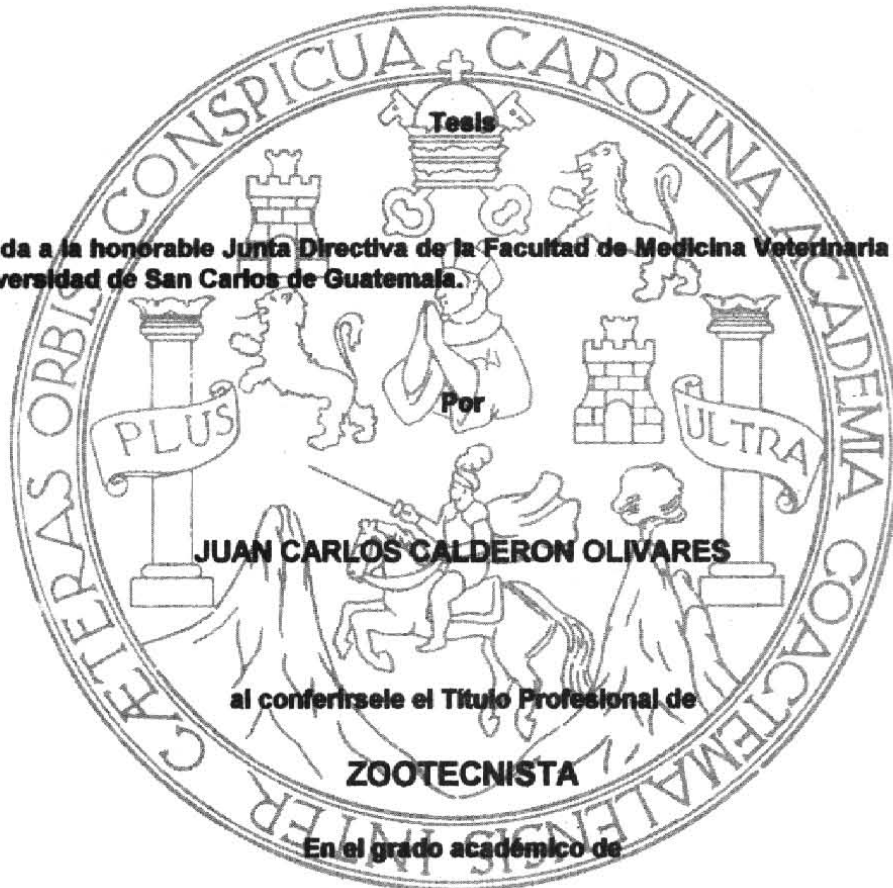


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**"USO DE ACIDO ASCORBICO EN EL COMPORTAMIENTO
PRODUCTIVO DE CERDOS RECIEN DESTETADOS"**

Presentada a la honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.



JUAN CARLOS CALDERON OLIVARES

al conferirsele el Título Profesional de

ZOOTECNISTA

En el grado académico de

LICENCIADO

Guatemala, Febrero de 1998

**JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

DECANO	Lic. Zoot. Rodolfo Chang Shum
SECRETARIO	M.V. Miguel Angel Azafón
VOCAL PRIMERO	Lic. Zoot. Romulo Dimas Gramajo
VOCAL SEGUNDO	M.V. Otto Lima Lucero
VOCAL TERCERO	M.V. Mario Motta Gonzales
VOCAL CUARTO	Br. José Enrique Moreno
VOCAL QUINTO	Br. Eduardo Rodas Nuñez

ASESORES:

Lic. Zoot. Luis H. Corado Cuevas

Lic. Zoot. Luis F. Franco

M.V. Jacobo Pérez C.

Lic. Zoot. Manuel M. Lemus

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a consideración de ustedes el presente trabajo de tesis

Titulado

**"USO DE ACIDO ASCORBICO EN EL COMPORTAMIENTO
PRODUCTIVO DE CERDOS RECIENTE DESTETADOS"**

Como requisito previo a optar al título profesional de:

ZOOTECNISTA

en el grado académico de

LICENCIADO

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS:** Te doy gracias Señor porque sin tu ayuda hubiera sido imposible este triunfo que hoy te dedico.
- MIS PADRES:** Juan Calderón De León y Maura de Calderón; muchas gracias por sus oraciones, esfuerzo, dedicación, orientación, sacrificios; herramientas que me ayudaron a salir siempre avante.
- MIS HERMANOS:** Mary, Raquel, Vin, Lawrence, y Noelia, gracias por el apoyo incondicional que me brindaron siempre.
- MIS SOBRINOS:** Boris, Karen y Cristian, espero que este esfuerzo les sirva como un ejemplo en sus vidas.
- MI NOVIA:** Rhode, por tu ayuda, amor y comprensión.
- FAMILIA GARCIA DIAZ:** Mil gracias por su atención, cariño y apoyo.
- MI TIO:** Manuel Medrano, por su amistad y apoyo sin condición.
- MIS CUÑADOS:** Miguel Gómez y Rafael Guerra, gracias por el apoyo brindado.
- MIS TIAS** Perla, Judith y Vilma De León, Reciban un agradecimiento muy especial y que Dios les bendiga siempre.
- MIS PRIMOS (AS) EN GENERAL:** Letty y Rina, Muchas gracias por el cariño que brindan
- MI PROMOCION:** En especial a Marcela García, Renee Valenzuela y Estuardo Cáceres, muchas gracias por todo el apoyo, su amistad y cariño.
- MIS AMIGOS:** Verónica, Glenda, Karln, Carla, Buggy, Telma, Pedro, Salvador, Milena, Neco, Rosita, Erick, Julio, gracias por su afecto y amistad.
- MIS AMIGOS DE IGLESIA EMBAJADORES:** En especial a Willy, Leonidas, Neco, Mario, Zuly, Familias Morales Solís, Morales Gutiérrez, Gracias por sus oraciones.

TESIS QUE DEDICO A:

DIOS

El principio de la Sabiduría es el temor a Jehová (Sal. 111:10); bienaventurado el hombre que la halla y que obtiene la inteligencia (Prov. 3:13).

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ASESORES

TODAS LAS PERSONAS QUE CONTRIBUYERON A QUE ESTA INVESTIGACION FUERA UNA REALIDAD

LOS PROFESORES: Dr. Raul Jáuregui, Ing. Agr. Zoot. Miguel A. Gutierrez, Ing. Agr. Zoot. Jorge A. Vellman, Lic. Leonel Carrillo, Lic. Luis Franco, Lic. Elfege Alarcón.

LOS PROFESIONALES: Lic. Edgardo Guillén y Raul Villada, por su amistad y consejos en la realización de esta investigación.

Lic. Zoot. Carlos Muñoz, por su interés en que este trabajo se realizara.

AGRADECIMIENTO

A:

ASESORES: Lic. Zoot. Luis H. Corado Cuevas
Lic. Zoot. Luis F. Franco
M.V. Jacobo Perez C.
Lic. Zoot. Manuel M. Lemus

LUIS CORADO

Por su empeño en la planificación y ejecución de esta investigación.

JACOBO PEREZ

Por su interés en la ejecución de este trabajo.

SEÑOR HUGO GONZALES

Por todo el aporte en la realización de esta investigación.

ING. AGR. ZOOT. HANS MANN

Su aporte fue bien importante para la realización de este trabajo.

AL PERSONAL DE LA GRANJA SAN ISIDRO

Por su colaboración en este trabajo

AL PERSONAL DE LABORATORIO DE BROMATOLOGIA DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA:

Hans Moya y José Morales, Por su participación en esta investigación.

MARITZA DE PAIZ, CARLOS OSEIDA, ROSSANA CHAU, XIOMARA BENDFELT, MIRIAM REYNA.

Por su amistad y apoyo.

KARIN GARCIA, RHODE MOSCOSO

Por su ayuda incondicional, siempre.

JOSE L. SAGÜIL Y MARIO MORALES

Por sus sugerencias y ayuda prestada.

INDICE

I. INTRODUCCION	1
II. HIPOTESIS	2
III. OBJETIVOS	3
General	3
Específicos	3
IV. REVISION DE LITERATURA	
4.1. Generalidades del ácido ascórbico	4
4.2. Funciones de la vitamina C	4
4.3. Síntesis	5
4.4. Absorción	5
4.5. Almacenamiento	5
4.6. Unidad de medida	5
4.7. Requerimiento	5
4.8. Acido ascórbico como factor anti estrés	5
4.9. Antecedentes. Uso de ácido ascórbico en cerdos	6
4.9.1. Cerdos destetados	6
4.9.2. Cerdos en crecimiento	7
4.9.3. Cerdos en engorde	7
V. MATERIALES Y METODOS	
5.1. Localización	8
5.2. Duración del experimento	8
5.3. Manejo de los cerdos	8
5.4. Utilización de vitamina C	8
5.5. Tratamientos	8
5.6. Diseño experimental	9
5.7. Variables evaluadas	9
5.7.1. Ganancia diaria de peso	9
5.7.2. Consumo de alimento	9
5.7.3. Conversión alimenticia	9
5.8. Análisis económico	9
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	
6.1. Ganancia diaria de peso	10
6.2. Consumo de alimento	11
6.3. Conversión alimenticia	11
6.4. Mortalidad	12
6.5. Análisis económico	12
VII. CONCLUSIONES	15
VIII. RECOMENDACIONES	16
IX. RESUMEN	17
X. SUMMARY	18
XI. BIBLIOGRAFIA	19
XII. ANEXOS	22

I. INTRODUCCION

Una de las fases más críticas e importantes en las explotaciones porcinas, es la fase de destete, puesto que con ella, se presentan comúnmente una serie de alteraciones (nerviosas, bioquímicas, fisiológicas, etc.) conocidas con el nombre de estrés, las que se definen como la suma de respuestas de defensa del animal a estímulos específicos (Taxthou y Pardue, 1984). El destete provocará, por consiguiente, un descenso en el consumo, un efecto directo sobre la conversión alimenticia (Yen Y Pond, 1988) y la curva de crecimiento mostrará un efecto descendente (Wegger y Palludan, 1984). Todo esto convierte a esta etapa en un factor determinante en el rendimiento posterior del cerdo.

De acuerdo al tiempo en que se efectúa, el destete puede ser super precoz, el cual se realiza entre 0 y 14 días; precoz, entre 15 y 28 días y el tardío, que se realiza de los 29 días en adelante. El destete más frecuente en las granjas tecnificadas del país es alrededor de 28 días.

Para disminuir los efectos negativos provocados por el destete, se ha considerado la utilización de ácido ascórbico en la dieta de estos animales, con el cual se pretende mejorar la conversión alimenticia y la ganancia de peso (Yen y Pond, 1987; Park y Harrison, 1990).

Además comparada con otras vitaminas, la vitamina C presenta una alternativa accesible, para los productores, desde el punto de vista económico, ya que su uso minimiza los costos de producción por su precio más bajo.

Con el presente trabajo, se pretendió demostrar que el uso de ácido ascórbico puede ser una solución viable para solventar estos problemas de manera práctica, eficiente y económica.

II. HIPOTESIS

La suplementación periódica post destete con ácido ascórbico, mejora el comportamiento productivo de cerdos destetados, en términos de ganancia de peso.

III. OBJETIVOS

General

Generar información sobre alternativas para minimizar el efecto del estrés, provocado por el destete en cerdos.

Específicos

Determinar el efecto de la suplementación oral de ácido ascórbico en diferentes periodos (en días), sobre la ganancia diaria de peso, en cerdos destetados.

Estimar la tasa marginal de retorno de los tratamientos evaluados.

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1. Generalidades del ácido ascórbico

El ácido ascórbico fue reconocido en 1734 como el factor antiescorbuto, éste se encuentra en frutas frescas y vegetales (Ascorbic, 1967; Hornig *et al.*, 1984). A pesar de este temprano reconocimiento, no fue sino hasta 1937 que otros autores (Svilberly y Szent; Vaugh y King, 1932) aislaron e identificaron este compuesto a partir de glándulas adrenales de mamíferos y también de frutas cítricas (Ascorbic, 1967; Hornig *et al.*, 1984).

La vitamina C, es un ácido hexurónico, que se deriva de una hexosa; se oxida fácilmente para formar ácido dehidroascórbico, que con la misma facilidad se reduce para formar el compuesto original. La oxidación subsiguiente del ácido dehidroascórbico da lugar a la formación de ácido dicetogulónico, que es un compuesto inactivo, irreversible; esta reacción se realiza fácilmente en condiciones de luz y calor o en presencia de trazas de metales pesados, a esto se debe su inestabilidad en los alimentos (Bondi, 1968).

Este compuesto recibió el nombre de vitamina C, debido al hecho de que es requerido por el hombre como un nutriente esencial (Hornig *et al.*, 1984).

La vitamina C se encuentra en dos formas, ácido L-ascórbico (forma reducida) y ácido L-dehidro ascórbico (forma oxidada) ambas formas son biológicamente activas (Vitamin C, s.f.).

4.2. Funciones de la vitamina C

Según Hornig *et al.*, 1984; Vitamin C, s.f., las funciones que lleva a cabo el ácido ascórbico, son las siguientes:

- a. La función más clara, es su participación en la biosíntesis de colágeno. El escorbuto se induce cuando se altera la membrana que sintetiza el colágeno por ausencia de vitamina C.
- b. Por sus propiedades óxido reductoras, la vitamina C participa en transferencia de electrones dentro de la célula.
- c. Oxidación metabólica de ciertos aminoácidos, incluyendo la tirosina.
- d. Por sus propiedades reductoras y quelantes, participa en el metabolismo de iones metálicos, lo que incrementa la absorción mineral y su movilización y distribución en todo el cuerpo.
- e. Participa en la síntesis de carnitina a partir de lisina y metionina.
- f. Se interrelaciona con el complejo B; la secreción urinaria de vitamina C, es afectada en animales deficientes en tiamina, riboflavina, ácido pantoténico, ácido fólico y biotina.
- g. Estimula la actividad fagocítica y la formación de anticuerpos.
- h. Inhibe la producción de nitrosaminas que son potentes cancerígenos.
- i. Participa en pasos de hidroxilación para la síntesis de corticosteroides en las glándulas adrenales.

Es una vitamina hidrosoluble con un potencial que regula situaciones de tensión fisiológica en aves y otras especies (Vitamin C, s.f.; Pontaza, 1993).

4.3. Síntesis

El proceso de biosíntesis se lleva a cabo a partir de la glucosa (Vitamin C, s.f.; Bondi, 1988; Mahan *et al.*, 1994). La vitamina C se produce en la ruta del ácido urónico, cuya síntesis básica es la glucosa. La presencia de la enzima L-gulonolactona oxidasa permite la conversión de L-gulonolactona a su forma tautomérica, ácido L-ascórbico (Hornig *et al.*, 1984; Bondi, 1988).

4.4. Absorción

La forma de absorción de la vitamina C es similar a la que se realiza con los monosacáridos. Es fácilmente absorbida cuando las cantidades ingeridas son pequeñas (Vitamin C, s.f.).

La absorción es un proceso pasivo que ocurre principalmente en el ileon gracias a la presencia de un compuesto activo a base de sodio (Hornig *et al.*, 1984). Ocurre por un simple mecanismo de difusión (Pontaza 1993). El ácido ascórbico es transportado por la vena porta hepática y cualquier excedente se excreta en la orina (Murray, *et al.*, 1988).

4.5. Almacenamiento

La más alta concentración de vitamina C se encuentra en la pituitaria y glándulas adrenales, con altos niveles también en hígado, bazo, cerebro y páncreas (Vitamin C, s.f.; Hornig *et al.*, 1984).

4.6. Unidad de medida

La unidad internacional de vitamina C, corresponde al efecto de 50 microgramos de ácido L-ascórbico puro cristalizado (Compendio de, 1970).

4.7. Requerimiento

Las necesidades de los cerdos para ácido ascórbico son 300 ppm para cerdos en iniciación y de 150 ppm para cerdos en edad de engorde (Vitamin C, s.f.) Otros autores recomiendan, para lechones, entre 80 y 150 ppm (Sobre el, 1993) 80 y 100 ppm (Las vitaminas, 1993). Se propone además una concentración que ofrezca un margen de seguridad para un alimento iniciador o sustituto de leche, el cual debe ser entre 150 a 200 ppm y una concentración menor de 50 ppm para recién nacidos (Zirtzen, 1975).

4.8. Acido ascórbico como factor anti-estrés

El estrés es la suma de respuestas de defensa de los animales a estímulos específicos (Thaxton y Pardue, 1984). Está acompañado por un incremento de la hormona adreno-corticotrófica (ACTH) y glucocorticoides (Thaxton y Pardue., 1984; Dvorak, 1984). Cuando el estrés está presente, los animales sufren del síndrome de adaptación general (GAS, por sus siglas en inglés), el cual se divide en tres estados: 1. alarma, 2. resistencia, 3. fatiga.

El estado de alarma se caracteriza por un incremento en: presión sanguínea, tono muscular, sensibilidad nerviosa, frecuencia respiratoria y también los niveles sanguíneos de glucosa. Durante este estado se activa el sistema nervioso autónomo y también se estimula al hipotálamo a secretar factor liberador de corticotropina (CRF) dentro de la pituitaria anterior; esta incrementa la síntesis de la hormona adrenocorticotrófica (ACTH) y es secretada a la circulación general. El tejido de la corteza adrenal responde a la ACTH, con un incremento y liberación de hormonas esteroides, hay un incremento de los niveles sanguíneos de corticosterona, que es la principal responsable del estado de resistencia. La mayor alteración metabólica provocada por la corticosterona es producir gluconeogénesis, a partir de porciones no carbohidratadas, especialmente proteínas (Taxthou y Pardue, 1984).

Por otro lado, Kolb (1990) afirma que, el incremento en la concentración de ácido ascórbico en la corteza adrenal, disminuye la secreción de glucocorticosteroides y en este sentido, los efectos negativos del estrés sobre la productividad. Los glucocorticosteroides estimulan la proteólisis en la musculatura y otros tejidos y la gluconeogénesis en el hígado, a esto se debe que se inhiba la síntesis proteica.

Se asume que los cerdos pueden sintetizar suficiente ácido ascórbico para un buen desarrollo y crecimiento normales (Ascorbic, 1987; Vitamin C, s.f.; Cleveland, 1987). Sin embargo hay una creciente evidencia que un requerimiento dietético puede existir bajo ciertas condiciones ambientales y fisiológicas (estrés al destete, disponibilidad de hierro, osteocondrosls, estrés de presacrificio) en que el ácido ascórbico puede mejorar el rendimiento y estado de salud generales (Schulze *et al.*, 1990).

Cleveland (1987) propuso que el requerimiento fisiológico de cerdos para ácido ascórbico se incrementa bajo condiciones de estrés y que los cerdos se benefician con suplementación de esta vitamina.

El ácido ascórbico se usa a menudo para mejorar las condiciones generales de estrés, acepta o dona protones fácilmente e influye en la absorción intestinal de elementos esenciales (Park y Harrison, 1990).

La vitamina C se asocia con un incremento de la inmuno competencia (Yen y Pond, 1987).

Las prácticas de manejo al destete (especialmente temprano) son consideradas estresantes, agotándose por éstas al ascorbato corporal. La respuesta benéfica obtenida con la vitamina C suplementaria, se ha demostrado, suprime enfermedades subclínicas postdestete (Yen y Pond, 1987; Vitamin C, s.f.). La utilización de ácido ascórbico en la alimentación porcina se considera un manejo alternativo para prevenir deficiencia de esta vitamina cuando los cerdos están estresados (Yen y Pond, 1987; Cleveland, *et al.*, 1987; Vitamin C, s.f.).

4.9. Antecedentes. Uso de ácido ascórbico en cerdos

4.9.1. Cerdos destetados

Algunos investigadores trabajando con cerdos destetados precozmente, suplementaron vitamina C en el alimento, durante 28 días post destete en los niveles de 0, 330, 660 y 990 ppm. Se observó un aumento lineal de la ganancia de peso y del consumo de alimento (Yen y Pond, 1988; Yen, 1984; Johnston, 1990)

La suplementación de vitamina C a cerdos que se destetaron precozmente, mejoró el rendimiento de los cerdos, ocurriendo un 12% de incremento en la ganancia de peso por día y un 9% en eficiencia alimenticia (Park y Harrison, 1990).

Al suplementar ácido ascórbico en el agua de bebida proveída a cerdos destetados precozmente, durante 3 semanas, resulta en un significativo efecto sobre la ganancia de peso y eficiencia alimenticia (Volker *et al.*, 1984)

4.9.2. Cerdos en crecimiento

La suplementación de vitamina C, en el período de crecimiento-finalización de cerdos, utilizando niveles de 150, 300 y 450 ppm; mejoró la ganancia de peso de animales que pesaron entre 32 y 56 kg (Johnston *et al.*, 1990).

4.9.3. Cerdos en engorde

La suplementación de 220 ppm de vitamina C, a cerdos en la etapa de engorde, resultó en un aumento de la ganancia de peso promedio, en comparación con los controles. Los resultados de este estudio sugirieron, que, el cerdo no es capaz de satisfacer sus requerimientos de vitamina C, solo por síntesis endógena (Mahan *et al.*, 1994; Johnston., 1990).

V. MATERIALES Y METODOS

5.1. Localización

El presente estudio se llevó a cabo en una granja porcina, localizada en el municipio de San Lucas, departamento de Sacatepequez; a 30 kms. de la ciudad capital y a 2 km de la cabecera municipal de San Lucas. Se encuentra dentro de la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, a una altitud sobre el nivel del mar de 2194 m., con una temperatura media anual de 15°C, donde la precipitación promedio anual es de 1,344 mm (Cruz, 1982)

5.2. Duración del experimento

La fase experimental del presente ensayo, tuvo una duración de 45 días.

5.3. Manejo de los cerdos

Para la realización de este experimento todos los cerdos fueron sometidos previamente a las prácticas de: descolmillado, descole, tatuado, desparasitación interna, castración y vacunación contra Fiebre Porcina Clásica. 50 cerdos de las razas Landrace, Yorkshire, Landrace x Duroc, fueron seleccionados y distribuidos en 3 corrales o tratamientos al azar. Los cerdos fueron destetados a los 28 días de edad.

El día del destete no consumieron alimento, sino hasta el día siguiente; permanecieron en los corrales de maternidad sobre piso, hasta los 15 días postdestete; luego los animales se trasladaron a las jaulas de destete, en donde cumplieron 30 días.

Los cerdos fueron alimentados *ad libitum*; se utilizaron tres tipos de alimento, un preiniciador mezclado con harina de maíz al 50% (15,61 % de proteína); el cual se suministró desde el primero hasta el 4to. día post destete. El mismo alimento puro, sin el maíz mencionado, se proveyó desde el 5to. día postdestete, hasta que los cerdos alcanzaron un peso de 11.364 Kg aproximadamente. El alimento iniciador se ofreció desde que alcanzaron el peso mencionado hasta el final de el experimento. Los animales tuvieron acceso al agua todo el tiempo que duró el estudio.

5.4. Utilización de vitamina C

La vitamina C utilizada en el presente experimento, fue ácido ascórbico en forma cristalina, el cual se considera tiene una concentración de 100%. Fue incorporada al alimento en el momento del mezclado, en una dosis de 200 mg/Kg.

5.5. Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

Tratamiento	Descripción
1	Sin suplementación de ácido ascórbico (control)
2	Suplementación un día (dosis única)
3	Suplementación continua durante 10 días

5.6. Diseño experimental

El diseño utilizado fue completamente al azar. Cada tratamiento contó con diferente número de repeticiones, se utilizó como unidad experimental un cerdo.

5.7. Variables evaluadas

5.7.1. Ganancia diaria de peso

Durante la fase experimental se pesaron todos los cerdos, tomando los datos de peso inicial y peso final. La diferencia entre peso al inicio y peso al final se consideró como la ganancia; se determinó el peso global de cada tratamiento y posteriormente la ganancia diaria promedio de peso/tratamiento.

Además, se llevó un registro semanal, de aumento de peso, tomando una muestra de tres cerdos por tratamiento, para llevar control del comportamiento de cada uno de los tratamientos evaluados, en lo que a ganancia de peso se refiere (Figura 2).

5.7.2. Consumo de Alimento

El alimento se ofreció *ad libitum*. Se llevó un registro semanal por tratamiento, tanto del alimento ofrecido como del rechazado. Al finalizar el experimento se calculó la diferencia entre el alimento total ofrecido, menos el total rechazado. Posteriormente se calculó el consumo promedio/animal/día.

5.7.3. Conversión alimenticia

Se calculó la conversión alimenticia, utilizando los datos de ganancia diaria promedio por tratamiento y consumo promedio/tratamiento, con la cual se determinó la cantidad de alimento utilizado en cada tratamiento para producir un kg de carne en pie por animal.

5.8. Análisis económico

Para efectuar el análisis económico se hizo un análisis de dominancia, (Cuadro 3, Figura 1) según la metodología sugerida por CIMMYT (1988). Se compararon tanto los costos variables en los que se incurrió, como los beneficios netos obtenidos por tratamiento. Posteriormente se calculó la tasa de retorno marginal.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados biológicos obtenidos en el estudio son resumidos en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Efecto de la frecuencia de suplementación de ácido ascórbico sobre el rendimiento de cerdos, 45 días post destete.

Variables	Días de suplementación			CV%	Signif.
	0	1	10		
Ganancia diaria (kg/animal/día)	0.330 c	0.378 b	0.433 a	21.12	0.0001
Consumo de alimento (kg/animal/día)	0.835	0.839	0.876		
Conversión alimenticia (kg/kg)	2.532	2.220	2.024		
Mortalidad %	0.0	2.13	4.26		

Letras distintas indican, que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados ($P < 0.01$)

6.1. Ganancia diaria de Peso:

En el presente estudio, en lo que respecta a la variable ganancia diaria de peso, se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, presentando un comportamiento ascendente en la medida que se incrementó la frecuencia de suplementación de ácido ascórbico. El mejor resultado fue para el tratamiento de 10 días, en el cual se ganaron 433 g/promedio/día, 378 y 330 g/día ($P < 0.01$) para los tratamientos de un día de suplementación de vitamina C y control respectivamente (cuadro 1).

Lo anterior concuerda con los resultados reportados por Mahan *et al.* (1994); Mahan y Self (1983); Völker *et al.* (1984), quienes en diferentes experimentos suplementaron vitamina C, durante 28 días, a cerdos destetados, utilizando niveles entre 0 y 500 ppm ó 40 mg/kg de peso vivo, a nivel intramuscular. Hubo un efecto positivo a la vitamina suplementada ($P < 0.05$) mejorando la ganancia diaria, ingestión de alimento y eficiencia alimenticia, en las primeras dos semanas de experimentación. Los resultados sugieren que el estrés del destete incrementa la necesidad para vitamina C.

En otro estudio, realizado por Popelkhina y Levina (1979) se suplementó vitamina C, a cerdos destetados en las concentraciones de 100 y 200 mg/kg de alimento. Se demostró que el promedio diario de ganancia se incrementa entre 5.0 y 7.7% respectivamente, mientras se reducen los costos por kg de ganancia entre 4.2 y 5.7%.

Por otro lado Itak-EI (1982) utilizando vitamina C, en cerdos destetados, demostró que, al suplementar 250 mg de vitamina C/kg de alimento, se incrementa la retención de nitrógeno digestible en 6.5% y por ende se incrementa la ganancia de peso.

Por su parte, Johnston (1990) realizó un estudio para determinar el efecto del suplemento de ácido ascórbico en cerdos mantenidos en alta densidad. Se utilizaron 2 niveles 0 ó 625 mg/kg. Los

cerdos que recibieron la vitamina C, crecieron más rápido ($p < 0.05$) que aquellos animales mantenidos en un espacio mayor/cerdo comparados con los controles, durante la primera semana post destete.

Jewell et al. (1981) (citados en VITAMINS, 1988) reportaron que el uso de vitamina C, mejoró la ganancia de peso de cerdos destetados a un día de edad.

Yen (1990), afirma que los resultados benéficos de la vitamina C suplementada en cerdos destetados, se debe a su habilidad para inducir inmunidad nutricional hipoferrémica.

6.2. Consumo de alimento:

Yen y Pond (1981) (citados por Yen, 1984); investigaron el efecto de la vitamina C en cerdos, para estimular el apetito de cerdos, los cuales fueron destetados entre 4 y 5 semanas de edad. Los niveles utilizados fueron 330, 660 y 990 ppm; los que se añadieron a una dieta con 18% de proteína. Después de 28 días de suplementación de vitamina, se mejoró la ganancia de peso y la ingestión diaria de alimento. La concentración de ácido ascórbico plasmático decreció, durante las 4 semanas posteriores al destete, en los cerdos no tratados, pero no en aquellos que sí recibieron vitamina C. Los resultados indican que existe correlación positiva ($p > 0.05$) entre la concentración plasmática de ácido ascórbico y la ganancia de peso.

Según investigadores de la Universidad de Iowa, (NUTRICION DEL, 1982) el consumo de alimento para cerdos destetados a las 4 semanas, con un peso promedio de 7.727 kg será de 1.818 kg de alimento preiniciador, en 4 días de alimentación. En total serán 22.727 kg de alimento (preiniciador más iniciador) desde el destete a los 7.727 kg hasta que los cerdos alcancen un peso de 18.181 kg, en un período de 40 días.

Para este experimento en particular, el consumo de alimento preiniciador para cerdos destetados a las 4 semanas de edad, con un peso inicial de 7.479 Kg fue de 9.091 kg, para el tratamiento control, 9.251 Kg para el tratamiento de un día de suplementación de vitamina C y 10.026 kg para el tratamiento de suplementación de vitamina C durante 10 días. La cantidad de alimento consumido total (preiniciador más iniciador) fue 36.764, 36.924 y 38.564 respectivamente.

Debido a las condiciones en que se llevó a cabo este experimento, los resultados indican un comportamiento mayor al reportado por la universidad de Iowa; en vista de que, el período de suministro de alimento preiniciador fue de 2 semanas, además la duración del ensayo fue de 45 días.

El consumo promedio general desde el inicio hasta el final del ensayo es el siguiente: tratamiento control: 0.835 Kg, tratamiento de un día de suplementación de vitamina C, 0.839 Kg y 0.876 Kg, para el tratamiento de 10 días de suplementación de vitamina C. Se presentó un comportamiento ascendente en la medida que se incrementó la frecuencia de suplementación de vitamina C.

Para analizar estadísticamente este estudio se realizó un análisis de correlación, el resultado indica que no existe correlación entre el consumo de alimento y la ganancia de peso. ($r = 0.36$, $P > 0.05$).

6.3 Conversión alimenticia

Según investigadores de la Universidad de Iowa (NUTRICION DEL, 1982) la conversión alimenticia durante esta etapa, debe tener un valor aproximado de 1:2.

En el presente experimento en lo que respecta a conversión alimenticia el resultado es el siguiente: tratamiento control 1:2.63; tratamiento de un día de suplementación 1:2.22 y tratamiento de 10 días, 1:2.02 (Cuadro 1).

Se observó una relación inversa, en la medida que se incrementó la frecuencia de suplementación de vitamina C; siendo la mejor conversión, para el tratamiento de mayor frecuencia de suplementación de ácido ascórbico.

6.4. Mortalidad

El tratamiento control no presentó ningún caso, sin embargo los tratamientos de uno y diez días de suplementación, presentaron uno y dos casos respectivamente; lo cual, no obstante, fue atribuido al azar y no a un efecto de los tratamientos.

6.5. Análisis Económico

El análisis de dominancia se muestra en el Cuadro 3 (ver también figura 1) los beneficios netos aparecen de mayor a menor, con sus respectivos costos variables, se puede observar que ningún tratamiento es dominado, puesto que la relación beneficios netos - costos variables es directamente proporcional, de manera que a beneficios netos menores, los costos variables también son menores.

Cuando se calcularon los valores marginales tanto para los beneficios netos como para los costos variables (Cuadro 4), la estructura que presentan los costos variables del tratamiento de un día de suplementación de vitamina C, respecto del testigo, el costo variable marginal de estos dos tratamientos resulta bastante reducido, comparado con el existente entre el tratamiento de diez días de suplementación respecto del tratamiento de un día de suplementación.

Esta estructura de los costos variables marginales tan especiales, para el tratamiento de un día con respecto al testigo, origina que, al calcular la tasa de retorno marginal para estos tratamientos, este valor se dispare, dando lugar a un valor que se puede considerar "distorsionado" de la tasa de retorno marginal. En tal sentido, se consideró conveniente eliminar del análisis económico al tratamiento control (sin suplementación de vitamina C) ya que si se relacionan la tasa de retorno marginal de los tratamientos de un día de suplementación respecto del tratamiento control, contra la tasa de retorno marginal de los tratamientos de uno y diez días de suplementación, arroja un valor de 6.84 veces más; lo que indica un comportamiento exagerado. Tomando en cuenta lo anterior, el valor que se obtiene de la Tasa de Retorno Marginal entre los tratamientos de uno y diez días de suplementación, indica que, al suplementar ácido ascórbico en el nivel de 200 mg/kg de alimento consumido durante 10 días, se obtiene una diferencia en beneficios netos de Q 15.99 por cada quetzal extra que se invierte, respecto del tratamiento de un día de suplementación.

Cuadro 2. Presupuestos parciales utilizados en el estudio: ácido ascórbico y comportamiento productivo de cerdos, 45 días post destete.

	Días de suplementación		
	0	1	10
BENEFICIOS			
Kilogramos de carne	14.872	17.031	19.485
Precio por kilogramo	36.3	36.3	36.3
Beneficios brutos (Q)	539.85	618.24	707.30
COSTOS VARIABLES			
alimento a			
kilogramos por cerdo	0.881	0.775	0.949
Precio por kilogramo (Q)	3.025	3.025	3.025
Subtotal (Q)	2.66	2.35	2.87
alimento b			
kilogramos por cerdo	8.210	8.476	8.077
Precio por kilogramo	3.85	3.85	3.85
Subtotal (Q)	31.61	32.63	34.95
alimento c			
kilogramos por cerdo	27.673	27.673	28.537
Precio por kilogramo (Q)	2.77	2.77	2.77
Subtotal (Q)	76.65	76.65	79.05
Vitamina C			
cantidad, miligramos	0.0	51.89	670.74
valor por miligramo (Q)	0.00009	0.00009	0.00009
Subtotal (Q)	0.0	0.0045	0.06
COSTOS VARIABLES TOTALES	110.92	111.63	116.87

Cuadro 3. Análisis de dominancia de los tratamientos evaluados con ácido ascórbico

TRATAMIENTOS	COSTOS VARIABLES	BENEFICIOS NETOS
Tratamiento control	110.92	428.93
Suplement vit C, un día	111.63	506.61
Suplement vit C, 10 días	116.87	690.43

Cuadro 4. Análisis de retorno marginal

DIAS	COSTOS VARIABLES Q	COSTOS VARIABLES MARGINALES Q	BENEFIC NETOS Q	BENEFIC NETOS MARGIN Q	TASA DE RETORNO MARGINAL %
10	116.87		690.43		
		6.24		83.82	1099.62
1	111.63		506.61		
		0.71		77.68	10940.84*
0	110.92		428.93		

* Eliminado del análisis.

VII. CONCLUSIONES

Tomando en cuenta los resultados obtenidos y las condiciones bajo las cuales, se llevó a cabo el presente experimento, se concluye lo siguiente:

Se determinó que al suplementar vitamina C, se mejora el comportamiento productivo de los cerdos, en términos de ganancia de peso, en comparación con el control; mostrando mayor ventaja, la suplementación de vitamina C, durante diez días.

Se estimó que la mejor tasa marginal de retorno, se obtuvo en el tratamiento de suplementación de vitamina C durante 10 días postdestete.

VIII. RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en las que se llevó a cabo este estudio, se recomienda:

El uso de ácido ascórbico mezclado en alimento, en la concentración de 200 ppm, durante diez días a partir del destete.

Evaluar el efecto de la vitamina C:

- a) En diferente número de días de consumo post-destete.**
- b) En concentraciones y condiciones climáticas diferentes.**

IX. RESUMEN

CALDERON, J.C. 1998. Uso de ácido ascórbico en el comportamiento productivo de cerdos recién destetados. Guatemala. Tesis Lic. Zoot. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 33 p.

PALABRAS CLAVES: Destete, estrés, comportamiento productivo, ácido ascórbico, cerdos destetados, vitamina C, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, administración oral, Guatemala.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el municipio de San Lucas, departamento de Sacatepequez, donde, se trabajó en una granja comercial de cerdos; durante 45 días, a partir del destete. El objetivo fué determinar si el ácido ascórbico (vitamina C), tuvo efecto sobre el estrés provocado por el destete en cerdos, manejados en forma intensiva y por ende sobre la ganancia de peso, conversión alimenticia y consumo de alimento.

Para el efecto, el ácido ascórbico en forma cristalina (se considera contiene una concentración de 100%) fué adicionado al alimento, en el momento del mezclado, en una dosis de 200 mg/kg; se utilizaron 50 cerdos de las razas: Landrace, Yorkshire y Landrace X Duroc, los que fueron destetados a los 28 días de edad.

Se evaluaron 3 tratamientos, distribuidos en frecuencias (días) de suplementación así: un tratamiento control, al que no se le adicionó ninguna cantidad de vitamina C; un tratamiento de un día de suplementación (dosis única) de vitamina C, en el cual los animales consumieron vitamina C, durante un día, al inicio del ensayo y el tratamiento de 10 días de suplementación, en el cual los animales consumieron vitamina C, continuamente durante 10 días a partir del primer día de consumo post destete.

Se concluye que, se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, con lo cual se mejoró la ganancia de peso de los cerdos destetados, al suplementar vitamina C durante 10 días; además, se obtuvo una diferencia en beneficios netos de Q 15.99 por cada quetzal extra invertido, respecto del tratamiento de un día de suplementación de vitamina C.

X. SUMMARY

CALDERON, J.C. 1998. Ascorbic acid use in the productive performance of new weaned pigs. Guatemala. Thesis Lic. Zoot. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 33 p.

KEY WORDS: Weaning, stress, productive performance, ascorbic acid, weaned pigs, vitamin C, weight gain, feed intake, feed/gain ratio, oral administration, Guatemala.

SUMMARY

This trial, was conducted in San Lucas, Sacatepequez, where in a commercial pig's farm, during forty five days, accounting the weaning as start point. The aim was to determine whether the ascorbic acid (vitamin C), has effect on the stress evoked for the weaning on the pigs, with management schemes of intensive form and consequently on the weight gain, feed/gain ratio and feed intake.

For such effect, ascorbic acid in its crystalline form was added to the feed, in a dose of 200 mg/kg; fifty purebred Landrace and Yorkshire and Landrace X Duroc crossbreed pigs were used. They were weaned at twenty eight days of age.

It was made an assessment of three treatments, distributed in frecuencies (days) of supplementation as follows: a control treatment, without ascorbic acid, a treatment of one day of supplemental (single dose) vitamin C, in which the animals consumed vitamin C, during one day, at the begining of the essay, and a treatment of ten supplementation days, in which the animals consumed ascorbic acid, during ten days from begining the first day of feeding, post weaning.

Concluding, some statistically significant differences, were found between the assessed treatments. Improvement in weight gain the group supplemented with ascorbic acid for ten days after weaning was observed. Moreover, a difference in net benefits of Q 15.99 for each extra quetzal invested, with respect to the treatment of one day of supplementation.

XI. BIBLIOGRAFIA

1. **ASCORBIC ACID.** 1987. In Vitamin tolerance of animals. Ed. por National Academy Press. U.S.A., NRC. P. 36-42.
2. **BONDI, A.** 1988. Nutrición animal. Trad. por Rafael Sartz. España, Ed. Acribia. p. 278-279.
3. **CIMMYT.** 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Méxco, Cimmyt. 79 p.
4. **CLEVELAND, E.R; BONDARI, K.; NEWTON, G.L.** 1987. Effect of ascorbic acid supplementation on performance and foot-leg. (Holanda). no.17:277- 283.
5. **COMPENDIO DE vitaminas;** propiedades de las vitaminas y su importancia en la alimentación humana y animal. 1970. suiza, Roche. p. 81-86.
6. **CRUZ, J.R. DE LA.** 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
7. **DVORAK, M.** 1984. Ascorbic acid, stress resistance and reproduction in swine. In proceedings of workshop on ascorbic acid in domestic animals. Ed. por Inger Wegger. Dinamarca, Roche. p. 80-101.
8. **HORNIG, D.; GLATHAAR, B.; MOSER, U.** 1984. General aspects of ascorbic acid Function and metabolism. In of proceedings workshop on ascorbic acid in domestic animals. Ed. por Inger Wegger, F.J. Tagwerker, John Moustgaard. Copenhagen, Dinamarca, Roche. p. 3-24.
9. **ITAK, EL.** 1982. Efficient use of folic acid, vitamins C and U in feed mixtures for early weaned pigs. Byulleten'Nauchnykh Rabot, Vsesoyuznyi Nauchno Issledovatel'ski Institut Zhivotnovodstva. (Rusia). no.88:53-57.
10. **JOHNSTON, L.J.** 1990. Effects of supplemental vitamin C and pen density on nursery pig performance. Feedstuffs. (U.S.A.). 62(36):13-14.
11. **KOLB, E.** 1990. The use of Ascorbic acid in animal nutrition and veterinary medicine. In Proceedings of the 2nd symposium: Ascorbic acid in domestic animals. Ed. por C. Wenk; R. Fenster; L. Volker. Kartause Ittingen, Suiza, Roche. p. 160-175.
12. **LAS VITAMINAS EN LA NUTRICION ANIMAL.** 1993. Trad. por Dr. Elvira Supka. Ed. por Arbeitsgemeinschaft Fur Wirkstoffe en der Tierernahrung. 3 ed. Alemania, AWT. p. 34-35.
13. ———; **SAIF, L.J.** 1983. Efficacy of vitamin C supplementation for weanling swine. (U.S.A.). 56(3):631-619.
14. **MAHAN, D.C.; LEPINE, A.J.; DABROWSKI, K.** 1994. Efficacy of magnesium-L-ascorbyl-phosphate as a vitamin C source for weanling and growing-finishing swine. Journal of animal science. (U.S.A.). no. 72(9):2354-2361.



15. **MURRAY, R.** 1968. *Bioquímica Harper*. 11 ed. México. El Manual Moderno. p. 575.
16. **NUTRICION DEL ciclo productivo del cerdo.** 1982. Ed. por R. Ewan, P. Holden, V.C. Speer, E.J. Stavener y D. R. Zimmerman. U.S.A., Universidad del Estado de Iowa. 21 p.
17. **PARK, T.; HARRISON, B.** 1990. Growth performance of nursery-pigs provided tap and carbonated drinking water sources supplemented with monopotassium ascorbate. *In* Proceedings of the 2nd symposium: Ascorbic acid in domestic animals. Ed. por C. Wenk, R. Fenster, L. Volker. Kartause Ittingen, Suiza, Roche. p. 160-175.
18. **PONTAZA, Y.** 1993. Efecto de diferentes frecuencias de suplementación con ácido ascórbico sobre el rendimiento de gallinas ponedoras de huevo comercial. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 25 p.
19. **POPEKHINA, P.S. LEVINA, L.N.** 1979. Effectivnost' raznykh preparatov i urovnya vitaminov E i C v ratsinal'nykh proeyat. *Sbornik Trudov, Naucno Issledovatel'skii Inst. Sel'skogo Khozyaistva Tsentral'nykh Razonov Nechernozemnoi Zony.* (Russia). no.46:70-74.
20. **SCHULZE, J.; BROZ, J.; LUDWIG, B.** 1990. Efficacy of ascorbate-2-monophosphate as a source of ascorbic acid for growing pigs. *In* Ascorbic acid in domestic animals. Ed por C. Wenk, R. Fenster, L. Volker, Kartause Ittingen, Suiza, Roche. p. 244-248.
22. **SOBRE EL TEMA DE LOS ADITIVOS PARA ALIMENTACION ANIMAL: INFORMACIONES TECNICAS.** 1994/1996. España, BASF. p. 43-51.
23. **TAXTHON, J.R.; PARDUE, S.L.** 1984. Ascorbic acid an physiological stress. *In* Proceedings of workshop on ascorbic acid in domestic animals. Ed. por F.J. Tagwerker, Johs Moustgaard. Copenhagen, Dinamarca, Roche. p. 25-31.
24. **VITAMIN C (Ascorbic acid).** s.f. *In* Vitamin nutrition for swine. Suiza, Roche. p. 112-132.
25. **VITAMINS.** 1968. Nutrient requirements of Swine. Ed. por National Academy Press. U.S.A., NRC. P. 43.
26. **VÖLKER, L.; FENSTER, R.** 1991. Ascorbic acid an Iron metabolism in pigs. In proceedings of workshop on ascorbic acid in domestic animals. Ed. por Inger Wegger, F.J. Tagwerker, Johs Moustgaard. Copenhagen, Dinamarca, Roche. p. 68-78.
27. **——; WEISER, H.; SCHULZE, J.; STREIFF, K.** 1984. Ascorbic acid and iron metabolism in pigs. *In* Proceedings of workshop on ascorbic acid in domestic animals. Ed. por Inger Wegger, F.J. Tagwerker, Johs Moustgaard. Copenhagen, Dinamarca, Roche. p. 91-108.
28. **WEGGER, I.; PALLUDAN, B.** 1984. Ascorbic acid status of swines. Genetic and development variations. *In* Proceedings of workshop on ascorbic acid in domestic animals. Ed. por Inger Wegger, F.J. Tagwerker, Johs Moustgaard. Copenhagen, Dinamarca, Roche. p. 68-78.



29. YEN, J.T. 1984. Ascorbic acid interactin with iron, copper, selenium and vitamin E. In Proceedings of workshop on ascorbic acid in domestic animals. Ed. por Inger Wegger, F.J. Tagwerker, Johs Moustgaard. Copenhagen, Dinamarca, Roche. p. 42-49.
30. ———. 1984. Vitamin C supplementation of swine diets. Feed Management. (U.S.A). 2(35):26-28.
31. ———. 1987. Effect of dietary supplementation with vitamin C or carbadox on weanling pigs subjeti to crowdingstress. Journal of Animal Science. (U.S.A). 4(8):1672-1681.
32. ———. 1988. Response of weanling pigs to dietary supplementation of vitamin C and/or rutin. Nutrition Reports International. (U.S.A.). 38(6):1103-1107.
33. ———. 1990. Update on ascorbic acid nutrition of pigs. In Proceedings of 2nd symposium: Ascorbic acid in domestic animals. Ed. por C. Wenk, R. Fenster, L. Volker. Karlsruhe ittingen, Sulza, Roche. p. 148-159.
34. ZINTZEN. 1975. A guide to the nutritional management of breeding sows and piglets. Sulza, Roche. p. 63-64.



ANEXOS

Cuadro 1A

Análisis de covarianza para la variable ganancia de peso, de cerdos destetados, periodo de 45 días.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr
TRATAMIENTOS	4	314.26	78.56	6.76	0.0001
ERROR	77	895.26	11.62		
TOTAL	82	1223.91			
C.V. %	12.21				

Cuadro 2A

Análisis de correlación para las variables consumo, peso final y ganancia de peso.

VARIABLE	VARIABLE	COEF. CORR.	SIGNIFICANC
		r	
	peso final	0.36	0.54
Consumo			
	ganancia	0.36	0.54

Cuadro 3A

Análisis* proximal del alimento a. (preiniciador 50%, maíz 50%)

	%
Agua	12.12
Cenizas	6.45
Extracto etéreo	12.36
Proteína cruda	15.61
Fibra cruda	7.72

Cuadro 4A

Análisis proximal del alimento b. (iniciador)

	%
Agua	11.66
Cenizas	5.78
Extracto etéreo	9.31
Proteína cruda	17.45
Fibra cruda	1.32

* Análisis realizados en el laboratorio de Bromatología FMVZ

Figura 1. Gráfica del análisis de dominancia de los tratamientos evaluados con ácido ascórbico.

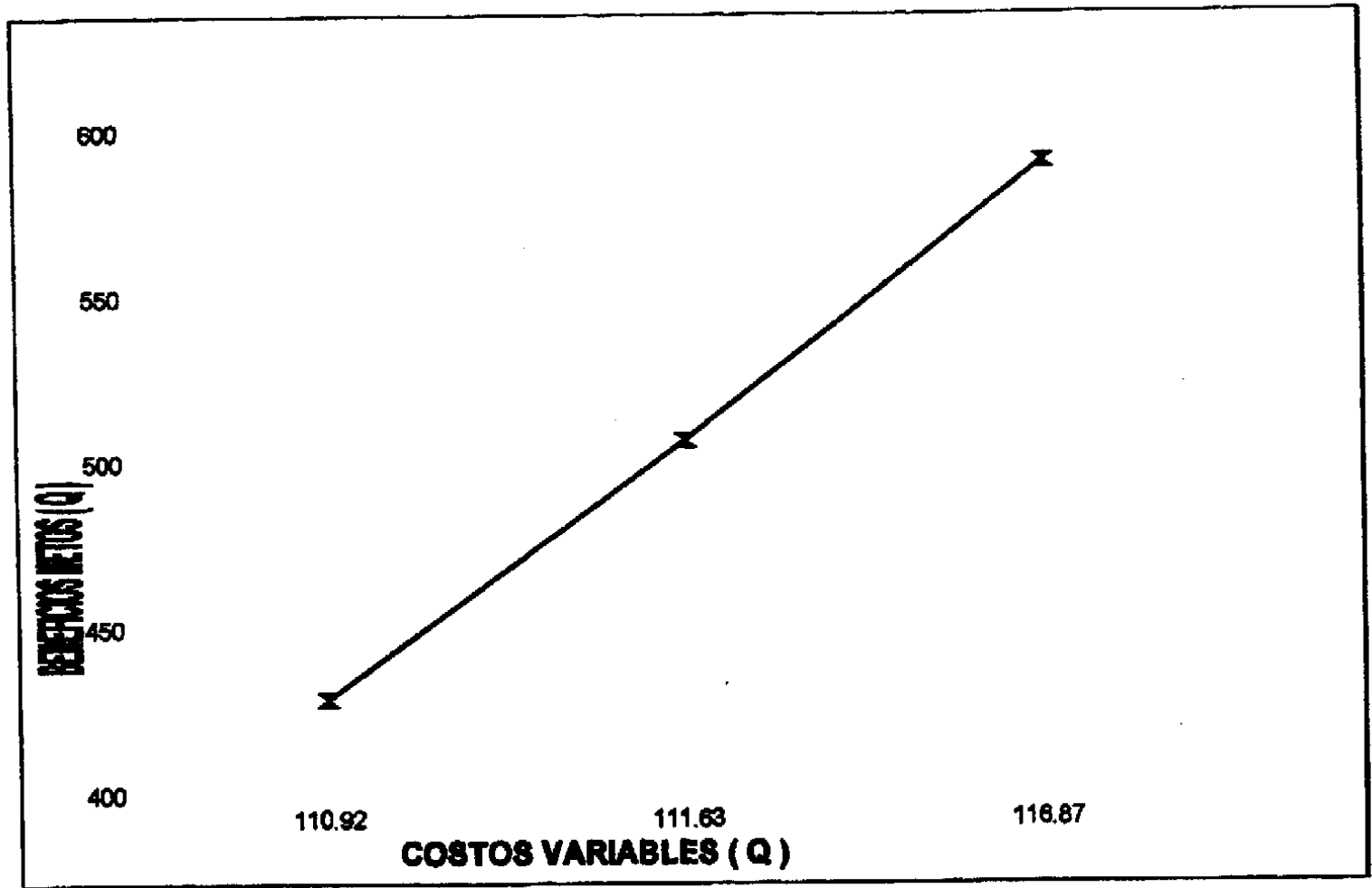
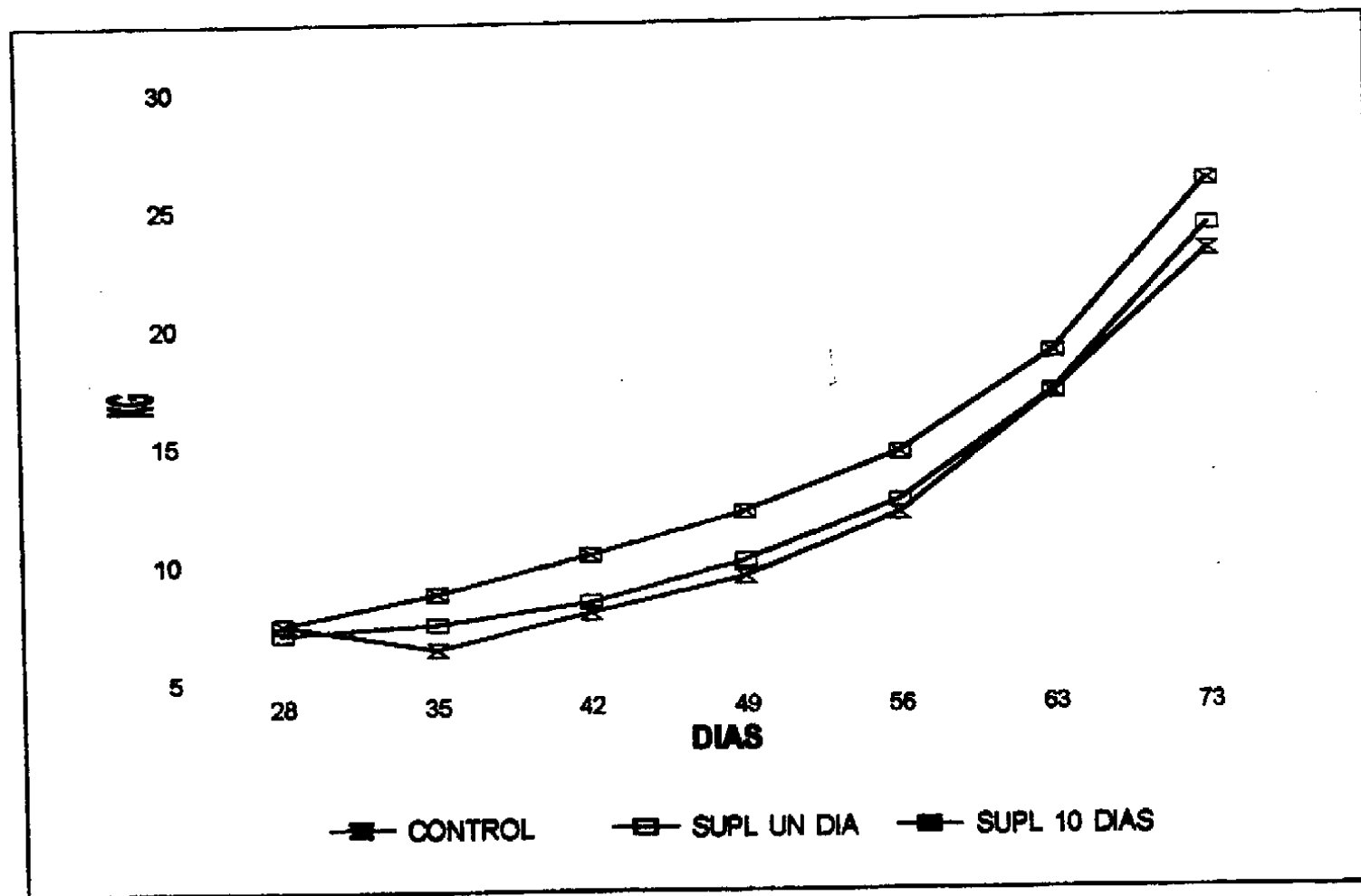


Figura 2. Curvas de crecimiento de los tratamientos evaluados.




Br. Juan Carlos Calderón Olivares


Lic. Zoot. Luis H. Corado
ASESOR PRINCIPAL


Lic. Zoot. Luis F. Franco
ASESOR


MV. Jacobo Pérez C.
ASESOR


Lic. Zoot. Manuel M. Lemus
ASESOR

IMPRESA: _____


Lic. Zoot. Rodolfo Chang
DECANO