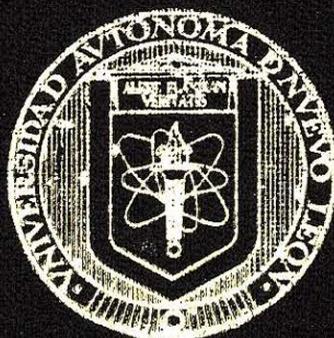


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



"EFECTO DEL BICARBONATO DE SODIO ( $\text{NaHCO}_3$ ) EN  
CERDOS DE ENGORDA DE 12 A 45 Kg. EN INVIERNO"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

RAUL GLORIA LOPEZ

MARIN, N. L.

JULIO DE 1990

040.636

FA  
1990  
C-5

T  
SF396  
.M6  
35  
C.1



1080061268

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



"EFECTO DEL BICARBONATO DE SODIO ( $\text{NaHCO}_3$ ) EN  
CERDOS DE ENGORDA DE 12 A 45 Kg. EN INVIERNO"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

RAUL GLORIA LOPEZ

MARIN, N. L.

JULIO DE 1990

10330  
*mm*

T  
F 6  
MG  
G5

040.636

FAT

1990

C.5



Biblioteca Central  
Magna Solidaridad

A. tesis



BURQUI RARON FERRAS  
UANL.  
FONDO  
TESIS LICENCIATURA

"EFECTO DEL BICARBONATO DE SODIO ( $\text{NaHCO}_3$ ) EN  
CERDOS DE ENGORDA DE 12 A 45 Kg. EN INVIERNO.

T E S I S

Que Presenta Raúl Gloria López, como  
Requisito Parcial Para Obtener El Título De:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

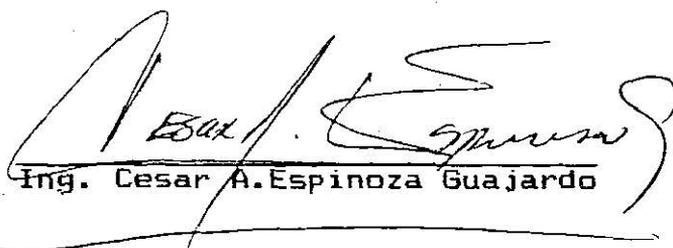
Revisado Por:



---

Ing. José Luis Martínez Montemayor

Asesor Principal



---

Ing. Cesar A. Espinoza Guajardo

*A DIOS*

Por darme la paciencia y fortaleza  
para no desfallecer ante cualquier  
obstáculo y lograr así una de las  
más grandes metas de mi vida.

Gracias Señor por no dejarme sólo  
en ningún momento de mi vida. Yo  
siempre supe que estabas y estás  
conmigo.

A mis padres

RAUL ROQUE GLORIA MONTEMAYOR

ESTHELA LOPEZ DE GLORIA

Por todo ese gran amor y sacrificio  
brindados, lo cual fué un estímulo  
durante toda mi formación escolar.  
Gracias por todos esos consejos  
siempre acertados sin los cuales  
hubiera sido más difícil vislumbrar  
esta meta.

Dios los Bendiga

A mis Hermanos

ESTHELA

MARIA ELENA

JULIAN

ROSA IDALIA

y MYRNA ANGELICA

Con todo cariño por su gran  
apoyo en todos los momentos.

A mis Cuñados

Victor, Maria Luisa, y

Daniel, Mil Gracias.

A mis Sobrinos

Karla Fabiola, Carlos Alberto, Annie  
Elizabeth, Juan Eduardo, Esthela de Jesus,  
Daniel y Myrna Angelica.

Con mucho cariño.

A mis Abuelos

Julián Gloria Rodriguez (+)

Trinidad Montemayor de Gloria

Adolfo López Garcia (+)

Aurelia Montelongo de López (+)

Con Gran Cariño.

A todos mis familiares que de una u otra  
forma me brindaron su apoyo. Mil Gracias.

## A mi Amiga

Claudia Guajardo del Bosque

Le doy gracias a Dios por ponerte en  
mi camino, ya que contigo aprendí lo  
que es una amistad en todos los  
sentidos y a valorar más la vida.  
Gracias por todo ese cariño, consejos  
y comprensión. Pase lo que pase siempre  
estaremos juntos.  
Dios te Bendiga.

## A mis Amigos

Renan Rubén, Sergio Alberto, Ricardo, Catarino Cesar,  
Jorge Alberto, Alberto, Sergio, Pablo, José Arturo  
Horacio, Eliúd, Rolando, Gilberto, Juan Carlos,  
Omar, Rosendo y Juan José.

## A mis Amigas

Maria de Jesús, Rocio, Verónica, Lilia,  
Maria Guadalupe, Aurora Ivette, Alida,  
Claudia Elizabeth, Rossy y Gabriela.

## A Los Maestros

Ing.M.C. Hector Abel Durá Pompa  
Biol. Jaime Francisco Treviño Neavez  
Por su amistad, apoyo y consejos.  
A todos mis amigos y compañeros  
Mil Gracias.

## AGRADECIMIENTOS

Al Ing. José Luis Martínez Montemayor por su apoyo, consejos y colaboración en el presente trabajo.

Al Ing. Cesar A. Espinoza Guajardo por su asesoría y apoyo en la elaboración del trabajo.

Al Ph.D Emilio Olivares Saenz por su ayuda en el presente trabajo.

Al Ing. Javier Francisco Martínez Montemayor por sus consejos y apoyo en la elaboración del presente trabajo.

Al Ing. Alejandro Huesca Mariño de Industria de Alkali S.A. de C.V. por su ayuda en este trabajo.

A los Ingenieros

José Antonio Quintanilla Escandon

M.C. Homero Morales Treviño

Por su colaboración y consejos para este trabajo.

# INDICE

	PAG.
I INTRODUCCION.....	1
II REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 ASPECTOS GENERALES DE NUTRICION EN CERDOS.....	3
2.1.1 DEFINICION DE NUTRICION.....	4
2.1.2 ELEMENTOS IMPORTANTES QUE INTERVIENEN EN NUTRICION.....	4
2.1.3 ETAPAS DE LA ENGORDA DEL CERDO.....	16
2.2 ADITIVOS.....	19
2.2.1 DEFINICION.....	19
2.2.2 IMPORTANCIA.....	19
2.2.3 BICARBONATO DE SODIO.....	22
2.3 TRABAJOS SIMILARES.....	23
III MATERIALES Y METODOS.....	31
3.1 MATERIALES.....	31
3.2 METODOS.....	32
IV RESULTADOS Y DISCUSSION.....	35
V RECOMENDACION.....	38
VI RESUMEN.....	39
VII BIBLIOGRAFIA.....	40

## I INTRODUCCION

En la actualidad, casi la mitad de la provisión de los alimentos para la humanidad es contribución de los mamíferos, aves y animales acuáticos; la lista de productos de origen animal es muy extensa; la investigación ha demostrado la primicia de estos alimentos como fuentes nutritivas que resultan tan esenciales para la buena salud y la correcta nutrición (Morgán, 1965).

Es de notar que en nuestro país, el consumo per-cápita de carne de cerdo es superado solamente por el de carne bovina.

El término medio de las personas comprende por lo menos en parte, cual es la función de servicio básica de los porcinos en su contribución a la alimentación. Sin embargo pocos reconocen que - a causa de sus funciones adicionales-, los porcinos son parte integrante de una actividad agropecuaria sólida, madura y permanente.

Gran parte de los alimentos con que se mantiene a los cerdos no son aptos para el consumo humano. Dentro de esta categoría se hallan las pasturas, determinados granos, subproductos como los que se obtienen en los molinos, frigoríficos y alimentos dañados y basuras. Todos ellos son convertidos en carne de cerdo.

Los porcinos utilizan mucho menos alimento fibroso que otras clases de animales de granja, pues el 95.6% de su ración procede de los concentrados.

La mayor producción de porcinos se halla en las zonas templadas y en las áreas en que la población es relativamente más densa. Existiendo motivos para suponer que estas condiciones mantendrán su predominio (Esminger, 1980).

El constante esfuerzo por producir alimentos humanos partiendo de fuentes animales, con mayor eficacia y menor costo para el consumidor, ha estimulado la continua investigación en busca de combinaciones más apropiadas de los nutrientes conocidos y de nuevos aditivos que aumentan la eficacia y el índice de crecimiento y el nivel de producción de los animales pecuarios. Tan extensos esfuerzos han llevado al presente uso de los antibióticos, hormonas y otros productos químicos, en el ámbito de la producción animal. En consecuencia, si bien tales sustancias no son nutrientes y no cabe considerarlos como nutrientes esenciales de la dieta, es importante comprender sus efectos en los animales, en cuanto a producción de carne, leche y huevos. Es por este motivo que los aditivos tales como Bicarbonato de Sodio son importantes en los procesos fisiológicos de la digestión y absorción alterando el ambiente dentro de el tracto gastrointestinal aumentando los parámetros de producción y un mayor rendimiento de los alimentos (Maynard, 1975). El objetivo del presente trabajo es determinar si el Bicarbonato de Sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) como aditivo provoca un mayor aumento de peso en el animal y además logra disminuir el período de engorda.

## II REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Aspectos Generales de Nutrición.

El cerdo supera a todos los demás animales domésticos por la eficacia con que transforma los alimentos en carne comestible. Además necesitan mucho menor cantidad de alimentos y de principios nutritivos digeribles totales por cada kilo de aumento de peso vivo que otros animales domésticos; también, rinde mayor porcentaje en canal, la proporción aprovechable de las canales es mayor, y su carne es más rica en energía que otras carnes, por su mayor riqueza en grasa y su contenido menor en agua.

Los cerdos poseen mayor capacidad de consumo de alimentos, en proporción a su peso vivo, que las terneras y los corderos. Por esta causa y por su mayor eficacia para utilizar los principios nutritivos, aumenta su peso en proporción al peso inicial, con mucho mayor rapidez que las terneras y los corderos. Desde el destete hasta la época de su envío al mercado, los cerdos bien alimentados pueden lograr un aumento medio de peso de 454grs diarios o más. Esto supone un aumento de peso vivo por 45.4kgs, más que el doble del que logran las terneras en engorda y tres veces mayor que el que es usual en los corderos sometidos a engorda (Morrison, 1965).

Para llevar a cabo un programa de explotación cada vez más intensiva, se deben suministrar raciones de alta calidad y equilibradas debidamente. Esto significa que para una explotación eficiente y rentable hay que cubrir exhaustivamente las necesidades nutritivas del cerdo (Cunha, 1977).

### 2.1.1. Definición.

Nutrición es la ciencia de la interacción entre un principio nutritivo y alguna parte de un organismo vivo. Empieza con el conocimiento de la fertilidad del suelo y la composición de las plantas, y comprende ingestión del alimento, liberación de energía, eliminación de desechos y todas las síntesis esenciales para mantenimiento, crecimiento, reproducción, producción de huevos, lactación, engorde, lana y pelo, y/o trabajo (Ensminger y Olentine, 1983).

### 2.1.2. Elementos importantes que intervienen en la nutrición.

Las necesidades alimentarias de los porcinos varían según el propósito con que se mantienen estos animales. Las raciones para la terminación de los cerdos deben ser muy distintas de las que se suministran a los reproductores, y la ración para las cerdas en gestación debe diferir de las anteriores. No obstante, existen ciertos requisitos nutritivos básicos para todas las clases de porcinos.

Estos requerimientos son:

- 1)-Una buena provisión suficiente de proteínas de buena calidad para el mantenimiento y la formación del tejido muscular.
- 2)-Cierta cantidad de alimento energético para su mantenimiento y terminación.
- 3)-Los minerales necesarios para la estructura corporal y los procesos fisiológicos normales del cuerpo.
- 4)-Las vitaminas esenciales para el crecimiento y bienestar del animal.
- 5)-Agua (Ensminger, 1975).

Los elementos importantes que intervienen en la nutrición son:

a) Proteínas

Los animales necesitan constantemente proteínas, ya sea para formar nuevos tejidos, como en el caso del crecimiento o la reproducción, o para reparar el desgaste tisular. Los cerdos necesitan por tanto un aporte regular de proteína; si en una ración es deficiente la proteína, los animales experimentan una reducción en el crecimiento o pierden peso. Finalmente, la proteína será tomada de ciertos tejidos para mantener durante el período más largo posible el funcionamiento de los tejidos de importancia vital. La proteína es necesaria para formar leche, carne, piel, pezuñas, pelo, hormonas, enzimas, células de la sangre etc. Por lo tanto, la proteína afecta casi a cada función del cuerpo (Cunha, 1977).

En el curso de la conversión de las proteínas de la dieta, en proteínas de la carne porcina, el animal concentra los elementos más útiles de las proteínas vegetales en forma fácilmente aceptada para el consumo humano. El cerdo se puede alimentar a partir de fuentes proteicas que los humanos consumen de peor gana que los cerdos. No obstante, la mayor parte de las proteínas que consumen los cerdos procede de los cereales, los cuales, aunque sólo contienen del 8 al 12% de proteína, constituyen la parte más importante de la dieta de los cerdos.

Como regla general, las proteínas de la carne y de los vegetales contienen alrededor del 16% de nitrógeno. La mayoría de los estudios sobre el uso de proteínas por los cerdos se han efectuado partiendo del uso del nitrógeno, de forma que muy a

menudo, proteína y nitrógeno se usan como sinónimos (Whittemore y Elsley, 1978).

En la alimentación de porcinos, con gran frecuencia la proteína es el factor limitante dentro de la ración, tanto desde el punto de vista de la cantidad como de la calidad. Esto es así por que los granos comunes de la granja y sus subproductos tienen bajo contenido protéico y sus proteínas carecen de los aminoácidos esenciales. Además, el aparato digestivo de los porcinos no se adapta a la síntesis de proteínas realizada por los microorganismos como sucede en el rumen de los herbívoros. Las proteínas que contiene la ración son de especial importancia para los lechones jóvenes en crecimiento y para las cerdas en gestación y lactancia, períodos críticos en la producción porcina (Ensminger, 1975).

Cuando los alimentos aportan los diversos aminoácidos esenciales en la cantidad y proporciones adecuadas se dice que tienen proteína de "buena calidad". A los que proporcionan cualquiera de los aminoácidos esenciales en cantidad insuficiente se dice que tienen proteína de "baja calidad".

Cuando cualquiera de los aminoácidos esenciales se encuentra en menos proporción de la debida, la utilización de los otros aminoácidos de la ración es limitada (Cunha, 1977).

Las proteínas se elaboran a partir de los aminoácidos que se unen entre sí formando cadenas. Cuando se ingieren las proteínas de los piensos, una enzima especial del sistema digestivo, llamada proteasa, las descompone en aminoácidos o enlaza grupos de aminoácidos. Estas pequeñas fracciones se absorben a través de las paredes del tracto digestivo al interior de la corriente

sanguínea, desde donde pasan al hígado y a las células de todo el organismo (Whittemore, 1978).

b)-Energéticos (Carbohidratos y Grasas).

La energía es el constituyente más importante del alimento, con un costo total mayor que cualquiera de los otros componentes de la ración. La mayor parte de la energía proporcionada a los animales con el alimento, se desperdicia, en tanto que no se encuentra en los productos vendibles que se separan de los cerdos considerado como una unidad orgánica. Parte de las pérdidas de energía son inevitables, pero otra parte está relacionado con las diferencias en el uso de la energía, que se pueden controlar.

En primer lugar, el organismo necesita energía como una potente fuente para el metabolismo. Los procesos metabólicos incluyen el mantenimiento de sistemas vitales, tales como la actividad cardíaca, la de los pulmones y los músculos, la renovación de las células agotadas y la readaptación de los tejidos corporales.

La energía también es necesaria para la síntesis, de los nuevos tejidos de crecimiento, la gestación y la lactación: proteína, grasa y lactosa. Además, la energía también está contenida en el seno de los productos almacenados y secretados. Y finalmente, se necesita para mantener la temperatura del cuerpo en los medios de clima frío.

Las principales fuentes de calor y energía en las raciones para porcinos son los hidratos de carbono y las grasas de los alimentos (Ensminger, 1975).

-Carbohidratos

El grupo de sustancias alimenticias denominadas carbohidratos o hidratos de carbono comprende los azúcares, celulosa, gomas y sustancias afines. aunque tales sustancias, con excepción de una pequeña cantidad de azúcar y glucógeno, no se hallan en el organismo animal, este contiene varios derivados de ellas en combinación con lípidos ó proteínas. Los carbohidratos forman la mayor parte de la alimentación de los animales y ello se debe al hecho de que constituyen tres cuartas partes del peso en materia seca del mundo vegetal, en el que se sustenta principalmente la vida animal.

Los carbohidratos se forman en las plantas por la fotosíntesis, el proceso químico más importante en la naturaleza.

#### -Grasas

Los productos vegetales y animales contienen un grupo de sustancias insolubles en el agua, solubles en éter, cloroformo y benceno, designado con el nombre genérico de lípidos. Este grupo comprende las grasas, ceras, esteroides, fosfátidos y otros compuestos. Desde el punto de vista de las cantidades presenten en el organismo animal y en su alimento, las grasas son con mucho, los miembros más importantes del grupo, pero otros lípidos juegan papeles muy significativos en la nutrición y en la fisiología.

Las grasas naturaleza constan de triglicéridos formados por distintos ácidos grasos en proporciones variables.

Hay una considerable variación entre las distintas fuentes del mismo tipo de grasa, pues la composición de la grasa, en una especie animal dada, se ve afectada por la ración y hay marcadas diferencias entre las fuentes vegetales.

La composición en ácidos grasos de una grasa determina sus

propiedades físicas y químicas (Maynard, 1975).

Se ha comprobado que el cerdo necesita grasa en la ración. Aunque aún no se ha determinado el porcentaje de grasa, ó de ácidos grasos necesarios en las raciones porcinas, los datos de que se disponen parecen indicar que es adecuado de un 1 a 1.5 % de grasa en la ración (Cunha, 1977).

Agregando hasta un 10% de grasas a las raciones para porcionos se eleva el índice de aumento, la eficiencia alimenticia y el espesor de grasa del dorso.

Para los lechones se recomienda una dieta de alto contenido energético. A fin de producir cerdos con tocino relativamente magro, debe de reducirse la ingestión de principios energéticos digestibles durante las últimas semanas de terminación, a partir de un peso de 45 a 56 Kg. (Ensminger, 1975).

Existen muchas ventajas que se derivan de la inclusión de las grasas animales en las raciones. Son las siguientes:

- A) Hacen el pienso menos polvoriento.
- B) Mejora la eficiencia de transformación alimenticia.
- C) Mejora el sabor y la apeticibilidad.
- D) Mejora el aspecto.
- E) Disminuye el desperdicio de pienso en los cebaderos.
- F) Disminuye el desgaste en la maquinaria de mezcladoras y envasadoras.
- G) Favorece el granulado.
- H) Disminuye la destrucción del caroteno.

### C) Minerales

Los minerales desempeñan funciones importantes en el organismo animal. Además de ser los constituyentes de huesos y

dientes, los elementos minerales proporcionan al cuerpo otros muchos servicios.

El funcionamiento adecuado de casi todos los procesos del organismo animal depende de uno ó más elementos minerales. Los minerales son tan esenciales para el crecimiento, reproducción y lactación como lo son las proteínas, las grasas, los hidratos de carbono y las vitaminas (Cunha, 1977).

De los veinte elementos que participan en la nutrición animal, 16 son considerados como elementos minerales de utilidad en la nutrición animal. De estos siete son macronutrientes (por ser requeridos en cantidades relativamente grandes): Calcio, fósforo, potasio, sodio, azufre, cloro y magnesio. Los restantes son micronutrientes (por ser requeridos en cantidades muy pequeñas ó trazas): Hierro, iodo, cobre, cobalto, flúor manganeso, zinc, molibdeno y selenio (Cullison, 1983).

Cerca de las tres cuartas partes de la masa de minerales presentes en el cuerpo de un cerdo están constituidas por calcio y fósforo. El cuarto restante está constituido, casi exclusivamente, por potasio y sodio. El organismo también contiene algo de magnesio y cantidades pequeñas aunque mensurables, de hierro, zinc y cobre.

El calcio y el fósforo constituyen a la armazón que, con la proteína y la grasa forman los huesos del esqueleto; El cual es necesario para sostener el peso del cuerpo y tiene una conexión bastante ajustada a la masa de los músculos a las que está prendido. La presencia de sodio y potasio es particularmente importante en los fluidos corporales, que, están estrechamente asociados con la fracción de carne magra del cuerpo. La mayor

parte de los otros elementos tales como magnesio, hierro, cobalto, iodo, cobre, manganeso, selenio, flúor, cloro, molibdeno y zinc, solo son necesarios en cantidades pequeñas o diminutas para mantener las funciones orgánicas y ayudar a llevar adelante los procesos metabólicos.

Los requerimientos de minerales en las dietas de los cerdos se cubren ampliamente con las cantidades que se encuentran en forma natural en los piensos que constituyen su dieta normal.

Los cerdos se abastecen de sus necesidades de minerales bien mediante los niveles normales presentes, casi siempre, en los ingredientes de la ración ó por la adición de una mezcla "Comprensiva" de elementos vestigiales, ó mediante adiciones especiales de piensos ricos en estos elementos cuando se piensa que son deficientes en la dieta normal. (Whittemore, 1977).

#### D) Vitaminas

Las vitaminas son sustancias orgánicas requeridas por el organismo animal en pequeñísimas cantidades para la regulación de varios procesos orgánicos, destinados a mantener la salud normal, crecimiento, producción y reproducción. Se les clasifica como micronutrientes. Todos ellos poseen en su molécula: carbono, hidrógeno, oxígeno; además varias contienen nitrógeno. Algunos también poseen uno ó varios elementos minerales. (Cullison, 1983).

Las vitaminas son frecuentemente definidas como compuestos orgánicos, los cuales son requeridos en pequeñas cantidades para el mantenimiento y crecimiento normal de la vida animal. Pero esta definición ignora la parte importante que estas sustancias químicas juegan en las plantas, y su importancia general en el metabolismo de todos los organismos vivos (McDonald, 1985).

No existe similitud entre las vitaminas como en el caso de las proteínas, los hidratos de carbono y las grasas. Todas poseen estructuras diferentes y también desempeñan funciones diferentes. Por ello es muy importante que las raciones porcinas contengan vitaminas en cantidades adecuadas.

Los cerdos sintetizan algunas de las vitaminas en cantidades suficientemente grandes como para cubrir sus necesidades diarias. Sin embargo la mayor parte de ellas deben ser aportadas por la dieta, puesto que el cerdo o no las sintetiza ó las hace en cantidades insuficientes para cubrir sus necesidades. (Cunha, 1977).

Los cerdos depende más de su dieta que los rumiantes para la obtención de las vitaminas que requieren; Al igual que los rumiantes, el cerdo es capaz de sintetizar en su organismo la vitamina C, la cantidad suficiente como para satisfacer sus necesidades, y así mismo puede, al igual que otras especies animales sintetizar su propia vitamina D, siempre y cuando esté lo suficientemente expuesto a los rayos solares.

La síntesis de cantidades variables de otras vitaminas puede llevarse a cabo en su intestino grueso através de la actividad microbiana, pero la intensidad de está síntesis es bastante limitada y por lo tanto no se considera como una fuente adecuada de cualquiera de las vitaminas. (Cullison, 1983).

La formulación de dietas que contengan niveles adecuados de vitaminas ha sufrido una revolución como consecuencia de la preparación industrial de vitaminas, que permite su estabilidad con la consiguiente prevención de su deterioro durante el almacenamiento y que además raramente reacciona con otros

componentes de la dieta. Las vitaminas sintéticas han establecido un embidiable récord respecto a la pureza del producto, de suplemento vitamínicos se determina fácilmente. Por otra parte, los niveles de vitaminas en los piensos naturales son variables y sin análisis complicados y costosos se establecen difícilmente. Consecuentemente, se tiene gran confianza en la selección de los preparados de vitaminas que abastecen todas las necesidades vitamínicas de los cerdos. Esta práctica puede conducir a niveles excesivos dado la poca confianza que se tiene en el contenido de vitaminas naturales de los piensos; Pero solo en el caso de la vitamina D, es probable que un suministro excesivo lleve de la mano a la presencia de problemas.

Las vitaminas se añaden a la ración de los cerdos en forma de un compuesto premezclado. Las vitaminas proporcionadas por la premezcla cubren las necesidades diarias del cerdo de acuerdo con la tasa recomendada. Los suplementos de vitaminas y minerales traza se encuentran en el mercado en distintas presentaciones y normalmente se añaden a la ración en una proporción de 2-5 Kg/por tonelada. (Whittemore, 1978).

Se ha visto que el cerdo joven de crecimiento-cebo necesita en la ración las siguientes vitaminas: A, D, tiamina, riboflavina, niacina, B<sub>6</sub>, ácido pantoténico, colina, ácido pteroilglutámico, B<sub>12</sub>, y B<sub>13</sub> (Cunha, 1977)..

E) Agua

El agua posee hidrógeno y oxígeno. Los animales domésticos consumen aproximadamente de 3 a 8 veces más agua que materia seca. El agua se encuentra presente en todas las materias primas y su contenido varía desde un 10% en los desecados hasta un 80% en los

forrajes frescos y verdes, además de servir como nutriente, participa en forma importante tanto en los alimentos como en la alimentación (Cullison, 1983).

La mayor parte de la gente considera el agua que bebe y el oxígeno que respira como algo sin valor y sin detenerse en consideraciones. sin embargo la vida no existiría durante mucho tiempo sin estos componentes esenciales. Un animal en inanición puede vivir todavía habiendo perdido casi toda la grasa, la mitad de su proteína corporal y alrededor del 40% de su peso. Pero si pierde un 10% del agua de su organismo se presentan trastornos y muere cuando las pérdidas llegan a ser del 20%.

El agua es uno de los nutrientes más importantes que requiere el cerdo y sin embargo, muy frecuentemente, no se les presta atención.

La falta de agua disminuye el apetito y rebaja la eficiencia de utilización de los alimentos, alterando todos los procesos del organismo (Cunha, 1978).

El agua se usa para una gran variedad de funciones: Como líquido transportador en el organismo; para desembarazar el organismo de los productos de desecho a través de la orina; mantener el equilibrio iónico de los minerales en solución; para las reacciones químicas en las que participa el agua; como un medio en el que pueden producirse reacciones químicas; facilitar el paso de los materiales alimenticios a lo largo del tracto digestivo; lubricar las articulaciones, etc; rellena las células del tejido blando y mantiene la forma del cuerpo; ayuda a la regulación mediante la transpiración y la pérdida de vapor de agua desde la superficie de los pulmones; y participa en la

elaboración de productos animales tales como la carne magra, la leche y los fetos.

El equilibrio del agua se obtiene mediante la acción de los riñones, el cual excreta agua en proporción directa al agua ingerida y la que se usa en el organismo. La cantidad de agua excretada diariamente por la orina puede variar mucho y los riñones aceptan fácilmente un amplio margen de la tasa de paso del agua, aunque normalmente el animal trata de ajustar su ingestión de agua para producir la apropiada concentración de la orina.

Existe una necesidad mínima de agua sin la cual podría afectarse adversamente el bienestar del cerdo. Este problema está relacionado con la tasa de la pérdida de vapor de agua desde los pulmones, la cantidad de leche secretada, la necesidad de líquido para limpiar la sangre de toxinas, el nivel de proteína que está siendo desaminada, y el contenido de agua de las heces

La frecuencia con que bebe el cerdo depende de la sequedad del alimento (lo cual se refiere a la necesidad de agua en la boca y en el tracto digestivo), y la frecuencia y la abundancia con que el animal pierde agua. Los cerdos mantenidos en un medio caluroso deben de cubrir frecuentemente las pérdidas de agua para evitar la deshidratación, lo mismo los cerdos que sufren diarrea. Los animales más jóvenes tienden a orinar con mayor frecuencia (Whittemore, 1983).

Los lechones recién destetados y las cerdas que amamantan tienen mayor necesidad de agua que otros porcinos. Además, cuanto más alta es la temperatura mayor será el consumo. Los cerdos ingieren normalmente entre 2 y 2.5 litros de agua por kilogramo de

alimento seco, pero puede elevarse hasta 4 ó 4.5 cuando la temperatura ambiente es alta.

Las necesidades hídricas diarias del cerdo oscilan entre 2 y 6 litros por cada 45kgs de peso vivo. A medida que los cerdos crecen necesitan proporcionalmente menos cantidad de agua, debido a que consumen menos alimento por unidad de peso y a que disminuye el contenido hídrico de su organismo. En condiciones normales los cerdos ingieren una cantidad bastante constante de agua por cada kilogramo de pienso que consumen (Cunha, 1978).

Es preferible que los porcinos tengan acceso a bebederos automáticos, en los que se halla agua disponible en todo momento. De lo contrario, se les ha de suministrar a mano dos veces diarias por lo menos. Durante el invierno, el agua de bebida no debe tener una temperatura inferior a 10 grados centigrados.

Si los animales se autoalimentan con comidas secas, deben tener acceso en todo momento a agua limpia y fresca, pues de lo contrario el consumo de alimentos será demasiado bajo como para lograr un rendimiento satisfactorio (Ensminger, 1975).

### 2.1.3. Etapas de la engorda de cerdos.

La engorda de cerdos propiamente dicha esta dividida en dos períodos claves, los cuales se marcan al alcanzar cierto peso estos períodos son :

- A) Crecimiento
- B) Terminado

En la práctica empresarial porcina, por crecimiento y terminado se entiende el período entre el destete y un peso de mercado de alrededor de 90 a 100 Kg.

Los cerdos en crecimiento consumen de 5 a 6 Kg. diarios por 100 Kg. de peso vivo hasta que pesa 45 Kg, y en la etapa determinada hasta alcanzar el peso final de 90 a 100 Kg. consumen unos 4 Kg. diarios por cada 100 Kg. de peso vivo (Ensminger 1983).

#### A) Período de crecimiento:

Esta época del clico vital a sido considerada arbitrariamente como el período comprendido entre el destete hasta que el cerdo alcanza unos 45 Kg. de peso corporal. Este período representa una fase con unas necesidades más críticas que en el período de acabado. Los cambios de las necesidades nutritivas, según va creciendo el cerdo guardan relación con los cambios de la tasa de crecimiento y de la composición corporal. La concentración corporal de grasa aumenta rápidamente a expensas del agua cuando crece el cerdo, aunque el porcentaje de proteína se mantiene bastante estable, la proporción calorías: Proteína del organismo aumenta de manera persistente hasta alcanzar el peso del mercado.

El consumo de una dieta pobre en proteína sobre las necesidades dietéticas, por el contrario, no da lugar a una canal más magra que el obtenida cuando el cerdo consume la proteína que necesita.

La adición de algunos aminoácidos cristalizados (lisina y metionina) en cantidades apropiadas y conbinados con dietas pobre en proteínas, es factible económicamente en la actualidad, por lo que cuando se cubren así las necesidades de aminoácidos esenciales, se reduce la cantidad total de nitrógeno para un rendimiento normal.

Además de los factores estrictamente nutritivos que influyen

sobre el rendimiento de los cerdos en crecimiento, es importante la forma física de la dieta. Por ejemplo el granulado de algunos tipos de dieta influye sobre el rendimiento.

La mejora del rendimiento puede deberse a una mejor utilización de los nutrientes a un menor desperdicio del alimento ó bien a ambos hechos. Otros factores, incluyendo la finura de la molturación (tamaño de las partículas) y polvorencia determina variaciones en el rendimiento.

#### B) Período de terminado:

Los mismos principios y problemas que existen para cubrir las necesidades nutritivas durante el período de crecimiento se aplican durante el de finalización. No obstante, las necesidades cuantitativas de nutrientes, con excepción de la energía, son menores (en términos de porcentaje de la dieta) durante un período de terminado. La necesidad diaria total de energía es considerablemente superior durante el terminado. No solo es debido a un mayor tamaño corporal, sino porque también se necesita más alimento por unidad de ganancia de peso corporal. Esta correspondencia entre una menor eficiencia y un mayor peso esta relacionada con un incremento en la deposición de grasa y la mayor necesidad de energía asociada con ella.

Como la energía es cuantitativamente el nutriente más importante durante el período de terminado debe tenerse presente la aceptabilidad de las fuentes de energía disponibles. También existen diferencias en los aminoácidos, que pueden influir cuando se elimina ó se limita el suplemento de proteína (Pond, 1976).

## 2.2. Aditivos

### 2.2.1. Definición

Los aditivos son ingredientes o sustancias que se añaden a una mezcla de alimentos básica, por lo general en pequeñas cantidades para el efecto de fortificarla con ciertos principios nutritivos, estimulantes y/o medicamentos (Ensminger, 1983).

### 2.2.2. Importancia

El constante esfuerzo por producir alimentos humanos partiendo de fuentes animales, con mayor eficacia y menor costo para el consumidor, ha estimulado la continua investigación en busca de combinaciones más apropiadas de los nutrientes conocidos y de nuevos aditivos que aumentan la eficacia y el índice de crecimiento y el nivel de producción de los animales pecuarios. Tan extensos esfuerzos han llevado al presente uso de los antibióticos, hormonas y otros productos químicos, en el ámbito de la producción animal. En consecuencia, si bien tales sustancias no son nutrientes y no cabe considerarlos como elementos esenciales de la dieta, es importante comprender sus efectos en los animales, en cuanto a producción de leche, carne y huevos (Maynard, 1975).

Los aditivos de los alimentos y los implantes se pueden clasificar de acuerdo con su mecanismo de acción, de la siguiente manera:

- 1.- Los que promueven el consumo de alimentos o la selección:  
-Antioxidantes.

Los antioxidantes son compuestos que previenen la ranciedad oxidativa de las grasas poliinsaturadas.

Todos los alimentos se deterioran, pero los ricos en

grasas son muy propensos a la autoxidación y a la consiguiente rancidez. Para limitar esta oxidación, se suelen agregar como rutina a muchos alimentos para el ganado productos antioxidantes.

-Agentes Saborantes.

Son aditivos de los que se emplean para mejorar el sabor y aumentar el consumo de alimento. Por lo tanto, si un animal prefiere los alimentos dulces, en algunos casos come más si se agrega un endulcorante al alimento.

-Fijadores de Comprimidos y Aditivos que alteran la Textura del Alimento.

Son productos que mejoran la firmeza de los pellets. La melaza y la grasa se agregan a veces a los alimentos para mejorar el comprimido y también como medios para proporcionar una fuente concentrada de energía. Se encuentran en este grupo bentonita sodica (arcilla), subproductos de la industria de la madera (hemicelulosas y ligninas)

2.- Aditivos que Mejoran el Color o Calidad del Producto Comercializado

En el caso de los consumidores que prefieren el pollo de piel más amarilla por ser supuestamente el de más calidad a los cuales se les da una pigmentación amarilla. Una situación similar existe en cuanto a los huevos que se consideran muy deseables los de yema de intenso color amarillo. Para mejorar la textura y calidad de la cascara de huevo se dice de la oxitetraciclina. Como se encuentran también el ácido arsanílico, el arsanilato de sodio y el 3 nitro

para la pigmentación ; y la clorotetraciclina para el pelaje en visones.

### 3.- Aditivos para Facilitar la Digestión y Absorción.

Los procesos fisiológicos de la digestión y absorción son de una complejidad extraordinaria. Muchas veces, alterando el ambiente dentro del tracto gastrointestinal sea con medios mecánicos o químicos, se aumentan los parametros de producción y se mejora el rendimiento de los alimentos.

-Para mejorar la digestión estan el grit (granito de ostra, cangrejo o conchilla) para las aves, y sustitutos de la fibra para rumiantes como lo son heno, cascarilla de algodón o marlo molido.

Se desarrollo una amplia variedad de aditivos que alteran la digestión química de los alimentos. A estos aditivos se les puede categorizar como:

1) Buffers y neutralizantes.- carbonatos, bicarbonatos ( $\text{NaHCO}_3$ ), hidróxidos, óxidos, sales de ácidos grasos volátiles, sales de fosfato, cloruro de amonio, sulfato de sodio, etc..

2) Quelatos.- como el EDTA.

3) Enzimas.

4) Probióticos.- cultivos de microbios específicos y/o ingredientes que estimulan el desarrollo de estos.

5) Drogas que Promueven la Producción.- antibióticos o arsenicales.

### 2.2.3. Bicarbonato de Sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ).

El Bicarbonato de Sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) es un polvo blanco cristalino moderadamente soluble en agua a la que comunica carácter alcalino. Por lo cual se le considera una solución buffer, que amortigua los cambios de acidez o el pH de una solución a la cual se le añade.

El uso del Bicarbonato de Sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) se remonta en los anales de la historia alrededor del mundo, pues con la existencia de chorros de agua sodificada, manantiales negros, pantanos de sal y otras fuentes similares de sosa natural, se inició su uso a través del tiempo. Es un componente natural del sistema nivelador del pH de los océanos y de hecho, los animales terrestres que habitan en nuestro planeta tienen la misma proporción de Bicarbonato de Sodio y otros minerales en sus sistemas sanguíneos que la que tienen los océanos.

El uso del Bicarbonato de Sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) en animales data de 1880 tanto en la producción lechera como en la engorda de bovinos, encontrando que desde 1920 en estas publicaciones, se usó en borregos, gallinas ponedoras, pollo de engorda, pavos, cerdos, caballos e inclusive mulas (Ind. Alkali, 1987)

El Bicarbonato de Sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) dada su composición química es un aportador de electrolitos, tanto de carbonatos ( $\text{HCO}_3$ ) como de Sodio (Na).

el agua corporal tiene sustancias disueltas llamadas electrolitos. Pueden dividirse en dos grupos:

- 1.- Los extra-celulares (Na, Cl,  $\text{HCO}_3$ ).
- 2.- Los intra-celulares (K y P).

Los electrolitos regulan la actividad enzimática, la

osmolaridad de algunos fluidos orgánicos y ayudan a controlar el pH corporal (North, 1982).

### 2.3. Trabajos Similares.

Chikov (1970), citado por Trenkle (1979), realizó un estudio usando Bicarbonato de Sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) en dietas de cerdos en la Union Sovietica en crecimiento entre 30 y 60kgs de peso corporal. Un nivel de 35grs por cada 100 kgs de peso corporal (aproximadamente el 0.90% de la dieta) dado en una dieta tipo-practica Rusa (cebada, maíz, chicharo, girasol, etc.) dio una marcada respuesta de crecimiento de 12.2%. La utilización del alimento también fue mejorada. La composición de la carcasa no fue alterada. El papel (escrito en Rusia) menciona a un M.F.Gulley quien aparentemente alimento con un nivel similar de Bicarbonato de Sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) a cerdos de una gran edad y peso y observó un mayor y constante incremento en ganancia de peso.

Mahan (1978), citado por Trenkle (1979), en los Estados Unidos alimento con Bicarbonato de Sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) al 3% de la dieta a cerdos recién destetados. Este nivel de Bicarbonato de Sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) se encontró que bajo el crecimiento.

Alcantara et al (1980) hicieron una investigación de los requerimientos de sodio, balance y composición de tejidos de cerdos en crecimiento usando modelos de los requerimientos, balance, excreción y composición de algunos tejidos del cerdo fueron estudiados en dos pruebas de alimentación y una prueba de balance seguida por un periodo adicional de alimentación con un analisis terminal de la composición del tejido. El crecimiento de

cerdos alimentados con una dieta de harina de maíz y soya sin adhirir sal fue severamente restringida. Los resultados confirman que un requerimiento de sodio de 0.09% de la dieta es adecuado y que la suplementación con el 0.20% de NaCl es adecuada para cualquier dieta natural para cerdos. Las dietas conteniendo 0.065% de sodio causó cerca de un 25% de reducción en crecimiento cuando se alimento a cerdos de 27 kgs. La retención alimenticia fue de un 96% para cerdos alimentados con 0.032% o 0.067% de sodio. La retención fue menor por unidad ganada (La ganancia fue mayor por unidad de sodio retenida) para cerdos alimentados con 0.032% de sodio que para cerdos alimentados con 0.067% o más de sodio. Estos alimentos con 0.032% de sodio tuvo un mayor PCV despues de una semana a prueba y una pequeña concentración de sodio en el plasma después de dos semanas. El análisis terminal de tejido mostró que los cerdos alimentados con las dietas más bajas en sodio tuvieron las más bajas concentraciones de sodio en el plasma, músculo y huesos, bajas concentraciones de cloro en plasma y músculo y en una mayor concentración de potasio en el plasma. El sodio cristalizado de los huesos no fueron significativamente afectados.

Patience et. al(1986) realizaron un estudio para determinar el efecto del bicarbonato de sodio o bicarbonato de potasio sobre el estado acido-base, proteína y energía digestible en cerdos. Tres experimentos fueron concluídos para evaluar los efectos del Na ó K sobre el estado ácido-base y la utilización de nutrientes en cerdos jóvenes en crecimiento. Estos estudios fueron llevados fuera del desarrollo para un mejor entendimiento de la respuesta al crecimiento a sales alcalinas de esos minerales que fueron observados en deficiencias de lisina en cerdos. En el experimento

1, un arreglo factorial de 2x2 de 2.2g/kg contra 7.4g/kg de sodio y ad libitum contra un régimen alimenticio fue usado, para evaluar los efectos del sodio sobre las variantes ácido-base de la sangre. El sodio fue suplementado como la sal alcalina  $\text{NaHCO}_3$ . Para cada tratamiento, la sangre fue colectada vía intravenosa en la vena cava con cateters cada 2hrs durante 28hrs. La suplementación de sodio incrementó ( $p < 0.05$ ) el  $\text{HCO}_3^-$  de la sangre y hubo base en exceso y tendió a incrementar el pH ( $P < 0.07$ ). La urea en el plasma disminuyó ( $P < 0.05$ ) por el régimen alimenticio. En el experimento 2, el efecto del  $\text{NaHCO}_3$  (1.3% a 2.6%) ó  $\text{KHCO}_3$  (3.0%) sobre la aparente digestibilidad de nutrientes y el balance de Nitrógeno fue investigado utilizando cerdos jóvenes con simples cánulas T en el ileon cerca de la junta ileocecal. Un diseño de cuadro latino de 4x4 fue usado. El  $\text{KHCO}_3$  ó el 2.6 de  $\text{NaHCO}_3$  incrementó ( $P < 0.05$ ) el volumen de la orina e incrementó ( $P < 0.05$ ) el pH de la orina. El  $\text{NaHCO}_3$  no tuvo efecto ( $P > 0.05$ ) sobre la digestibilidad aparente de lisina, triptófano, nitrógeno o energía o sobre el balance de nitrógeno. El  $\text{KHCO}_3$  disminuyó ( $P < 0.05$ ) la energía digestible. En el experimento 3, el efecto de 2.6% de  $\text{NaHCO}_3$  sobre el pH gastrointestinal fue estudiado. Sin efecto ( $P > 0.05$ ) fue observado en el estómago, duodeno, yeyuno, ileon, secúm ó colon. el  $\text{NaHCO}_3$  ó  $\text{KHCO}_3$  altera el balance ácido-base de los cerdos. De cualquier modo, su efecto en la promoción del crecimiento en la deficiencia del lisina en cerdos no fueron convenientes para mejorar la digestibilidad de la lisina ó proteína.

Patience et. al. (1986) estudiaron el efecto del balance electrolítico alimenticio sobre el crecimiento y estado ácido-base en cerdos. El efecto del balance electrolítico alimenticio en

cerdos alimentados con lisina ó dietas con el triptófano adecuado ó deficiente fueron investigados en cuatro experimentos usando cerdos de ocho a doce semanas de edad. El balance electrolítico expresado como Na+K-Cl en meq/Kg. de la dieta, fueron variados para alterar los niveles de Na y Cl mientras se mantienen todos los otros minerales constantes. En dos experimentos en los cuales la dieta basal contenía un balance de 135meq/Kg, de lisina simple o deficiente en triptófano causaron depresión en el crecimiento, la toma de alimento y la eficiencia de la utilización del alimento, pero nunca estas respuestas fueron alteradas por suplementación alimenticia con  $\text{NaHCO}_3$ . En un experimento en el cual el balance electrolítico de la dieta basal fue de 61meq/Kg en la cual ambos lisina y triptófano estaban limitados, la suplementación con  $\text{NaHCO}_3$  incremento significativamente el crecimiento y la toma de alimento. Esto no ocurre si la dieta fuera suplementada con triptófano. Un experimento final fue realizado para determinar la respuesta de los cerdos para un rango de balance electrolítico (-85 a 34 meq/Kg.) en una dieta práctica de maíz y soya conteniendo niveles adecuados de todos los aminoácidos. El crecimiento y la toma de alimentos mostraron ser el máximo para balance de 0 a 341 meq/Kg. de Na+K-Cl, pero fueron menores a -85 meq/Kg. ( $P < 0.05$ ). El balance ácido-base fue adversamente afectado a 0 meq/Kg. Los resultados sugieren que la respuesta de cerdos con deficiente emicina para bicarbonato de sodio es dependiente entre el balance electrolítico de la dieta, y también es influenciada por otros aminoácidos alimenticios.

Patience et al (1986) trataron de determinar el efecto del

suplemento alimenticio de bicarbonato de sodio ó potasio a corto plazo con un balance macromineral en cerdos.

Cuatro cerdos cruzados, con un promedio de peso de 6 Kg. cada uno, fueron provistos con simples canulas en T en el ileón terminal y colocados en cajas metabólicas para evaluar el efecto de la suplementación alimenticia de  $\text{NaHCO}_3$  ó  $\text{KHCO}_3$  en un período corto del metabolismo del sodio , potasio, calcio, magnesio y cloro. Una dieta conteniendo 2.8 gr/Kg. de Na y 4.1 gr/Kg. fue comparada con dietas similares suplementadas con 13gr/Kg. ó 26gr/Kg. de  $\text{NaHCO}_3$  ó 30 gr/Kg. de  $\text{KHCO}_3$ . Todas las dietas contenían 4 gr/Kg. de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  como un indicador y fueron ofrecidas dos veces diariamente en un arreglo de cuadro latino de cuatro por cuatro. Las heces y orina totales obtenidas fueron colectadas por veinticuatro horas después de quince días de darles la dieta nueva. La digesta fue colectada por doce horas en períodos de 6 y 7. Las concentraciones de Sodio y Potasio en el ileón terminal fueron infectados por los tratamientos alimenticios. Aparentemente la digestibilidad ideal de Sodio fue incrementada por suplementos de  $\text{KHCO}_3$ . Sobre el total tracto gastrointestinal, la dieta no tuvo efecto sobre la digestibilidad aparente del sodio. La obtención de sodio urinario fue incrementado por  $\text{NaHCO}_3$  en la dieta en un valor alto. La retención neta de Na gr/por día fue incrementada por  $\text{NaHCO}_3$ . Aparentemente la digestibilidad ileal de K fue incrementada por  $\text{KHCO}_3$ . Aparentemente la digestión fecal de K fue incrementada por  $\text{KHCO}_3$  y  $\text{NaHCO}_3$ . El desalojo urinario de potasio fue elevado por  $\text{KHCO}_3$ , pero no lo suficiente para vencer el incremento de potasio ingerido; el balance neto de K en gramo/día se incremento en respuesta a la alimentación con

suplementos de  $\text{KHCO}_3$  no tuvo efecto sobre la digestibilidad a corto plazo o balance de Magnesio, calcio ó cloro. En grandes cantidades suplementarias alimenticias de Na ó K tuvieron relativamente menores efectos en la eliminación de Na ó K gastrointestinal, respectivamente agobia el mecanismo homeostático renal, resultando en una retención neta, en el mismo corto plazo.

Gomez (1989) encontró que al agregar el Bicarbonato de Sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) al alimento a razón del 0.5% se obtienen mayores aumentos de peso y se mejora la conversión alimenticia y se redujo significativamente la mortandad, por lo que se recomienda utilizarlo sobre todo en épocas con temperaturas extremosas.

Fierro (1989) encontró que con temperaturas ambientales mayores de  $27^{\circ}\text{C}$ , las gallinas jadean expirando bióxido de carbono, lo que ocasiona una disminución en los niveles de bicarbonato en la sangre perjudica la formación de cascarones amenos que se agregue bicarbonato de sodio a la alimentación diaria.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede sugerir la adición de bicarbonato de sodio a la ración de aves de postura en cantidades de 0.4 - 0.6 %  $\text{NaHCO}_3$  obteniendo con esto mayor producción de huevo, menos consumo y por lo tanto mayor número de huevos y aumento en la dureza del cascarón.

Okumura et al (1978) estudió el efecto de  $\text{NaHCO}_3$  sobre el rango de eliminación de nitrógeno en gallinas. Este dato ilustra que el nitrógeno de la orina esta involucrado en la regulación del balance ácido-base. Por lo tanto la sustancias ácidas filtradas dentro de la orina son bufferadas por la amonía dentro del fluido tubular del riñón. Estos resultados indican que la adición

alimenticia de  $\text{NaHCO}_3$  reduce agudamente la perdidas de amonía en pollos libres de gérmenes y convencionales, alimentados también con dietas de caseína o libres de nitrógeno.

Robblee y Clandinin (1961) investigaron los efectos en pavos juvenes, de varias sales de sodio ya sea en el alimento ó agua. Los pavitos fueron alimentados con cuatro niveles de  $\text{NaCl}$  en convinación con seis niveles de un 3:2:1 en mezclas de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaCl}$  y  $\text{NaHCO}_3$  en el agua de beber. Los niveles altos de sal en la dieta resultaron en una menor tolerancia para la mezcla de sal en el agua de beber. Además una mayor tolerancia para los más altos niveles de sal en la dieta llevada en aves alimentadas con niveles bajos de la mezcla de sal en el agua.

Eppard et al (1981) encontramos que el fluido del rumen de becerros alimentados con dietas con bicarbonatos de sodio fue más alto en acetato y bajo en propianato y lactato, que otras provenientes de becerros alimentados con dietas sin bicarbonatos de sodio. El bicarbonato de sodio mejoró la toma del calostro acidificado durante dos ó tres días de alimentación pero no tuvo efecto sobre la ganancia.

Kilmer et al (1980) obtuvieron que las vacas alimentadas con el  $\text{NaHCO}_3$  tuvieron más altas concentraciones de amonía ruminal que las vacas alimentadas sin este. Esta diferencia fue menos pronunciada que en el nitrógeno de la urea de la sangre y en la amonía de la orina. El ph de la orina fue más alto para las vacas alimentadas con el  $\text{NaHCO}_3$  que para las alimentadas con el testigo. La adición de bicarbonato de sodio mejoro el estado ácido-base después del cambio abrupto de la relación y puede ser asociado con el incremento de la materia seca tomada y mejorar la adaptación de

la ración.

Canale et al (1977) encontraron que el bicarbonato de sodio incremento la digestión de NDF con silo de maíz y paja de maíz e incremento de excreción de nitrógeno urinario con la dieta basada en silo de maíz. Las respuestas al bicarbonato de sodio por las vacas al principio de la lactancia pueden depender sobre la naturaleza de los componentes forajeros de la alimentación.

### III MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el campo experimental pecuario de la Ex-Hacienda "El Canadá" de la Fac. de Agronomía de la U.A.N.L. Ubicado en el Km. 3 de la carretera a Colombia en el Municipio de Escobedo Nuevo León.

Iniciando el experimento el día 4 de Noviembre de 1989 y dándose por terminado el día 28 de Enero de 1990.

#### 3.1. Materiales

- 1.- 100 cerdos de engorda machos y hembras  $F_3$  comerciales con un peso inicial de 12 Kg. en promedio.
- 2.- Cuatro corrales de concreto protegidos con sombra total de aproximadamente 24 mts.<sup>2</sup> (6X4m).
- 3.- Cuatro comederos de tolva con seis bocas cada uno.
- 4.- Cuatro bebederos automáticos de chupón.
- 5.- Alimento comercial elaborado en la planta de alimento del Canada.
- 6.- Inyección contra trastornos metabólicos (diarrea) (Tylan 50).
- 7.- Bicarbonato de Sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) como aditivo.
- 8.- Una balanza analítica para pesar el  $\text{NaHCO}_3$ .
- 9.- Una báscula para tomar los incrementos de peso.
- 10.- Desinfectante para los corrales (Sosa caustica)
- 11.- Aspersora para aplicar un acaricida a los cerdos.
- 12.- Una jaula pequeña de madera para poder pesar los cerdos (1.20 X .60 mts.).

### 3.2. Métodos.

El trabajo se realizó bajo un diseño completamente al azar, con 4 tratamientos con 25 cerdos  $F_3$  comerciales cada uno.

Los tratamientos fueron los siguientes:

- T-1 Grupo testigo sin Bicarbonato de Sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ).
- T-2 Grupo con 0.5% de Bicarbonato de Sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ).
- T-3 Grupo con 1.0% de Bicarbonato de Sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ).
- T-4 Grupo con 1.5% de Bicarbonato de Sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ).

Todos los cerdos se alimentaron bajo un mismo plan comercial de nutrición, con la única variante del porcentaje del Bicarbonato de Sodio.

Durante todo el experimento se vigilaron las condiciones de manejo e higiene de igual forma para todos los cerdos dándoles el agua y alimento ad libitum

Antes de iniciar el experimento los corrales fueron limpiados y desinfectados con sosa cáustica junto con los comederos.

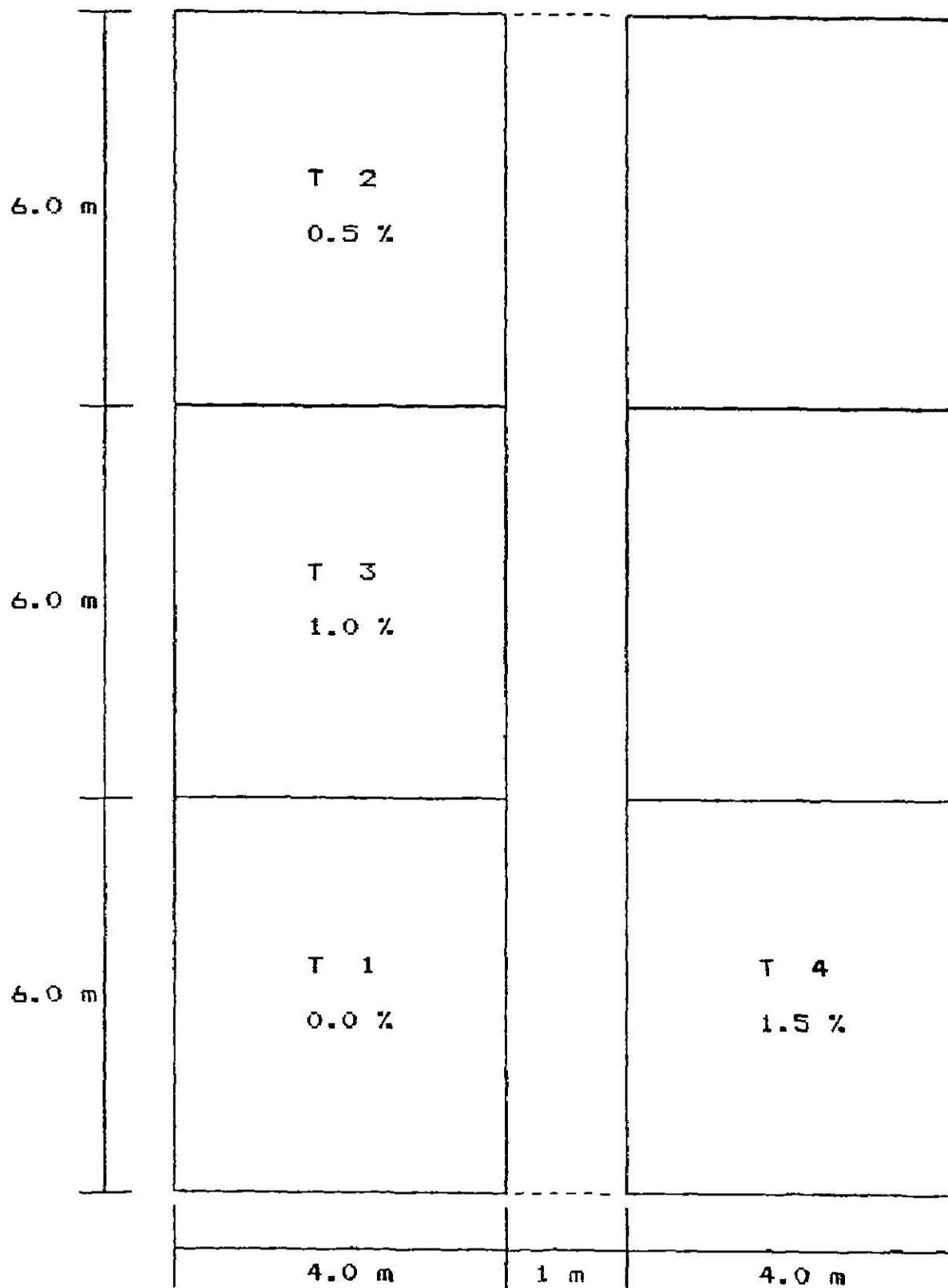
La distribución de los tratamientos dentro de las instalaciones se muestra en la figura 1.

Las mediciones del parámetro (peso del animal) se realizaron al iniciar el experimento y a los 28, 56 y 84 días respectivamente.

Para la comparación de medias se usó la D.M.S. (Diferencia Mínima Significativa) en caso de presentarse diferencia.

Para analizar el efecto medio de los tratamientos (% Bicarbonato) se analizó la variante incremento de peso bajo diseño completamente al azar con una covariable (peso inicial) siendo el modelo estadístico el siguiente:

Figura 1. Distribución de los tratamientos en el experimento de credos de engorda, variando los niveles de Bicarbonato de Sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) agregados al alimento durante la primera etapa de la engorda. Campo Experimental Pecuario "El Canada" F.A.U.A.N.L., Escobedo, N.L.



$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta (\chi_{ij} - \bar{\chi}_{..}) + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta (Peso final).

$\mu$  = Media general.

$\tau_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$\beta$  = Coeficiente de regresión.

$\chi_{ij}$  = Covariable (Peso inicial).

$\bar{\chi}_{..}$  = Media muestral de las  $\chi_{ij}$ .

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental

## IV RESULTADOS Y DISCUSION

Con el presente trabajo se pretende ver si el Bicarbonato de Sodio (como aditivo) provoca incrementos en el peso de los cerdos y logra disminuir el período de engorda.

En el cual se realizaron cuatro tomas de peso, el primero al inicio del experimento y las siguientes tomas fueron cada 28 días sucesivamente.

En el cuadro # 1 se muestran los pesos promedio (en kg) de los tratamiento de las cuatro pesadas.

CUADRO # 1

TRATAMIENTOS	1 <sup>a</sup> PESADA (1 día)	2 <sup>a</sup> PESADA (28 días)	3 <sup>a</sup> PESADA (56 días)	4 <sup>a</sup> PESADA (84 días)
T 1 0.0% NaHCO <sub>3</sub>	13.20	25.40	38.80	56.20
T 2 0.5% NaHCO <sub>3</sub>	10.02	19.09	28.25	44.69
T 3 1.0% NaHCO <sub>3</sub>	9.87	17.26	25.40	40.13
T 4 1.5% NaHCO <sub>3</sub>	9.47	17.29	28.53	46.13

En donde se puede observar que el Tratamiento 1 fue en donde se presento un mayor peso siguiéndole sucesivamente el Tratamiento 4, el Tratamiento 2 y por último el Tratamiento 3. Lo anterior posiblemente se debió a que el Bicarbonato de Sodio como aditivo no manifiesta su efecto real durante el invierno ya que su utilización está sujeta al mecanismo de disipación de calor del cerdo, el cual disipa calor mediante el "jadeo", con el cual el gasto de energía se incrementa y es ahí donde son usados los

carbonatos de la sangre y esta no cumple sus funciones metabólicas.

A continuación se muestran los análisis de varianza de cada uno de los incrementos de peso.

CUADRO # 2

## ANVA DEL PRIMER INCREMENTO (28 DÍAS)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
COVARIABLE	1	189.087	189.087	18.088	0.000
TRATAMIENTOS	3	53.512	17.837	1.706	0.170
ERROR	93	972.167	10.453		
TOTAL	97	1214.766			

En donde se puede observar que no presentó diferencia significativa entre los tratamientos ( $P>0.05$ ).

CUADRO # 3

## ANVA DEL SEGUNDO INCREMENTO (56 DÍAS)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
COVARIABLE	1	869.762	869.762	24.135	0.000
TRATAMIENTOS	3	260.098	86.669	2.406	0.071
ERROR	90	3243.351	35.037		
TOTAL	94	4373.211			

En el cual se observa que no presentó diferencia significativa entre los tratamientos ( $P>0.05$ ).

## CUADRO # 4

## ANVA DEL TERCER INCREMENTO (84 DIAS)

FV	GL	SC	CM	F	P>F
COVARIABLE	1	1047.589	1047.589	10.082	0.002
TRATAMIENTOS	3	381.024	127.008	1.222	0.306
ERROR	88	9143.630	103.904		
TOTAL	92	10572.243			

En donde se observa que tampoco presentó diferencia significativa entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ).

## V RECOMENDACION

Debido a que no se obtuvieron resultados satisfactorios en cuanto a aumentos de pesos al adicionar Bicarbonato de Sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) al alimento para cerdos de engorda de 12.0 a 45.0 kg aproximadamente, no se recomienda el uso de este en invierno, pero si hacer pruebas con mayores concentraciones de Bicarbonato de Sodio y con animales más grandes.

El efecto del Bicarbonato de Sodio pudo verse afectado por las temperaturas que se presentaron durante el período del experimento, ya que fueron más bajas que los promedios que normalmente se presentan en esta época.

## VI RESUMEN

El experimento se realizó en el Campo Experimental Pecuario de la Ex-Hacienda "El Canada" de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicado en el km 3 de la carretera a Colombia en el municipio de Escobedo, N.L.

Iniciando el experimento el día 4 de Noviembre de 1989 y dándose por terminado el día 28 de Enero de 1990.

Se utilizaron 100 cerdos de engorda con un peso aproximado de 12 kg hasta llevarlos a 45 kg aplicandoles los siguientes tratamientos:

- 1 El 0 % de Bicarbonato de Sodio en la ración (Testigo).
- 2 El 0.5 % de Bicarbonato de Sodio en la ración .
- 3 El 1.0 % de Bicarbonato de Sodio en la ración .
- 4 El 1.5 % de Bicarbonato de Sodio en la ración .

El aumento neto mayor lo presentó el T1 (56.20 kg) siguiéndole el T4 (46.13 kg), T2 (44.69 kg) y T3 (40.13 kg). No se presentó diferencia significativa al obtener el análisis estadístico con los datos obtenidos al final de la prueba por lo cual no se recomienda el uso del Bicarbonato de Sodio en invierno en cerdos de engorda.

## BIBLIOGRAFIA

Alcantara, P.F., Hanson, L.E. and Smith, J.D.; 1986; Sodium Requirements, balance and tissue composition of growing pigs; Journal of Animal Science; Vol. 50 # 6, pp 1092-1097; Ed. American Animal Science.

Anonimo; 1987; Industria del Alkali; boletin informativo.

Canale, R.D., Lee, J.F., Smith, R.R.; 1977; Effects of Sodium Bicarbonate on corn silages in early lactating young dairy cows. Journal of Dairy Science; Vol 51 # 6 P 987. Ed. American Animal Science.

Coppock, C.E., Grant, P.A., Portzer, S.J., Charles, D.A. and Escobosa S.; 1986; Lactating Dairy Cow Responses to Dietary Sodium, Chloride and Bicarbonate During Hot Weather ; Journal of Dairy Science; Vol. 65 # 4 P. 566; Ed. American Animal Science.

Cullison A.E.; 1983; Alimentos y Alimentación de Animales; Ed. DIANA ; México; pp. 18, 19, 84-87, 132-135.

Cunha, T.J.; 1977; Alimentación del Cerdo; Ed. ACRIBIA; Zaragoza, España.; pp. 2, 4, 15, 16, 42, 44, 75, 79, 136-138.

English, J.E., Frank T.J., Braund, D.G., and Nocek, J.E. ;1982; Influence of Buffering Early Lactation Rations with Sodium Bicarbonate and Magnesium Oxide and Subsequent with Drawal or Addition Effects.; Journal of Dairy Science; Vol. 66, # 3, p 505.

Ensminger, M.E.; 1980; Producción Porcina; Ed. El ATENEO; Argentina; pp 10, 12, 14, 15, 16.

Ensminger, M.E. y Olentine, C.G.: 1983; Alimentos y Nutrición de los Animales; Ed.EL ATENEO; pp 195 y 196.

Eppard, P.J., Otterby, D.E., Lundquist, R.C., and Linn J.C.; 1987; Influence of Sodium Bicarbonate on Growth and Health of Young Calves; Journal of Dairy Science; Vol. 65, # 10, pp 1971-1977; Ed.American Animal Science.

Kilmer, L.H., Muller, L.D. and Snyder, T.J.; 1981; Addition of Sodium Bicarbonate to Rations of Postpartum Dairy Cows; Physiological and Metabolic Effects.; Journal of Dairy Science; Vol. 64, # 12, pp 2357-2366; Ed. American Animal Science.

Maynard, L.A. y Loosli, J.K.; 1975; Nutrición Animal; Ed. UTEHA; Zaragoza, España; p.327.

McDonald, P. and Edwards, R.A. Animal Nutrition; 1985; Ed. Lonyman; New York, USA; pp. 5 and 56.

Morgan, J.T. y Lewis, D.; 1965; Nutrición de Aves y Cerdos; Ed. ACRIBIA; Zaragoza, España; pp 27-32.

Morrison, F.B.; 1965; Alimentos y Alimentación del Ganado; Ed. UTEHA; México; pp. 1061.

North, M.O.; 1982; Manual de Producción Avícola; Ed. El Manual Moderno; México; p 563.

Patience, J.F., Austic, R.E. and Boyd, R.D.; 1985; The effect of Sodium Bicarbonate or Potassium Bicarbonate on Acid-Base status and Protein and Energy Digestibility in Swine; Nutrition Research; Vol. 6, pp. 263-267; Ed. Pergamon Press.

Patience, J.F., Austic, R.E. and Boyd R.D.; 1986; Effect of Dietary Electrolyte Balance on Growth and Acid-Base status in Swine; Journal of Animal Science; Vol. 64, pp. 457-466.

Patience, J.F., Austic, R.E. and Boyd, R.D.; 1986; Effect of Dietary Supplements of Sodium or Potassium Bicarbonate on Short-term Macromineral Balance in Swine; Journal of Animal Science; Vol. 64, pp. 1079-1085.

Pond, W.G. y Maner, J.H.; 1976; Producción de Cerdos en Climas Templados y Tropicales; Ed. Acribia; Zaragoza, España; pp. 18 y 20.

Shimada, A.S.; 1984; Fundamentos de Nutrición Animal Comparativa; Ed. Consultores en Producción Animal, S.C.; México; pp. 18 y 20.

Trenkle, A.H., Baker, P.H. and Horrison, P.C.; 1979;  $\text{NaHCO}_3$  Sodium Bicarbonate in Beef Nutrition, Poultry and Swine Nutrition; Department of Animal Science; University of Illinois at Urbana. Champaign.

Whittemore, C.T. y Elsley, F.W.H.; 1978; Alimentación Práctica del Cerdo; Ed. AEDOS; Barcelona, España pp. 38-41, 58-61, 78-85, 94-95.

