo 4 y el que más consumió fue el grupo 2. Concluyendo que el nopal no afecta el consumo del alimento, pues no hubo diferencia significativa ($P>0.05$) entre los tratamientos.

d) Eficiencia Alimenticia (EA)

Esta variable esta estrechamente relacionada con la anterior y en la misma medida copiosa, y muestra que los animales fueron tan capaces de convertir sus alimentos en peso vivo como de eficientar la utilización de los mismos, así su comportamiento va dejando resultados iguales de una variable a otra y entonces tenemos que el mejor grupo fue el del tratamiento 4 que mayor aumento de peso tubo por cada kg de alimento consumido y que el menor fue el grupo 2 por lo que se concluye que el nopal no afecta el desarrollo productivo de los animales, y que puede contribuir en la eficiencia alimenticia.

e) Velocidad de crecimiento (VC)

Para ésta variable se puede concluir una vez más que la biomasa de nopal no afecta la deposición de proteína diaria en el cerdo, sin embargo aunque el mejor grupo fue el del tratamiento 4 y tubo un rápido desarrollo fue inferior a lo citado por Kolb 1972. Podemos estimar que se puede superar este nivel si en la explotación se trabaja bajo estricto control de alimentación y con animales de buena calidad.

f) Análisis económico

Según los resultados en la prueba de alimentación crianza de cerdos con la biomasa de nopal fermentado con levadura y sulfato al 20% es aceptable en la búsqueda de generar procesos que permitan equilibrar el crecimiento económico con la conservación de los recursos naturales y podría resultar antieconómica si se realiza esta practica con pocos animales.

Cada año en diciembre el catálogo Mexicana de aviación publica la venta de la pierna de cerdo magra llamada Jamón serrano Patanegra, con una edición limitada la cual no sobrepasa las 400 piezas disponibles para la temporada, ofreciéndola a un precio interesante que supera triplemente el precio de la pierna común. Se sabe que estos animales fueron alimentados en vida con dieta a base de nopal y están valorados en el mercado por su calidad y extraordinaria aportación gastronómica.

La recomendación sería que para vender el producto es esencial un buen conocimiento de los mercados.

RESUMEN

Para esta investigación los elementos principales son; los cerdos criollos y la biomasa de nopal fermentado, el primero es el objeto de estudio y el segundo es el factor que influye directamente en la producción de la carne de cerdo en términos de proteína cruda.

Para realizar este trabajo se utilizaron las instalaciones de crianza porcina de la UAAAN así como el laboratorio de fisiotecnia para producir el fermento de nopal. Una vez acordados los objetivos e instrumentos de planificación para la acción el trabajo se llevó a cabo de la siguiente manera.

Se utilizaron 36 animales de peso entre 30 y 18 kg, se dividieron aleatoriamente en 4 tratamientos grupos de 9 elementos cada uno sin distinción de sexo, edad, peso, camada etc. el primero fue el testigo con 0% de suplemento proteico con la biomasa de nopal, el segundo 5%, el tercero 10% y el cuarto 15% para la primera etapa y para la segunda etapa se doblo la suplementación teniendo en los grupos 0% para el testigo y 10%, 20%, y 30% para los demás tratamientos respectivamente.

Para evaluar el comportamiento de los animales se consideraron 5 variables productivas ganancia total de peso (GTP), ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA), eficiencia alimenticia (EA), y velocidad de crecimiento (VC).

La respuesta general de los tratamientos en todas la evaluación de todas las variables dejó ver el que el grupo del tratamiento 4 fue sobresaliente y los tratamientos 1 y 3 son similares en su comportamiento productivo, mientras que el tratamiento 2 no mostró progreso satisfactorio alguno.

La conclusión sobre éste trabajo deja claramente establecidos los siguientes puntos, como respuesta a todas las variables, objetivos e hipótesis.

- La biomasa de nopal no afecta el desarrollo normal de los cerdos criollos productores de carne comercial en etapa de finalización ni en ninguna otra.

- La biomasa de nopal no afecta de manera significativa ($P>0.05$) el consumo de alimento en los cerdos ni su eficiencia y conversión alimenticia.

- La biomasa de nopal puede ser precursora de crecimientos rápidos en los animales, gracias al efecto de la levadura y la digestibilidad de P.C.

- Los animales tienen rápida deposición de proteína / día en sus tejidos y se piensa que el nopal no afecta éste parámetro.

° La biomasa de nopal es rápida y económica en su preparación además de ser succulenta y con buen nivel de inclusión.

° Esta respuesta de trabajo para los productores del medio rural se puede adoptar con mayores posibilidades pues la gente de ese medio económico reúne todos los talentos y recursos para lograr de éste proyecto beneficios para sostenerse previniendo el desperdicio de la riqueza ecológica y el deterioro de los ecosistemas.

° El beneficio económico es siempre a largo plazo y se cree por los resultados del análisis económico que la crianza con gran número de animales puede resultar redituable aunado al buen conocimiento del mercado.

LITERATURA CITADA

- Aguilar V.A. 1978.** Administración agropecuaria. Trabajo colectivo de investigación Académica. Editó. Limusa México D.F. p. 226
- Alba J. de 1958.** Alimentación del ganado en América Latina . Ed. Prensa Médica Mexicana. México D.F. p. 6, 178, 179
- Arruda G.P. 1999** Introducción y utilización de las cactáceas *O.f. indica* en Brasil. VII Congreso Nacional de nopal. Editorial universitaria Potosina. S.L.P. México. p. 101
- Borrego E. 1986** El nopal. Editorial de la UAAAN . Buenavista saltillo, Coah. México p. 1,3,5,123, 116
- Bundy C.E. 1982** Producción porcina. Cía. Editorial Continental S.A. DE CV México D.F. p. 15, 54, 189
- Carballo M. 1986** Castración de cerdos a diferentes edades y su efecto en el Comportamiento productivo y características de la canal. Tesis Maestria UAAAN Buenavista, saltillo, coah. México.
- Crampton E. 1977** Nutrición animal aplicada. Ed. Limusa México. p. 412
- Escamilla A. 1986** El cerdo, su cría y explotación. Cía Editorial Continental SA de CV México DF . p. 111, 112
- Felker P. 1998** Forage uses Introduction . Internet;
Altavista. com.
- Flores A. 1999** Características Bioquímicas del nopal (*Opuntia spp*) y su modificación por Altas temperaturas y déficit de agua. Ed. Universitaria Potosina. VII Congreso Nacional de nopal S.L.P. México. p. 141
- Flores M.J. 1981** Ganado Porcino . Ed. Limusa México D.F.p. 473
- Gonzalez E.M. 1999** Interacciones entre fenología, elementos bióticos y disturbio por Pastoreo en las nopaleras del centro de México. Memoria VII Congreso Nacional. El nopal Ed . Universitaria Potosina SLP

Kolb 1972 Microfactores en la Nutrición Animal. Ed. Acribia Zaragoza España. p.70,71

Morrison F.B. 1969 Alimentos y alimentación del ganado. Unión tipográfica editorial Hispanoamericana. México D.F. p. 10, 11, 99 y 215

Murillo H. 1968 Tratado elemental de Química Organica . Ed. ECLALSA. Tacubaya México. p.165

Murillo M. 1998 **Producción de biomasa de nopal con diferentes aditivos y su**

utilización en la alimentación de ganado en el norte de México. Proyecto de tesis para doctorado en Agricultura Sustentable. Buenavista Coah. P. 5,6, y 8.

Olmos O.G. 1999 Evaluación de 29 cultivares de nopal para producción de forraje en Hidroponía. VII congreso nacional de nopal. Ed. Universitaria potosina SLP México. p. 105

Uribe G.J. 1995 Evaluación de dos productos como promotores de crecimiento (POCR1) (POCR-2) y el aminoácido lisina sobre el comportamiento productivo de cerdos en crecimiento-desarrollo. Tesis licenciatura UAAAN. Buenavista, Coah. México.

Whittemore 1979 Alimentación práctica del cerdo. Ed. México D.F. p. 22, 44, 52.

Vázquez A.R. 1999 Recolección y conservación ex situ de la diversidad genética del Nopal en el nordeste de México. memoria VII Congreso Nacional el Nopal. Ed. Universitaria Potosina SLP. P. 19

Vázquez G.C. 1999 Estado de conocimiento sobre metabolismo del nitrógeno en nopal. Ed. Universitaria potosina. SLP México. p. 171 y173.

Easter R. 1992 Los aminoácidos en la nutrición de los cerdos. Ed. Publicaciones de Soyanocticias. p. 4

APENDICES

APENDICE A
TABLAS DE ANALISIS DE VARIANZA

INCREMENTO DE PESO TOTAL

Tabla de análisis de varianza

FV	gl	Sc	Cm	VALOR DE F	PROBABILIDAD
REPETIC.	8	479.96	59.995	0.33	
A	3	330.69	110.231	0.61	
ERROR	24	4347.89	181.162		
B	2	33723.32	16861.659	378.77	.000
AB	6	95.87	15.978	0.36	
ERROR	64	2849.10	44.517		

INCREMENTO DE PESO DIARIO

Tabla de análisis de varianza

FV	gl	Sc	Cm	VALOR DE F	PROBABILIDAD
REPETIC.	8	0.09	0.012	0.26	
A	3	0.09	0.031	0.69	
ERROR	24	1.07	0.045		
B	2	0.06	0.031	1.94	.152
AB	6	0.03	0.006	0.34	
ERROR	64	1.02	0.016		

CONVERSION ALIMENTICIA

Tabla de análisis de varianza

FV	gl	Sc	Cm	VALOR DE F	PROBABILIDAD
REPETC.	8	4.13	0.516	0.39	
A	3	7.32	2.440	1.86	.162
ERROR	24	31.41	1.309		
B	2	4.96	2.478	4.00	.023 *

AB	6	1.79	0.298	0.48	
ERROR	64	39.66	0.620		

EFICIENCIA ALIMENTICIA

Tabla de análisis de varianza

TRATAM.	gl	Sc	Cm	VALOR DE F	PROBABILIDAD
REP	8	0.01	0.002	0.28	
A	3	0.05	0.017	2.52	.081
ERROR	24	0.16	0.007		
B	2	0.03	0.013	5.18	.008 **
AB	6	0.02	0.003	1.16	.341
ERROR	64	0.16	0.003		

VELOCIDAD DE CRECIMIENTO

Tabla de análisis de varianza

TRATAM.	gl	Sc	Cm	VALOR DE F	PROBABILIDAD
REPETC.	8	0.09	0.012	0.26	
A	3	0.09	0.031	0.69	
ERROR	24	1.07	0.045		
B	2	0.06	0.031	1.94	.152
AB	6	0.03	0.006	0.34	
ERROR	64	1.02	0.016		

APENDICE B
TABLA DE PROMEDIOS Y SUMA DE CUADRADOS

CONVERSION ALIMENTICIA

Tabla de promedios y suma de cuadrados

REPETICIONES	SUMA DE CUADRADOS	SUMA DE CUADRADOS TOT
1	3.537	42.438
2	3.897	46.769
3	4.118	49.413
4	3.500	41.997
5	3.866	46.392
6	3.825	45.899
7	3.610	43.320
8	3.924	47.085
9	3.932	47.184

$$\sum_{N-1}^9 XI$$

$$\sum_{N-1}^9 XI$$

TRATAM.		
1	3.910	105.561
2	4.076	110.061
3	3.843	103.760
4	3.375	91.117

EFICIENCIA ALIMENTICIA

Tabla de promedios y suma de cuadrados

REPETICIONES	SUME DE CUADRADOS	SUMA DE CUADRADOS TOT
1	0.262	3.408
2	0.279	3.351
3	0.273	3.278
4	0.296	3.557
5	0.262	3.145
6	0.275	3.295
7	0.289	3.467
8	0.275	3.295
9	0.257	3.086

$$\sum_{N-1}^9 XI$$

$$\sum_{N-1}^9 XI$$

TRATAMIENTOS		
1	0.262	7.063
2	0.253	6.828
3	0.284	7.671
4	0.308	8.319

INCREMENTO DE PESO TOTAL

Tabla de promedios y suma de cuadrados

REPETICIONES	SUMA DE CUADRADOS	SUMA DE CUADRADOS TOT
1	48.167	578.00
2	45.917	551.00
3	43.750	525.00
4	49.333	592.00
5	43.583	523.00
6	46.417	557.00
7	48.167	578.00
8	44.667	536.00
9	43.417	521.00

$$\sum_{N-1}^9 XI$$

$$\sum_{N-1}^9 XI$$

TRAMIENTOS		
1	47.148	1273.00
2	42.963	1160.00
3	46.370	1252.00
4	47.259	1276.00

INCREMENTO DE PESO DIARIO

Tabla de promedios y suma de cuadrados

REPETICIONES	SUMA DE CUADRADOS	SUMA DE CUADRADOS TOT
1	0.753	9.036
2	0.731	8.769
3	0.717	8.610
4	0.774	9.292
5	0.695	8.344
6	0.727	8.728
7	0.770	9.245
8	0.722	8.661
9	0.682	8.187

$$\sum_{N-1}^9 XI$$

$$\sum_{N-1}^9 XI$$

TRATAMIENTOS		
1	0.745	20.120
2	0.681	18.392
3	0.737	19.906
4	0.758	20.454

VELOCIDAD DE CRECIMIENTO

Tabla de promedios y suma de cuadrados

REPETICIONES	SUMA DE CUADRADOS	SUMA DE CUADRADOS TOT
1	0.753	9.036
2	0.731	8.769
3	0.717	8.610
4	0.774	9.292
5	0.695	8.344
6	0.727	8.728
7	0.770	9.245
8	0.722	8.661
9	0.682	8.188

$$\sum_{N-1}^9 XI$$

$$\sum_{N-1}^9 XI$$

TRATAMIENTOS		
1	0.745	20.120
2	0.681	18.907
3	0.737	19.907
4	0.758	20.454