



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

UTILIZACIÓN DE *Saccharomyces cerevisiae* SC47 COMO ADITIVO EN ALIMENTO PARA LECHONES EN DESTETE Y CRECIMIENTO

T E S I S
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A:
BEATRIZ MERINO CARRANZA

ASESORES:
DRA. SILVIA ELENA BUNTINX DIOS
DR. JOSE A. CUARON IBARGUENGOYTIA



MÉXICO, D.F.

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

PAIEPEME A. C.

INIFAP

SAF AGRI

GRUPO DELTA

GRANJA CUATRO MILPAS

NUTRIMENTOS CONCENTRA S. A. DE C. V.

DEDICATORIA

A mi mamá:

Con mi infinito agradecimiento por brindarme todo el apoyo y cariño para seguir adelante en mi vida.

A Clau y Arturo:

Gracias por el apoyo brindado durante todos estos años.

A Mau:

Por el amor, cariño y paciencia que me brindas incondicionalmente todos los días.

A la Dra. Silvia y el Dr. Cuarón

Por toda la paciencia que me dedicaron para la realización de este trabajo.

A todos mis amigos por el cariño brindado.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
Dedicatoria	i
Agradecimientos.....	ii
Contenido	i
Lista de cuadros	II
Lista de figuras	III
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	2
3. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1. Probióticos	3
3.2. Levaduras	4
3.2.1. Características	4
3.2.2. Clasificación	5
3.3. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	5
3.3.1. Microbiología intestinal	7
3.3.2. Respuesta inmune intestinal	7
3.3.3. Trabajos realizados en cerdas y lechones	8
3.3.4. Cerdos en crecimiento y finalización	9
3.4. Justificación	11
4. HIPÓTESIS	12
5. OBJETIVO GENERAL	12
5.1. Objetivo específico	12

6. MATERIAL Y METODOS	13
6.1. Localización	13
6.2. Experimento 1	13
6.2.1. Instalaciones	13
6.2.2. Selección de animales y manejo	14
6.2.3. Tratamientos experimentales	16
6.2.4. Alimentación	17
6.2.5. Análisis estadístico	18
6.3. Experimento 2	20
6.3.1 Instalaciones	20
6.3.2. Selección de animales y manejo	20
6.3.3. Tratamientos experimentales	21
6.3.4. Alimentación	21
6.3.5. Análisis estadístico	22
7. RESULTADOS Y DISCUSIONES	23
7.1. Experimento 1	23
7.1.2. Etapa de destete	23
7.1.2.1. Consumo de alimento	23
7.1.2.2. Ganancia diaria de peso	26
7.1.2.3. Eficiencia alimenticia	28
7.1.2.4. Peso corporal	31
7.1.2.5. Morbilidad	33
7.1.2.6. Mortalidad	35
7.1.3. Etapa de crecimiento	39
7.1.3.1. Consumo de alimento	39

7.1.3.2. Ganancia diaria de peso	41
7.1.3.3. Eficiencia alimenticia	43
7.1.3.4. Peso corporal	45
7.1.3.5. Morbilidad	46
7.1.3.6. Mortalidad	48
7.2. Experimento 2	51
7.2.1 Etapa de destete	51
7.2.1.1. Consumo de alimento	51
7.2.1.2. Ganancia diaria de peso	53
7.2.1.3. Eficiencia alimenticia	55
7.2.1.4. Peso corporal	57
7.2.1.5. Morbilidad y Mortalidad	58
8. Discusión general	59
9. Conclusión	65
10. Implicaciones	66
11. Literatura citada	67
12. Apéndice	71

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Enfermedades presentes en granja "Tabares".....	15
Cuadro 2. Programa de medicina preventiva para la granja "Tabares".....	15
Cuadro 3. Tratamientos experimentales (Exp. 1).....	16
Cuadro 4. Alimentación en destete (Exp. 1).....	17
Cuadro 5. Tratamientos experimentales (Exp. 2).....	21
Cuadro 6. Alimentación en la etapa de destete (Exp. 2).....	22
Cuadro 7. Análisis de varianza del consumo total de alimento por unidad experimental (Exp. 1).....	23
Cuadro 8. Análisis de varianza para consumo de alimento promedio (Exp. 1).....	24
Cuadro 9. Consumo diario promedio (Kg) de alimento por lechón (Exp. 1). Medias de mínimos cuadrados.....	24
Cuadro 10. Análisis de varianza para ganancia diaria de peso promedio (Exp. 1).....	27
Cuadro 11. Ganancia diaria de peso promedio (Kg) (Exp. 1). Medias de mínimos cuadrados.....	27
Cuadro 12. Análisis de varianza para la eficiencia alimenticia promedio (Exp. 1).....	29
Cuadro 13. Eficiencia alimenticia promedio (Exp. 1) Medias de mínimos cuadrados.....	30
Cuadro 14. Análisis de varianza para peso corporal promedio (Exp. 1).....	31
Cuadro 15. Peso corporal promedio. Kg (Exp. 1). Medias de mínimos cuadrados.....	32
Cuadro 16. Análisis de varianza de la morbilidad durante el destete (Exp. 1).....	34

Cuadro 17. Análisis de varianza de la mortalidad durante el destete (Exp.1).....	36
Cuadro 18. Porcentaje de morbilidad y mortalidad por día de estancia (Exp.1).....	38
Cuadro 19. Análisis de varianza del consumo de alimento total en la etapa de crecimiento (Exp. 1.).....	39
Cuadro 20. Análisis de varianza del consumo diario de alimento en la etapa de crecimiento (Exp. 1).....	40
Cuadro 21. Consumo diario de alimento en crecimiento. Kg (Exp.1). Medias de mínimos cuadrados.....	40
Cuadro 22. Análisis de varianza para la ganancia diaria de peso en la etapa de crecimiento (Exp. 1).....	41
Cuadro 23. Ganancia diaria de peso en crecimiento. Kg (Exp.1). Medias de mínimos cuadrados.....	42
Cuadro 24. Eficiencia alimenticia durante la etapa de crecimiento (Exp. 1).....	43
Cuadro 25. Eficiencia alimenticia en crecimiento (Exp.1). Medias de mínimos cuadrados.....	43
Cuadro 26. Análisis de varianza para el pesos corporal durante la etapa de crecimiento (Exp. 1).....	45
Cuadro 27. Peso corporal en crecimiento. Kg (Exp.1). Medias de mínimos cuadrados.....	46
Cuadro 28. Análisis de varianza para la morbilidad de cerdos en la etapa de crecimiento (Exp.1).....	47
Cuadro 29. Análisis de varianza para la mortalidad de cerdos durante la etapa de crecimiento (Exp.1).....	48
Cuadro 30. Porcentaje de mortalidad de cerdos en crecimiento (Exp.1)	49
Cuadro 31. Análisis de varianza para el consumo total de alimento (Exp.2)	51

Cuadro 32. Análisis de varianza para consumo diario promedio de alimento (Exp 2).....	51
Cuadro 33. Consumo diario de alimento. Kg (Exp. 2). Medias de mínimos cuadrados.....	52
Cuadro 34. Análisis de varianza para ganancia diaria de peso promedio (Exp.2).....	53
Cuadro 35. Ganancia diaria de peso promedio. Kg (Exp. 2). Medias de mínimos cuadrados.....	54
Cuadro 36. Análisis de varianza para eficiencia alimenticia (Exp. 2).....	55
Cuadro 37. Eficiencia alimenticia. (Exp. 2). Medias de mínimos cuadrados.....	56
Cuadro 38. Análisis de varianza para peso corporal (Exp. 2).....	57
Cuadro 39. Peso corporal. Kg (Exp. 2) Medias de mínimos cuadrados.....	57

LISTA DE FIGURAS

	Paginas
Figura 1. Consumo diario de alimento (Exp. 1).....	25
Figura 2. Ganancia diaria de peso (Exp. 1).....	28
Figura 3. Eficiencia alimenticia (Exp.1).....	30
Figura 4. Peso corporal promedio de los lechones (Exp. 1).....	32
Figura 5. Porcentaje de morbilidad (Exp. 1).....	34
Figura 6. Porcentaje de mortalidad durante el Exp. 1.....	37
Figura 7. Mortalidad (Exp. 1).....	37
Figura 8. Consumo diario de alimento en la etapa de crecimiento (Exp. 1).....	41
Figura 9. Ganancia diaria de peso etapa de crecimiento (Exp. 1).....	42
Figura 10. Eficiencia alimenticia durante la etapa de crecimiento (Exp. 1).....	44
Figura 11. Peso corporal durante la etapa de crecimiento (Exp. 1).....	46
Figura 12. Morbilidad durante la etapa de crecimiento (Exp. 1).....	47
Figura 13. Mortalidad de cerdos en crecimiento (Exp. 1).....	49
Figura 14. Consumo diario de alimento promedio (Exp. 2).....	52
Figura 15. Ganancia diaria de peso promedio (Exp. 2).....	54
Figura 16. Eficiencia alimenticia (Exp. 2).....	56
Figura 17. Peso corporal (Exp.2).....	58

1.RESUMEN

MERINO CARRANZA BEATRIZ. Utilización de *Saccharomyces cerevisiae* Sc47 como aditivo en alimento para lechones en destete y crecimiento (bajo la dirección de: MVZ M.Sc. PhD Silvia Elena Buntinx Dios y MVZ M.Sc. PhD José Antonio Cuarón Ibargüengoytia).

Para evaluar el comportamiento productivo por la adición de *Saccharomyces cerevisiae* Sc47 en dietas para lechones en destete y crecimiento se realizaron 2 experimento. En el primero se utilizaron 960 lechones destetados a los 16 ± 2 , días provenientes de madres que consumieron y no consumieron Sc47, en la etapa de destete se alojaron 20 lechones por corral aleatorizados a una de dos dietas experimentales, con una duración de 70 días y 6 repeticiones por tratamiento. Para la etapa de crecimiento se utilizaron los mismos lechones de la fase anterior, con los mismos tratamientos, alojando 40 animales por corral y formando 4 repeticiones por tratamiento. En el segundo experimento se utilizaron 120 lechones destetados a los 21 ± 2 días provenientes de cerdas que consumieron Sc47 durante la lactación, alojando 6 lechones por corral, aleatorizados a uno de dos tratamientos, con y sin Sc47, formando 10 repeticiones por tratamiento, durante 49 días. Las variables que se midieron fueron consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso, eficiencia alimenticia, peso corporal, morbilidad y mortalidad, realizando un análisis de mediciones repetidas y parcelas divididas. Bajo las condiciones de una granja comercial, *S. cerevisiae* no mejoró ninguna de las variables que se midieron, sin embargo, los resultados obtenidos para el primer experimento únicamente reflejan una diferencia significativa por tratamiento en la etapa de destete ($P > 0.03$) al día 35 para el caso de CDA en los lechones que consumieron Sc47 durante esta etapa (0.388 vs. 0.443 kg/día), en la etapa de crecimiento no se observa ninguna diferencia estadística significativa para las variables analizadas. Una de las causas por las que no se obtuvieron los resultados esperados fue por la alta morbilidad y mortalidad presentada durante el desarrollo del experimento. Para el segundo experimento hubo una tendencia en los cerdos que consumieron levadura durante el destete y crecimiento a enfermarse menos.

2. INTRODUCCIÓN

El número de habitantes en México ha ido en aumento en los últimos años, registrándose una población de 97'361,711 personas en el año 2001, con una tasa de crecimiento del 1.9% anual (1). Esto aunado a la necesidad de que la calidad nutricional de la dieta se incremente (2), y a que se prevé que la demanda real de alimentos de origen animal también aumente (2,3), indica que el papel de la industria pecuaria en el país es de suma importancia.

El aporte de la industria porcícola para cubrir estas necesidades de alimentación fue de alrededor de 1'029, 955 toneladas de carne de cerdo en México en el año 2001. Este abastecimiento equivale a un consumo por habitante por año de 10.58 kg. Sin embargo, el consumo *per capita* alcanzó los 12.7 kg (1'236,000 toneladas) en el año (2), lo que manifiesta un déficit de producción, que se ha cubierto con importaciones.

Ahora bien, existe una gran elasticidad en la demanda, porque en los años ochenta se registraron consumos *per capita* de hasta 20 kg (2,3). Así, si la demanda se incrementara hasta los 19 kg de consumo *per capita*, entonces la cantidad de carne de cerdo necesaria para cubrirla sería de 1'850'000 toneladas, de las cuales nuestra industria sólo aportaría el 56%. Esto denota una estupenda oportunidad de mercado, pero las condiciones para aumentar el consumo exigen la adecuación del precio de los productos cárnicos a la capacidad de compra de la población y, además, sería necesario incrementar la competitividad para estimular la producción.

Debido a que los costos por concepto de alimentación son más del 65% de los totales de producción (2) y a que con los alimentos se puede manejar la eficiencia de conversión, las empresas de alimentación animal han creado diversas estrategias para aumentar la competitividad (visto aquí como la eficiencia alimenticia). Una de éstas es el uso de los antibióticos como promotores del crecimiento. Sin embargo, a pesar de su efectividad, existen hoy serias preocupaciones de salud pública y de seguridad en la cadena alimenticia, que tienden a limitar el uso de antibióticos. Baste mencionar que en la Unión Europea se

han prohibido y en los Estados Unidos de Norteamérica o Canadá se ha venido restringiendo su uso (4, 5, 6, 7).

Para prevenir el impacto negativo en productividad que supone el retiro de los antibióticos de las dietas de los animales, o para contribuir con otras alternativas, se recurre crecientemente al uso de microorganismos adicionados directamente en el alimento, lo que se acepta hoy con el nombre genérico de probióticos (3, 8).

Sin embargo, los probióticos no tienen la efectividad y consistencia de respuesta que se logra con los antibióticos (9), en gran medida porque los modos de acción no se conocen o no pueden ser controlados efectivamente. Este trabajo se orientó a la evaluación, en condiciones de campo, de la efectividad de un agente microbiano comúnmente usado para incrementar la productividad animal: *Saccharomyces cerevisiae*.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. PROBIOTICOS

El término de probiótico se define como cualquier microorganismo o preparación de microorganismos vivos adicionado en el alimento con un efecto en la microflora nativa, mejorando el balance microbiano intestinal del hospedador animal (10, 11, 12).

Algunos probióticos promueven una inmunidad inespecífica local y producen antibióticos y enzimas, que tienen influencia en el metabolismo de aminoácidos (12), dando como consecuencia un mejor aprovechamiento de los nutrientes que contiene el alimento. Además, mantienen un equilibrio eubiótico, ya que incrementan el número de microorganismos benéficos, sin causar enfermedad en el hospedador, lo que reduce los efectos de los organismos causantes de enfermedad (13, 14). Otra ventaja es que los probióticos no dejan ningún tipo de residuo tóxico en la carne, grasa o piel, representando así una alternativa natural a los antibióticos y otros fármacos que se usan para la promoción del crecimiento (11).

Entre los microorganismos con efecto probiótico que pueden adicionarse al alimento existen varias especies y cultivos de bacterias, levaduras y hongos.

A diferencia de las bacterias, las levaduras tienen la capacidad de multiplicarse, pero no de colonizar el intestino, desplazando gérmenes indeseables por competencia y tener la capacidad de estar presente en periodos críticos de adaptación de los animales (9).

En la actualidad el uso de probióticos en la alimentación animal empieza a tener una mayor importancia debido a las restricciones que tiene la utilización de antibióticos como promotores de crecimiento o con fines terapéuticos en algunos países, impulsando así el empleo de microorganismos.

3.2. LEVADURAS

3.2.1. CARACTERÍSTICAS

Definidas como hongos verdaderos que han adoptado una morfología unicelular, las levaduras se reproducen asexualmente por gemación, presentan una forma esférica u oval y su tamaño varía de 2-3 a 20-50 micras. La estructura celular es de tipo eucariótica, con una pared celular rígida compuesta de dos polisacáridos, el manano y el glucano, y una cápsula constituida de fosfomananos. Están desprovistas de clorofila, por lo que son incapaces de producir compuestos orgánicos necesarios para su crecimiento. En ningún caso son móviles y requieren para su crecimiento de oxígeno, fuentes de carbono orgánico por vía fermentativa, un pH óptimo de 4.5 a 6.5, aunque muchas especies toleran altas variaciones, y una temperatura para su crecimiento de 25° C. Además, algunas necesitan de vitaminas, como la tiamina, biotina, inositol, ácido pantoténico, etc. Algunas producen lípidos, otras poseen una actividad lipolítica y proteolítica (8, 15, 16,17).

Las levaduras son de extraordinario interés económico, ya que algunas especies se emplean para la elaboración de pan y la producción de bebidas alcohólicas por fermentación, al secretar enzimas que convierten azúcares en alcohol y anhídrido carbónico. Algunas levaduras son acompañantes habituales de los mohos, están ampliamente difundidas en la naturaleza y se reproducen en frutos dulces y jugosos o en extracciones

vegetales que contienen azúcar (18). Pueden aislarse del suelo de los viñedos y huertos, de las superficies de uvas, de manzanas y de la mayoría de los frutos dulces, del limón y de las hojas.

3.2.2. CLASIFICACION

En un importante estudio taxonómico de las levaduras, se describen unas 500 especies de ellas encuadradas en 60 géneros, de los que 33 se considera que son *ascomicetos*, 10 *basidiomicetos* y 17 *deuteromicetos* (19). Dentro de esta clasificación se encuentran las levaduras del género *Saccharomyces*: hongos que pertenecen a la clase de los Ascomycetos, orden Hemiascomycetes, suborden Endomicetales, familia Saccharomycetaceae, subfamilia saccaromycetoideae, especie *cerevisiae* (20).

3.3. *Saccharomyces cerevisiae*

Es la típica levadura de fermentación de la industria cervecera y se cultiva también en gran escala para su uso en panadería. Las células se reproducen por gemación; los cultivos jóvenes son redondos, ovoides u oviformes y miden de 3-7 x 4-14 μ . Con frecuencia se encuentran cadenas celulares rígidas ramificadas, sobre todo en cultivos de cámara húmeda (18). Esta levadura, desecada y privada de sustancias amargas, se utiliza como subproducto para fines alimenticios y farmacéuticos.

Jonvel (15) destacó que, en contraste con el uso de antibióticos, el objetivo de utilizar al *S. cerevisiae* de forma permanente y en altas concentraciones en la alimentación de las especies de estómago simple (incluyendo al ser humano) no es tanto destruir bacterias patógenas, sino promover una barrera microbiológica contra efectos de los patógenos potenciales, previniendo el desarrollo y colonización de algunos agentes, como *E. coli*, *Clostridium difficile*, *Candida albicans*, *Entamoeba histolítica*, etc., asegurando la óptima utilización de los alimentos y modificando favorablemente a la flora digestiva (15, 21). La levadura *S. cerevisiae* contiene numerosas enzimas (proteasas, peptidasas, invertasa, hidrolasa, maltasa, fosfatasa, galactosidasa), que pueden complementar a las ya existentes

en el tracto digestivo y así facilitar la digestión de materia seca (8). No todas las levaduras del género *Saccharomyces* tienen el efecto de promoción del crecimiento y, dado que no son habitantes normales del tracto digestivo, su acción dependerá de que el cultivo se mantenga viable, esto es, que se requiere de cierta concentración de células vivas al momento de su dosificación para obtener una respuesta (22, 23). La levadura viva (adicionando 0.1% en la dieta, 1×10^7 ufc/g en el alimento)(9) tiene propiedades de biorregulación de la flora intestinal y posiblemente un efecto antagonista hacia gérmenes patógenos (15).

Durante varios años *S. cerevisiae* ha sido el modelo utilizado por empresas comerciales para la producción de levaduras y para investigar los beneficios que proporciona, industrialmente o en salud humana o animal. De los millares de cepas existentes, la industria productora de levaduras destina cepas específicas para panificación, incluso, para diferentes tipos de pan, otras para enología, llegando incluso al secreto de una cepa particular para tipos especiales de vinos (9) y así para otros usos. Como aditivo para la producción animal, las cepas de *S. cerevisiae* Sc47 y P7 son los únicos cultivos puros y controlados en el número de células y en su viabilidad disponibles en el medio.

Los criterios que dieron origen a la selección de las cepas Sc47 y P7 de *S. cerevisiae*, además de la comprobación de sus efectos, fueron la posibilidad de producirlos sin impurezas, su adaptabilidad al secado, rindiendo esferulas vivas y viables, que al ser adicionadas al alimento terminado, pudieran mantener su actividad metabólica en condiciones de pH de 1.0 a 8.0, y que se activaran cuando las condiciones de humedad fueran superiores al 25% en su medio. Esto hace a los cultivos únicos y confiables, ya que de no mantenerse la viabilidad de las levaduras, estas podrían digerirse para ser usadas como alimento (9), que es como se ha usado tradicionalmente a la levadura.

La función de *S. cerevisiae* (Sc47 y P7) es poblar el intestino con un número mayor de microorganismos de aquellas especies que resultan benéficas para el animal, en contra de las que pueden desarrollarse en procesos infecciosos. Las levaduras vivas no se adhieren al epitelio intestinal y no colonizan; transitan a través del tubo digestivo,

necesitando de 14 a 21 días de uso continuo en el alimento para establecerse y realizar su acción (9, 24). Con estos principios, el uso de la cepa de *S. cerevisiae* puede contribuir a mejorar la productividad animal.

3.3.1. Microbiología intestinal

Los estudios realizados para la identificación de la microflora intestinal en cerdas y lechones que recibieron levadura viva en etapas de lactación y destete (*S. cerevisiae*, 3 kg/ton) realizados por Cervantes *et al.* (21), Van Heugten *et al.* (25) y Martínez *et al.* (26) identifican diferentes colonias bacterianas, principalmente bacterias anaerobias (enterobacterias, estreptococos, lactobacilos) presentes en el intestino (duodeno, yeyuno, ileon, ciego y colon) y en heces. En ninguno de los trabajos se obtuvieron diferencias estadísticas entre los animales que recibieron levadura y los que no la recibieron; sin embargo, los primeros muestran un cambio en las poblaciones bacterianas, posiblemente promoviendo bacterias consideradas como protectoras o benéficas para el intestino, a diferentes días de haber mantenido contacto con la levadura, obteniendo una mejor respuesta después del día 14 (21) y una disminución en el porcentaje de bacterias anaerobias presentes en heces (25, 26, 27), indicativo de la posible actividad que tiene *S. cerevisiae* en la microflora intestinal.

3.3.2. Respuesta inmune intestinal

Una de las principales funciones de defensa que tiene el intestino es el recubrimiento de células epiteliales, células mucosas encargadas de producir moco que protege las vellosidades intestinales, células parietales que producen ácido clorhídrico, el cual se encarga de los cambios de pH y células principales, que producen algunas enzimas. Otra de estas funciones de defensa es el peristaltismo, que permite eliminar microorganismos no deseables. Cuando, a pesar de estas funciones de defensa, el patógeno persiste, se desencadena una enfermedad (28).

La presencia de estrés o enfermedades, manifestadas clínica o subclínicamente en un animal, tienen como consecuencia una disminución en el consumo de alimento, afectando así el crecimiento del animal. Para que el consumo disminuya, se deben presentar diversos eventos, entre los que destacan, la estimulación del sistema nervioso central por medio de citocinas proinflamatorias (interleucina 1,6 y factor de necrosis tumoral α), cuya producción se ve estimulada por lipopolisacáridos de bacterias gram negativas. Las citocinas producen reacciones metabólicas en diversos órganos y tejidos: reducción del apetito, incremento en la degradación de músculo esquelético, incremento en la síntesis hepática de triglicéridos, incremento en la lipólisis (29). En el tracto gastrointestinal se provoca una disminución de secreción gástrica y una inhibición de la motilidad intestinal (30).

Una de las características morfológicas principales de *S. cerevisiae* es la capacidad de fijar bacterias que colonizan el intestino (principalmente enterobacterias gram-negativas) a su pared celular (compuesta de glucanos y mananos), estimulando el peristaltismo y promoviendo su excreción, evitando así su acción enterotóxica a través de los lipopolisacáridos de las membranas, que estimulan la producción de citocinas proinflamatorias (9, 29, 31). Además se menciona que probablemente la levadura viva tiene la capacidad de migrar a las placas de Peyer para inducir una respuesta inmune inespecífica (9, 31).

3.3.3. Trabajos realizados en cerdas y lechones

Ballarini *et al.* (16) utilizaron 36 cerdas de segundo y tercer parto, observando que al adicionar *S. cerevisiae* (Sc 47) a razón de 0.1% y 0.5% en el alimento mejoró el número de lechones destetados por cerda, se registró una menor mortalidad durante la lactancia y se incrementó el peso corporal en lechones destetados. El uso de 0.5% de *S. cerevisiae* en la dieta de las cerdas redujo la pérdida de peso corporal durante la lactación. En un segundo experimento se utilizaron cerdos destetados y se observó una mejor ganancia de peso y una

mayor eficiencia alimenticia al adicionar *S. cerevisiae* Sc 47 en contra de un promotor de crecimiento y un grupo control.

En una granja experimental (17), se manejó una piara reproductora para inducir un brote de parvovirus y desafiar la respuesta productiva de las cerdas en lactación incluyendo en la dieta *S. cerevisiae* Sc 47. Las cerdas alimentadas con levadura tuvieron lechones más pesados ($P < 0.01$) al día 14 de lactación (32.5 vs 37.6 kg), efecto que se mantuvo hasta el destete. Se observó una interacción entre la pérdida de peso durante la lactancia y la edad de la cerda, ya que las primíparas tratadas con levadura perdieron más peso que las cerdas del grupo control y no se encontró ningún efecto en el parto subsecuente, llegando a la conclusión de que la adición de levaduras a la dieta de cerdas reproductoras se manifestó con el destete de camadas 14% más pesadas, independientemente del número de lechones en lactancia.

Por otra parte, Pérez *et al.* (32) realizaron, en una granja comercial, la evaluación de la respuesta productiva de cerdas y lechones al destete, adicionando *S. cerevisiae* Sc 47 (2 kg/ton) en la dieta. Observaron que las cerdas alimentadas con levadura consumieron más alimento durante los 16 días de lactación y destetaron camadas más pesadas que las que no consumieron levadura. La respuesta de los lechones al destete se siguió hasta los 35 días, no observándose diferencias en peso para ninguno de los dos tratamientos. Se concluyó que los efectos de la levadura eran independientes entre etapas de producción. Considerando la inducción de mayores pesos al destete, el uso de la levadura desde el periodo de lactancia puede mejorar el comportamiento productivo subsiguiente.

3.3.4. Cerdos en crecimiento y finalización

Martínez *et al.* (33, 34) utilizaron 0.3% de *S. cerevisiae* cepa Sc47 en alimento para lechones. En una primera etapa se utilizaron cerdos destetados a los 23 días en una granja experimental, libre de enfermedades, que recibieron desde el inicio y hasta los 92 días el tratamiento con *S. cerevisiae*. Se encontró una tendencia a un mayor consumo y ganancia de peso en los animales que consumieron levadura. En una segunda etapa se utilizaron

animales de la etapa anterior, que fueron trasladados a la granja experimental de la FMVZ-UNAM, incorporando 40 cerdos de esta granja. El fin fue provocar en los animales de la primera etapa un desafío a las enfermedades presentes en la nueva granja. La ganancia diaria de peso fue mayor en los animales que recibieron la levadura en las dos etapas, quizá por la exposición previa al SC47 y que estimuló al sistema inmune, permitiendo que los animales expresaran una mejor respuesta a problemas infecciosos propios de la nueva granja.

Otros trabajos realizados con animales en crecimiento (35), de 40 a 70 kg, en granjas comerciales, donde las condiciones favorecieron la presencia de enfermedades, como *Mycoplasma hyopneumoniae* y *Actinobacillus pleuropneumoniae*, mostraron una diferencia significativa a favor del uso de la levadura para las variables ganancia diaria de peso y eficiencia alimenticia ($P < 0.03$), con una mayor mortalidad en animales que no recibieron la levadura durante todo el periodo. Por lo tanto, hubo una ventaja productiva y un mayor índice de recuperación por la utilización de levadura.

Por su parte, Greiner *et al.* (36) encontraron una relación entre la presencia de una infección viral y una disminución en el comportamiento productivo, representando esto una pérdida económica por deficientes conversiones alimenticias ante enfermedades no controladas.

La utilización de levadura viva *S. cerevisiae* en etapas de producción específicas, como son lactación, crecimiento y finalización, en diferentes condiciones de producción, hace necesaria una evaluación que justifiquen su uso en toda la línea de producción y en cualquier tipo de producción.

3.4. JUSTIFICACION

Las investigaciones realizadas mencionan la existencia de una mejor respuesta productiva por la utilización de levaduras en la etapa de lactación, obteniéndose lechones más pesados al destete y continuando con esta mejor respuesta en etapas subsecuentes (35). Cada uno de los autores mencionados en la revisión presenta la utilización de levadura en las etapas de lactación y destete de manera independiente, por lo que sería importante conocer el comportamiento productivo de cerdos que reciben la levadura desde el destete hasta la engorda, añadiendo los constantes desafíos ambientales de las granjas en nuestro país. Adicionalmente, la información existente no ha considerado los retos que en las condiciones de campo se tienen, donde las fuentes de variación son enormes y diversas.

4. HIPÓTESIS

Saccharomyces cerevisiae Sc47 mejora el comportamiento productivo de los lechones al destete cuando se añade a la dieta de las cerdas y este mejor comportamiento productivo promueve un mejor rendimiento en las etapas subsecuentes.

5. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el comportamiento productivo de lechones durante el destete y crecimiento al incluir de *Saccharomyces cerevisiae* Sc47 en la dieta.

5.1. OBJETIVO ESPECIFICO

Evaluar la ganancia diaria de peso (GDP), el consumo diario de alimento (CDA), la eficiencia alimenticia (EA), el peso corporal (PC), la morbilidad (MB) y la mortalidad (MT) de lechones en las etapas de destete - crecimiento al incluir *Saccharomyces cerevisiae* Sc47 en la dieta.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1. LOCALIZACIÓN

El primer experimento se realizó en las instalaciones de la granja Tabares, del Grupo Delta; el segundo experimento, en la granja "Cuatro Milpas". Ambas granjas se localizan en La Piedad de Cabañas, Michoacán, con las siguientes coordenadas: 20° 24' S, 20° 13' N, 101° 57' E y 102° 11' W. La altitud es de 1625 msnm y el clima semicálido subhúmedo, con lluvias en verano, con una precipitación pluvial promedio anual de 916.7 mm y una temperatura media anual de 19.9° C (48).

6.2. EXPERIMENTO 1

6.2.1. Instalaciones

En maternidad se usaron dos casetas de mampostería, rodeadas con una malla pajarera y una cortina de lona para regular su ventilación. Cada caseta tiene una capacidad para 60 cerdas en jaulas individuales elevadas, con piso de rejilla de plástico, bebedero de chupón, comedero de acero inoxidable, una lechonera de plástico compactado y una fuente de calor para los lechones.

Se utilizaron dos casetas de destete, también de mampostería. Cada una tiene 72 m de largo x 5.5 m de ancho x 5 m de altura, con una cortina de lona, una malla pajarera que rodea la construcción, calentadores de gas y extractores de aire con controladores automáticos para mantener la temperatura entre los 28 y los 21°C, con un recambio de aire de 0.15m/s (37). En el interior de cada caseta hay 24 corrales con piso de rejilla de plástico, que miden 3 m de largo x 2 m de ancho x 70 cm de altura; por cada dos corrales hay un comedero de acero inoxidable, con 10 bocas (cinco por corral) y una capacidad de 80 kg de alimento. Cada corral cuenta, además, con tres bebederos de chupón (uno colgante y dos fijos) y un tapete de plástico con una superficie de 1 m².

En el caso de crecimiento se utilizó una caseta de mampostería de 80 m de largo x 12 m de ancho x 5 m de altura, con una cortina de lona y una malla pajarrera que rodea la construcción. En el interior de la caseta hay 16 corrales con piso de cemento que mide 10 m de largo, 5 m de ancho y 1 m de altura. Cada corral cuenta con una charca de 5 m de largo por 1.5 m de ancho, un comedero de acero inoxidable (4 bocas) con capacidad de 100 kg y tres bebederos de chupón.

6.2.2. Selección de animales y manejo

El experimento se dividió en tres etapas: maternidad, destete y crecimiento. En la etapa de maternidad se utilizaron 120 cerdas de la raza Camborough-22, las cuales se asignaron a uno de dos tratamientos 14 días antes del parto y permanecieron en ese tratamiento durante toda su lactancia (16 ± 2 días). Las cerdas y lechones siguieron el programa de medicina preventiva que está estipulado en la granja por el médico veterinario a cargo.

En la etapa de destete se utilizaron 960 lechones de 120 camadas, todos provenientes de las cerdas usadas en la fase anterior. Todos los lechones fueron progenie de cerdas Camborough-22 y sementales Duroc, destetados a los 16 ± 2 días de edad. Dentro de cada uno de los tratamientos maternos se formaron grupos de 40 animales (20 por corral) de peso similar y un número igual de hembras y machos, los cuales se pesaron y se distribuyeron al azar en sus respectivas casetas, corrales y tratamientos. En cada unidad experimental (dos corrales compartiendo un mismo comedero) se registró la cantidad de alimento que se ofrecía diariamente, midiendo el rechazo cada 7 días, al momento de realizar el pesaje e inventario de los animales.

La granja sufre diferentes enfermedades (Cuadro 1), por lo que estos manejos de re-asignación y re-agrupamiento de los lechones son una fuente de estrés que facilita la manifestación de las enfermedades. Esto, por sí mismo, constituye un desafío severo para los lechones, siendo necesario establecer un programa de medicina preventiva (Cuadro 2).

Cuadro 1. Enfermedades presentes en la granja "Tabares".

Enfermedad	Agente etiológico (38)	Incidencia (Edad) (38)
Fiebre porcina clásica	Virus RNA	Todas las edades
PRRS	Virus	Todas las edades Principalmente reproductoras
Ojo azul	Paramixovirus.	2 a 21 días de edad
Neumonía enzoótica	<i>Mycoplasma hyopneumonia.</i>	Animales de mas de 70 días
Actinobacilosis	<i>Actinobacillus pleuropneumonia</i>	Animales de mas de tres meses
Aujesky	Herpesvirus	Todas las edades
Gastroenteritis transmisible	Coronavirus	Todas las edades

PRRS = Síndrome respiratorio y reproductivo porcino.

Cuadro 2. Programa de medicina preventiva para la granja "Tabares".

DIA	PRODUCTO	DOSIS POR LECHON
24	Bacterina contra <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i>	2 ml
38	Bacterina contra <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i>	2 ml
48	Fiebre porcina clásica PAV-250	2 ml
62	Ojo azul	2 ml
35 - 42	Amoxicilina	20 mg/kg de peso

Una vez terminada la etapa de destete (10 semanas), los animales pasaron a los corrales de engorda para iniciar la etapa de crecimiento (4 semanas), en una sola caseta. Dentro de tratamiento, los animales se aleatorizaron a los corrales por peso y sexo, agrupando aproximadamente 40 animales por unidad experimental (corral), conservándose el tratamiento que tuvieron durante el destete. Se realizó un pesaje inicial por corral y se registró la cantidad de alimento ofrecido. Los animales se pesaron cada 7 días, se midió el rechazo de alimento y se realizó un inventario de animales. Una vez más la re- asignación y re-agrupamiento fueron un desafío, adicionalmente, incluyendo, también, el cambio de ambiente.

Durante las etapas de destete y crecimiento se registraron diariamente las bajas y los animales enfermos, anotando el número de animal, el peso, la fecha y el tratamiento.

6.2.3. Tratamientos experimentales

En el Cuadro 3 se presentan los tratamientos de la etapa de maternidad, los cuales consistieron en la inclusión o no de *S. cerevisiae* cepa 47 (Sc47)¹ en la ración. Cada tratamiento contó con 60 hembras, distribuidas en dos casetas. En la etapa de destete los lechones conservaron el tratamiento de maternidad.

Cuadro 3. Tratamientos experimentales (Exp 1).

ETAPA	T R A T A M I E N T O S			
MATERNIDAD	Sin levadura (S)		Con levadura (C)	
DESTETE	Sin levadura (SS)	Con levadura (SC)	Sin levadura (CS)	Con levadura (CC)
CRECIMIENTO	Sin levadura (SS)	Con levadura (SC)	Sin levadura (CS)	Con levadura (CC)

La unidad experimental (UE) consistió en 2 corrales con 20 lechones cada uno (solo una tolva de comedero entre dos corrales); cada tratamiento contó con 6 UE (repeticiones), para un total de 24 unidades experimentales. En la etapa de crecimiento los animales conservaron los mismos tratamientos que en destete. La UE fue el corral con 40 animales y hubo 4 repeticiones por tratamiento.

¹Procreatin 7[®] Saf-Agi, division Lesaffre.

6.2.4. Alimentación

Las cerdas en maternidad recibieron 2 Kg de alimento de lactación 14 días antes del parto por cerda por día, que contenía 3 Kg de Sc47 por tonelada de alimento (20). Durante toda la lactación la alimentación fue a libre acceso.

El alimento de destete, en todas sus fases (Cuadro 4), contenía 2 Kg de levadura Sc47 por tonelada de alimento (34). La composición de los alimentos y los análisis calculados se presentan en los Apéndices 1 y 2, respectivamente.

Cuadro 4. Alimentación en la etapa de destete (Exp. 1).

FASES DE ALIMENTACIÓN	PERIODO DE ESTANCIA POS-DESTETE	EDAD	FRECUENCIA
SUPERDESTETE	0 – 14	16 – 30 días	6 hrs
DESTETE UNO	15 – 35	31 – 51 días	12 hrs
DESTETE DOS	36 – 63	52 – 79 días	12 hrs
INICIADOR	64 – 70	80 – 86 días	12 hrs

La cantidad de alimento inicial se proporcionó de acuerdo con un consumo establecido por animal, iniciando con 50 g/lechón/día, incrementando esta cantidad hasta llegar a un consumo a libertad, permitiendo un rechazo del 5 al 10% (en la boca de los comederos) del total servido por día. Los cambios de alimentación en cada fase se realizaron en dos días, mezclándolos en una relación 50:50.

Durante la etapa de crecimiento los animales recibieron alimento iniciador del día 70 al día 105, en dos comidas diarias en intervalos de 12 h. El alimento contenía 2 Kg de Sc47 por tonelada de alimento. La alimentación se realizó a libre acceso, permitiendo un rechazo diario del 5 al 10% del total servido por día.

6.2.5. Análisis estadístico

En la etapa de destete, el experimento se condujo bajo un diseño de bloques completos al azar (siendo los bloques dos grupos de producción diferente), en un arreglo factorial 2 X 2 (dos niveles de levadura en maternidad (0 y 3.0 Kg/ton) y dos niveles de levadura en destete (0 y 2.0 Kg/ton)). En la etapa de crecimiento se usó un diseño completamente al azar en un arreglo factorial, con dos niveles de levadura en la etapa de maternidad y dos niveles de levadura en las etapas de destete y crecimiento, dando como resultado cuatro tratamientos (SS, SC, CS y CC). Como las variables ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA) y eficiencia alimenticia (EA) se midieron a través del tiempo (10 semanas para la fase de destete y 5 para la fase de crecimiento) en las mismas unidades experimentales, no puede suponerse independencia entre las observaciones. Por lo tanto, se realizó un análisis de mediciones repetidas, utilizando la instrucción REPEATED de los Procedimiento Lineales Generales del paquete estadístico SAS (39) (40). Las ecuaciones lineales de los modelos fueron las siguientes:

DESTETE

$$Y_{ijklm} = \mu + B_i + M_j + D_k + MD_{jk} + R(BMD)_{ijk} + S_l + MS_{jl} + DS_{kl} + MDS_{jkl} + \epsilon_{ijklm}$$

CRECIMIENTO

$$Y_{ijklm} = \mu + M_j + D_i + MD_{ji} + R(MD)_{ij} + S_k + MS_{ik} + DS_{jk} + MDS_{ijk} + \epsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijklm} = GDP, CA o EA de la m-ésima unidad experimental (corral) durante la l-ésima semana en el tratamiento con el j-ésimo nivel de levadura en maternidad y el k-ésimo nivel de levadura en el destete/crecimiento, en el i-ésimo bloque (caseta).

μ = media de la población.

B_i = efecto del i-ésimo bloque (i = 1, 2 en destete).

M_j o M_i = efecto del j-ésimo o i-ésimo nivel de levadura en maternidad en destete o crecimiento, respectivamente (j o i = 1, 2).

D_k o D_l = efecto del k-ésimo o l-ésimo nivel de levadura en destete o crecimiento, respectivamente (k o l = 1, 2).

MD_{jk} o MD_{il} = efecto de la doble interacción nivel de levadura en maternidad x nivel de levadura en destete o crecimiento, respectivamente.

$R(BMD)_{ijk}$ o $R(MD)_{il}$ = error experimental para probar los efectos de M, D y MD (destete o crecimiento, respectivamente)

S_l o S_k = efecto de la l-ésima o k-ésima semana de prueba, en destete o crecimiento, respectivamente (l = 1, ..., 10 ; k = 1, ..., 5)

MS_{jl} o MS_{kl} = efecto de la doble interacción nivel de levadura en maternidad x semana de prueba para destete o crecimiento, respectivamente.

DS_{kl} o DS_{jk} = efecto de la doble interacción nivel de levadura en semana de prueba para destete o crecimiento, respectivamente.

MDS_{jkl} o MDS_{ijk} = efecto de la triple interacción nivel de levadura en maternidad x nivel de levadura en destete x semana de prueba para destete o crecimiento, respectivamente.

ε_{ijkim} o ε_{ijkl} = error experimental para destete o crecimiento, respectivamente.

Los porcentajes de MB y MT se analizaron con un diseño de parcelas divididas, por lo que no se usó la instrucción REPEATED, para medir la variación a través del tiempo. No hubo necesidad de transformar los valores en porcentajes porque estos oscilaron entre 0 y 8 %. La prueba de separación de medias utilizada fue la de Tukey.

6.3. EXPERIMENTO 2

6.3.1. Instalaciones

Se utilizó una sala de destete con capacidad para 126 animales, construida de concreto de 12 m de largo, 6.20 m de ancho y 3.20 m de altura. La sala cuenta con tres ventanas de 1.5 m². En el interior de la caseta hay 21 corrales elevados de 1.48 m² y 70 cm de altura, con piso de rejilla. Cada corral cuenta con un comedero de seis bocas con capacidad de 20 kg de alimento y un bebedero de chupón, fijado en uno de los extremos del corral, a 30 cm de altura.

6.3.2. Selección de animales y manejo

El experimento se dividió en dos etapas: maternidad y destete. En la etapa de maternidad se utilizaron 19 cerdas Landrace-York, las cuales recibieron Sc47 en la ración 14 días antes del parto y durante toda su lactancia. Los lechones se muesquearon con número consecutivo, para poder identificarlos por camada y sexo.

En la etapa de destete se utilizaron 120 lechones de cruce Landrace-York/Duroc, de 21 ± 2 días de lactación, provenientes de la etapas anterior, los cuales se asignaron a uno de dos tratamientos. Los lechones se pesaron individualmente (peso inicial) y se confirmó el sexo de cada uno, para poder aleatorizar por peso y sexo. Se formaron grupos de 6 animales por corral, de peso similar y con un mismo número de hembras y machos, asignándoles al azar un corral (UE) y tratamiento. En cada UE se registró la cantidad de alimento ofrecido diariamente, midiendo el rechazo cada 7 días, al momento de realizar el pesaje e inventario de los animales. El experimento tuvo una duración de 7 semanas.

Durante la etapa de destete se registraron diariamente las bajas y los animales enfermos, anotando el número de animal, el peso, la fecha y el tratamiento. Se llevó una bitácora de actividades realizadas, incluyendo los tratamientos a los que se sometieron los animales enfermos.

Al igual que en el experimento anterior las condiciones de estrés por el re-acomodo y re-asignación facilitaron las manifestaciones de enfermedades propias de la granja.

6.3.3. Tratamientos experimentales

En el Cuadro 5 se presentan los tratamientos de la etapa de maternidad, en donde todas las hembras recibieron Sc47 en la ración, y en la etapa de destete los lechones se asignaron a uno de dos tratamientos (con y sin Sc47).

Cuadro 5. Tratamientos experimentales (Exp. 2).

ETAPA	T R A T A M I E N T O S	
MATERNIDAD	Con levadura (C)	
DESTETE	Sin levadura (CS)	Con levadura (CC)

La UE fue el corral, lo que significa que cada tratamiento contó con 10 repeticiones (120 animales/6 animales por UE = 20 UE /2 tratamientos = 10 UE/tratamiento).

6.3.4. Alimentación

Las cerdas en maternidad recibieron 14 días antes del parto 2 kg de alimento de lactación por cerda por día, que contenía 3 kg de Sc47 por tonelada de alimento. Durante toda la lactación la alimentación fue a libre acceso, permitiendo un rechazo del 5% del total servido por día. El alimento de destete, en todas sus fases (Cuadro 6), contó con 2 kg/ton de levadura Sc47. La cantidad de alimento inicial se proporcionó de acuerdo con un consumo establecido por animal, iniciando con 50 g/lechón/día, incrementando esta cantidad hasta llegar a un

consumo a libertad, permitiendo un rechazo del 5% del total servido por día. Los cambios de alimentación en cada fase se realizaron en dos días, con un porcentaje de 50-50.

La composición de los alimentos y el análisis calculado se presentan en los Apéndice 3 y 4, respectivamente.

Cuadro 6. Alimentación en la etapa de destete (Exp 2.).

FASES DE ALIMENTACIÓN	PERIODOS DE ESTANCIA PODESTETE	EDAD	FRECUENCIA
FASE CERO	0 – 7	21 – 28 días	12 hrs
SUPERDESTETE	8 – 21	29 – 42 días	12 hrs
DESTETE UNO	22 – 35	43 – 53 días	12 hrs
DESTETE DOS	36 – 49	54 – 70 días	12 hrs

6.3.5. Análisis estadístico

El análisis se realizó utilizando un diseño completamente al azar con dos tratamientos y se utilizó el programa de SAS (PROC GLM) (40) para el análisis. No se empleó ninguna transformación en los datos, ya que todos presentaron una distribución normal.

El modelo fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + R(T)_{j(i)} + S_k + TS_{ik} + \varepsilon_{ijkl}$$

Y_{ijkl} = GDP, CA o E.A. de la l -ésima unidad experimental (corral) durante la k -ésima semana en el tratamiento con el i -ésimo nivel de levadura en el destete.

μ = media de la población.

T_i = efecto del i -ésimo tratamiento ($i = 1, 2$).

$R(T)_{j(i)}$ = error experimental para probar el efecto de tratamiento.

S_k = efecto de la k -ésima semana de prueba ($k = 1, \dots, 7$).

TS_{ik} = efecto de la doble interacción de tratamientos x semana de prueba.

ε_{ijkl} = error experimental.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. EXPERIMENTO 1

7.1.2. ETAPA DE DESTETE

7.1.2.1. Consumo de alimento

Los resultados obtenidos con el análisis de mediciones repetidas con datos de consumo total de alimento por UE (Cuadro 7) revelaron únicamente diferencia entre semanas ($P < 0.0001$). Sin embargo, el análisis de los datos de consumo tuvo el inconveniente de que el número de lechones por UE no permaneció constante durante el desarrollo del mismo. Debido a la mortalidad que se presentó durante el transcurso del experimento, se observó una gran variación en el consumo, medida a través del cuadrado medio del error, especialmente en la parte del análisis que corresponde a "entre sujetos".

Cuadro 7. Análisis de varianza del consumo total de alimento por unidad experimental (Exp. 1).

ENTRE SUJETOS				
FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	C.M.	F	P>
T.M.	1	4616.5282	0.52	0.478
T.D.	1	31.6827	0.00	0.952
T.M. X T.D.	1	7740.7042	0.88	0.360
ERROR	20	8843.1595		
TOTAL	23			
DENTRO DE SUJETOS				
SEMANAS	9	98176.4591852	148.64	0.001
SEMANAS X TM	9	342.3620156	0.52	0.860
SEMANAS X T.D.	9	358.1439630	0.54	0.842
SEMANAS X TM X TD	9	362.8560185	0.55	0.836
ERROR	180	660.5189611		
TOTAL	216			
TOTAL	239			

T.M = Tratamiento en maternidad, T.D = tratamiento en destete

Por este motivo se procedió a calcular los consumos promedio por día por animal y se repitió el análisis de varianza con estos datos (Cuadro 8). Este análisis indicó un efecto del tratamiento de destete ($P < 0.04$) y por semana ($P < 0.001$).

Cuadro 8. Análisis de varianza para consumo de alimento promedio (Exp. 1).

ENTRE SUJETOS				
FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	C.M.	F	P >
T.M.	1	0.06763	2.33	0.142
T.D.	1	0.14895	5.12	0.034
T.M. X T.D.	1	0.00353	0.12	0.730
ERROR	20	0.02907		
TOTAL	23			
DENTRO DE SUJETOS				
SEMANAS	9	2.4664	225.10	0.001
SEMANAS X TM	9	0.0066	0.61	0.787
SEMANAS X T.D.	9	0.0048	0.44	0.911
SEMANAS X TM X TD	9	0.0049	0.45	0.906
ERROR	180	1.9722	0.010	
TOTAL	216			
TOTAL	239			

T.M = Tratamiento en maternidad, T.D = tratamiento en destete

En el Cuadro 9 y en la Figura 1 se presentan los resultados del consumo diario de alimento, obtenidos en cada una de las fases de alimentación, con los diferentes tratamientos experimentales, observándose la mejor respuesta numérica en el tratamiento donde las cerdas recibieron Sc47 en el periodo de maternidad y después estos lechones la recibieron en el periodo de destete (tratamiento CC, Cuadro 9). La transformación polinomial para el efecto de tiempo mostró que el efecto a la octava potencia fue significativo ($P < 0.02$, Apéndice 5).

Cuadro 9. Consumo diario promedio (Kg) de alimento por lechón (Exp. 1).

Medias de mínimos cuadrados.

Días de estancia	Fase de alimentación	TRATAMIENTOS				EEM
		SS	SC	CS	CC	
Al día 7	Superdestete	0.111	0.112	0.126	0.153	0.010
Al día 14	Superdestete	0.173	0.196	0.192	0.202	0.008
Al día 35	Destete 1	0.296	0.332	0.313	0.361	0.016
Al día 63	Destete 2	0.482	0.540	0.520	0.559	0.021
Al día 70	Iniciador	0.536	0.594	0.577	0.619	0.022

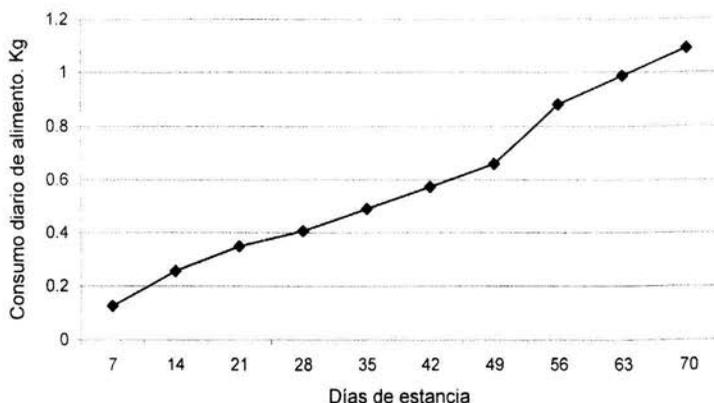


Figura 1. Consumo diario de alimento (Exp. 1).

Navas *et al.* (13) obtuvieron una mayor respuesta (0.483 vs 0.361 kg) con Sc47 al día 51 de edad (35 de estancia), mientras que Martínez *et al* (31) la encontraron al día 47 de edad (31 de estancia) (0.361 vs 0.300 kg). En el presente trabajo se esperaba un consumo de 0.386 kg/día para los primeros 14 días; al día 35, de 0.812; al día 63, de 1.559 y para finalizar el experimento, un CDA de 1.578 kg/día, de acuerdo con el análisis calculado de la dieta (Apéndice 2) y lo establecido por NRC (41). Si bien los consumos obtenidos en el experimento no fueron los esperados, debe de tomarse en cuenta que diversos factores pudieran haber influido en estos resultados, principalmente el estrés causado por el re-agrupamiento de animales, las peleas por jerarquización, el cambio de medioambiente, el espacio vital, el espacio de comedero, la disponibilidad de alimento y el suministro de agua (37). A todo esto hay que agregar la falta de estimulación al consumo de alimento por medio de la exposición de alimento sólido durante la lactación y el cambio brusco en la alimentación una vez que los lechones fueron destetados.

Otro de los aspectos importantes a considerar es la realización de un programa de medicina preventiva específico para la granja (Cuadro 2) a la tercera semana de vida y que por

sí solo tiene una repercusión en el consumo de alimento. Sin lugar a duda, la disminución del consumo de alimento en periodos críticos tiene serias repercusiones en etapas posteriores y todo esto concluye con un retraso del crecimiento (38, 42).

7.1.2.2. Ganancia diaria de peso

Debido a que el análisis de la ganancia total de peso por UE generó los mismos problemas que se vieron en el consumo total de alimento (un cuadrado medio del error muy elevado), se procedió a calcular la GDP promedio por lechón. Los resultados obtenidos no reflejaron ninguna diferencia entre tratamientos y las interacciones no fueron significativas (Cuadro 10).

Cuadro 10. Análisis de varianza para ganancia diaria de peso promedio (Exp.1).

ENTRE SUJETOS				
FUENTE DE VARIACION	G.L.	C.M.	F	P >
T.M.	1	0.0118	0.73	0.402
T.D.	1	0.0180	1.11	0.304
T.M. X T.D.	1	0.00003	0.00	0.964
ERROR	20	0.0162		
TOTAL	23			
DENTRO DE SUJETOS				
SEMANAS	9	0.7449	41.98	0.001
SEMANAS X TM	9	0.0189	1.07	0.387
SEMANAS X T.D.	9	0.0218	1.23	0.279
SEMANAS X TM X TD	9	0.01974	1.11	0.355
ERROR	180	0.0177		
TOTAL	216			
TOTAL	239			

T.M = Tratamiento en maternidad, T.D = tratamiento en destete.

En el Cuadro 11 y la Figura 2 se muestra que los cerdos cuyas madres consumieron Sc47 obtuvieron las mejores GDP numéricas durante los primeros 14 días; después de este periodo y hasta finalizar la etapa, los cerdos que consumieron Sc47 durante el destete independientemente del tratamiento materno tuvieron una mejor respuesta numérica.

En la Figura 2 puede observarse que la GDP fue ascendiendo de manera lineal hasta los 21 días y del día 21 al 35, los animales siguieron ganando peso, pero a menor velocidad; entre los días 35 y 42 la GDP se estancó, y del día 42 al 70 se presentó cierta recuperación.

El efecto de tiempo resultó nuevamente significativo ($P < 0.0001$) y los contrastes polinomiales indicaron un efecto a la séptima potencia ($P < 0.03$, Apéndice 6), lo cual significa que los lechones no tuvieron un crecimiento lineal, como era de esperarse. Este crecimiento fue un reflejo del consumo de alimento.

Cuadro 11. Ganancia diaria de peso promedio. (Kg) (Exp.1).
Medias de mínimos cuadrados.

Días de estancia	Fase de alimentación	TRATAMIENTOS				EEM
		SS	SC	CS	CC	
Al día 7	Superdestete	0.030	0.036	0.062	0.128	0.041
Al día 14	Superdestete	0.079	0.097	0.106	0.148	0.025
Al día 35	Destete 1	0.195	0.212	0.197	0.238	0.016
Al día 63	Destete2	0.294	0.320	0.308	0.326	0.016
Al día 70	Iniciador	0.326	0.342	0.339	0.357	0.016

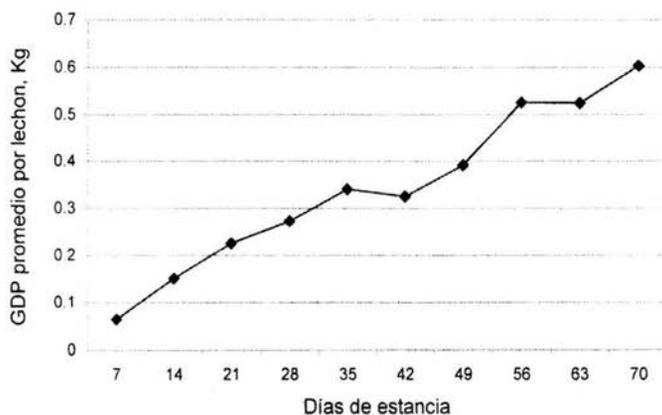


Figura 2. Ganancia diaria de peso (Exp. 1).

La GDP con Sc47 en el trabajo de Navas *et al.* (13) fue de 0.351 vs 0.238 kg/día sin levadura a los 51 días de edad (35 de estancia) y de 0.272 vs 0.238 kg/día al día 47 de edad (31 de estancia) en el experimento de Martínez *et al.* (31). La GDP esperada para los primeros 14 días era de 0.224 kg/día; para el día 35, 0.438 kg/día; para el día 63, 0.753 kg/día, y para finalizar el experimento se esperaba alcanzar una GDP de 0.800 kg/día, de acuerdo con los análisis calculados de las dietas y lo establecido por NRC (41).

Para este criterio de repuesta es muy importante destacar que si el consumo diario de alimento disminuye por condiciones medioambientales y de salud del animal, habrá una serie de repercusiones en la GDP. Una disminución en el CDA podría desencadenar una serie de eventos, entre los que destacan una estimulación del sistema nervioso central por citocinas proinflamatorias producidas por ciertos microorganismos y estados de estrés, alterando diversas reacciones metabólicas en órganos y tejidos. Algunas de estas reacciones serían la degradación del músculo esquelético y un incremento en la lipólisis, ocasionando un deterioro evidente en el animal (29). Si persistieran estas fuentes de estrés y enfermedad, habría un aumento en la morbilidad y mortalidad. Por esta razón, los periodos críticos resultaron ser lo más importante dadas las condiciones sanitarias donde se realizó el trabajo.

7.1.2.3. Eficiencia alimenticia

Como consecuencia de las dos variables anteriores, los resultados del análisis de la EA, expresada en ganancia en función al consumo (Cuadro 12), no revelaron ninguna diferencia significativa para los tratamientos y sus interacciones.

Cuadro 12. Análisis de varianza para la eficiencia alimenticia promedio (Exp.1).

ENTRE SUJETOS				
FUENTE DE VARIACION	G.L.	C.M.	F	P >
T.M.	1	0.0002	0.00	0.947
T.D.	1	0.00007	0.00	0.971
T.M. X T.D.	1	0.1206	2.23	0.155
ERROR	16	0.0541		
TOTAL	19			
DENTRO DE SUJETOS				
SEMANAS	9	0.0807	4.66	0.001
SEMANAS X TM	9	0.0168	0.97	0.396
SEMANAS X T.D.	9	0.0041	0.24	0.816
SEMANAS X TM X TD	9	0.0497	2.88	0.062
ERROR	144	0.0173		
TOTAL	180			
TOTAL	199			

T.M = Tratamiento en maternidad, T.D = tratamiento en destete

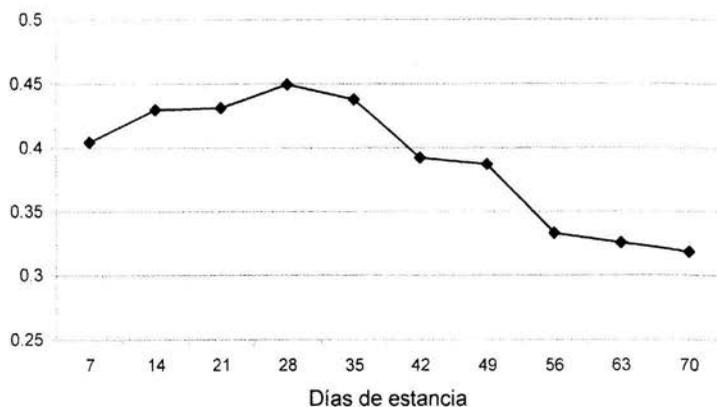
Para el factor tiempo hubo, una vez más, una diferencia significativa (Figura 3, $P < 0.001$). Los contrastes polinomiales (Apéndice 7) indican que la eficiencia alimenticia tuvo un comportamiento de tipo cúbico ($P < 0.009$).

En el Cuadro 13 y la Figura 3 se muestran los resultados de EA. Numéricamente, el uso de Sc47 durante las dos etapas mejoró la EA en los primeros 14 días.

Los resultados esperados relacionados con esta variable eran de 0.580 al día 14; al día 35, 0.539; al día 63, 0.483 y al final del experimento, 0.477. La EA en el estudio de Navas *et al.* (13) al día 51 de edad fue de 0.726 vs 0.661 kg/día, (consumiendo y no consumiendo Sc47, respectivamente) mientras que en el estudio de Martínez *et al.* (31), al día 47 de edad los lechones que consumieron Sc47 tuvieron una EA de 0.931 vs 0.661. La EA aquí encontradas fueron similares a las de estos dos estudios.

Cuadro 13. Eficiencia alimenticia promedio (Exp. 1).**Medias de mínimos cuadrados.**

Días de estancia	Fase de alimentación	TRATAMIENTOS				EEM
		SS	SC	CS	CC	
Al día 7	Superdestete	0.287	0.304	0.466	1.000	0.369
Al día 14	Superdestete	0.463	0.498	0.567	0.732	0.133
Al día 35	Destete1	0.659	0.644	0.628	0.661	0.041
Al día 63	Destete2	0.610	0.595	0.601	0.586	0.031
Al día 70	Iniciador	0.607	0.576	0.592	0.580	0.027

**Figura 3 Eficiencia alimenticia (Exp. 1).**

La capacidad de producción del cerdo varía dependiendo de la etapa de producción en que se encuentre. La etapa de destete es el primer paso del crecimiento y es cuando los lechones empiezan a manifestar su capacidad de producción y presentan una mayor EA, debido a que tienen su primer contacto con alimentos sólido.

Se considera que de los 16 a los 51 días de edad el crecimiento del lechón debe ser lineal y en ese periodo es cuando podemos observar las mayores eficiencias alimenticias.

Conforme el animal crece, esa eficiencia disminuye, principalmente debido a los cambios que se presentan en la capacidad de consumo, aprovechamiento de nutrientes y deposición de tejido.

7.1.2.4. Peso corporal

Para el peso corporal por animal se obtuvo únicamente diferencia estadística significativa ($P < 0.001$) para las semanas de prueba (Cuadro 14).

Cuadro 14. Análisis de varianza para peso corporal promedio (Exp.1).

<u>ENTRE SUJETOS</u>				
<u>FUENTE DE VARIACION</u>	<u>G.L.</u>	<u>C.M.</u>	<u>F</u>	<u>P ></u>
T.M.	1	0.6785	0.02	0.882
T.D.	1	48.110	1.58	0.222
T.M. X T.D.	1	10.062	0.33	0.571
ERROR	20	30.395		
<u>DENTRO DE SUJETOS</u>				
SEMANAS	9	1108.8910	972.96	0.001
SEMANAS X TM	9	0.4095	0.36	0.770
SEMANAS X T.D.	9	1.8251	1.60	0.201
SEMANAS X TM X TD	9	0.5155	0.45	0.704
ERROR	180	1.1393		
TOTAL	239			

T.M = Tratamiento en maternidad, T.D = tratamiento en destete

El Cuadro 15 y la Figura 4 muestran los cambios de peso de los lechones durante el experimento. Al destete no hubo diferencia en el peso entre los lechones cuyas madres recibieron Sc47 durante la lactancia y los lechones cuyas madres no recibieron Sc47 (4.405 vs 4.150 ± 0.395 Kg, respectivamente). Con el transcurso de las semanas y fases de alimentación, los animales fueron ganando peso, observándose en las primeras dos semanas (superdestete) que los animales mantuvieron un crecimiento muy pobre (Figura 4).

Cuadro 15. Peso corporal promedio. Kg (Exp 1).
Medias de mínimos cuadrados.

Días de estancia	Fase de alimentación	TRATAMIENTOS				EEM
		SS	SC	CS	CC	
Al día 7	Superdestete	4.310	4.960	4.770	4.870	0.341
Al día 14	Superdestete	5.220	6.070	5.820	6.050	0.431
Al día 35	Destete1	10.940	12.170	11.250	12.310	0.807
Al día 63	Destete2	22.640	24.920	23.790	24.550	1.241
Peso final	Iniciador	26.950	28.720	28.100	29.020	1.392

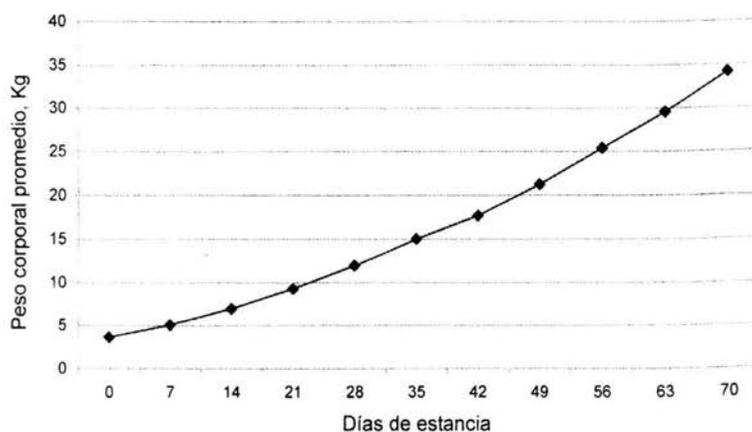


Figura 4. Peso corporal promedio de los lechones (Exp. 1).

Sin embargo, entre los 14 y 63 días el peso promedio de los lechones fue aumentando, debido a que ya existe una maduración digestiva total y la deposición de tejido es evidente. En la última fase de alimentación (iniciador), el aumento de peso corporal de los lechones ya no fue tan pronunciado como consecuencia de una disminución en la capacidad de consumo y una menor deposición de tejido. Por lo tanto, el consumo puede permanecer en ascenso, pero la GDP y EA disminuyen. Los contrastes polinomiales marcaron un efecto significativo ($P < 0.02$) a la sexta potencia (Apéndice 8). Se puede observar que las formas de las curvas de las figuras 1-4 son muy parecidas.

En general, el peso mínimo que se esperaba para las diferentes fases de alimentación eran: inicial, 5 kg; al día 14, 8 kg; al día 35, 17 kg; al día 63, 32 kg, y al final, 37 kg, independientemente de los tratamientos experimentales. El hecho de que esos pesos no se hayan obtenido en ninguno de los tratamientos es un efecto de las situaciones adversas a las que estuvieron sometidos los lechones durante el experimento, que finalmente repercutieron en el consumo de alimento.

7.1.2.5. Morbilidad

Uno de los principales problemas que se presentaron en el trabajo fueron las siguientes dos variables. La alta morbilidad que se manifestó interfirió de manera notable en los resultados del experimento. Si bien se buscaban las condiciones y los desafíos que una granja comercial puede proporcionar, en esta oportunidad esos desafíos rebasaron por completo las expectativas del trabajo. Por lo tanto, los resultados que se presentan a continuación adquieren un gran valor para explicar lo sucedido con los tratamientos en este experimento.

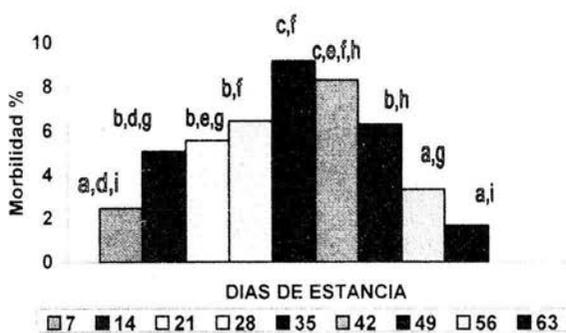
Con el modelo estadístico de parcelas divididas, los resultados obtenidos no mostraron ninguna diferencia significativa en morbilidad entre tratamientos, excepto para el efecto de tiempo ($P < 0.001$) (Cuadro 16).

Cuadro 16. Análisis de varianza de la morbilidad durante el destete (Exp.1).

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	C.M	F	P>
BQ	1	3.75	0.0939	0.699
T.M.	1	60.0	1.50	0.123
T.D.	1	68.266667	1.71	0.100
T.M.*T.D.	1	273.06667	6.82	0.111
ERROR A.	1	40.01667		
SEMANA	9	1857.8333	74.1949	0.001
SEMANA*T.M.	9	239.5000	9.5647	0.392
SEMANA*T.D.	9	89.9000	3.5902	0.934
SEMANA*T.M.*T.D.	9	139.1000	5.5555	0.781
ERROR	198	25.0399		
TOTAL	239			

BQ = Bloque, T.M = Tratamiento en maternidad, T.D = tratamiento en destete

Puede observarse en la Figura 5 que la morbilidad fue en aumento con el transcurso del tiempo, teniendo su punto más alto entre los días 28 y 49, momento en el que se lleva a cabo el programa de medicina preventiva (Cuadro 2). Es importante destacar que cada uno de los procedimientos de inmunización de los cerdos debe de ser lo más preciso posible. Si alguna de estas medicaciones no es seguida con la puntualidad correcta no servirá de nada realizarla y las consecuencias de este manejo deficiente será un retraso en la producción y muy probablemente un aumento en la mortalidad. Esto ayuda a explicar los resultados obtenidos para CDA (Figura 1) y GDP (Figura 2).



a-i Literales diferentes entre columnas indican diferencia estadística ($P < 0.05$).

Figura 5. Porcentaje de morbilidad (Exp. 1).

Los primeros signos de enfermedad se presentaron en los primeros 7 días, sobre todo con animales que llegaron al destete en un estado crítico (diarrea, disnea, anorexia). A partir del día 14 y hasta el 28, se observa un incremento gradual de animales enfermos, destacando que en el día 24 se realizó la primera inmunización. Este manejo por sí solo estresa y debilita a los lechones (42). El mayor porcentaje de morbilidad se observó en el día 35 (>8%), con animales que presentaron disnea, anorexia, letargia, signos nerviosos (incoordinación). La morbilidad después fue descendiendo hasta el día 63, cuando llegó a menos del 2% (animales con

anorexia y problemas nerviosos), finalizando el programa de medicina preventiva al día 62 con la última inmunización.

Los problemas que se lleguen a presentar en esta fase determinan el tiempo en que los animales llegan a mercado. Los programas de alimentación, de medicina preventiva y de manejo, en general, cobran una gran importancia. Una deficiencia en alguno de estos rubros causará un retraso en el crecimiento, como lo indica un peso promedio por lechón de 28 kg, cuando deberían haber pesado un mínimo de 37 Kg a los 84 días de edad. Es por eso que la identificación oportuna de cualquier padecimiento es imprescindible para poder tratarlo adecuadamente.

7.1.2.6. Mortalidad

En esta variable se encontraron diferencias estadísticamente significativas para bloque, tratamiento, interacción entre tratamientos y para efecto de tiempo ($P < 0.001$, Cuadro 17).

En el caso de bloque, se presentó una mayor mortalidad en la caseta 2 (30.2% vs. 23.1%). En ambas casetas el manejo fue el mismo; sin embargo, en la caseta 2 entró una mayor cantidad de animales con problemas respiratorios y animales de bajo peso, lo que probablemente provocó que en periodos de estrés estos lechones no sobrevivieran.

Cuadro 17. Análisis de varianza de la mortalidad durante el destete (Exp.1).

FUENTE DE VARIACION	G.L.	C.M	F	P>
BQ	1	75.9375	18224.98	0.001
T.M.	1	24.704167	5928.99	0.001
T.D.	1	0.7041667	169.00	0.001
T.M.*T.D.	1	26.004166	6240.99	0.001
ERROR A	1	0.00416667		
SEMANA	9	1237.2042	79.6495	0.001
SEMANA*T.M.	9	96.170833	6.1913	0.719
SEMANA*T.D.	9	111.00417	7.1462	0.622
SEMANA*T.M.*T.D.	9	4.376833	2.9209	0.966
ERROR	198	15.5331		
TOTAL	239			

BQ = Bloque, T.M = Tratamiento en maternidad, T.D = tratamiento en destete

En la Figura 6 se muestran los resultados de la mortalidad durante el experimento para la interacción de tratamiento materno x tratamiento destete. Los lechones que no recibieron levadura al destete, pero cuyas madres la consumieron durante la lactancia (CS) tuvieron el menor porcentaje de morbilidad durante el destete. Esto pudo deberse a que en los existe en las madres hubo una mayor producción de IgA en la leche, lo que le proporcionó al lechón una mejor protección durante los periodos de desafío (32). Entre los otros tratamientos no hubo diferencia estadística ($P < 0.05$). En cuanto al efecto de tiempo, puede observarse en la Figura 7 que las mayores mortalidades se registraron entre los días 28 y 42 de estancia, descendiendo hasta el día 63, lo cual coincide con la mayor cantidad de lechones enfermos.

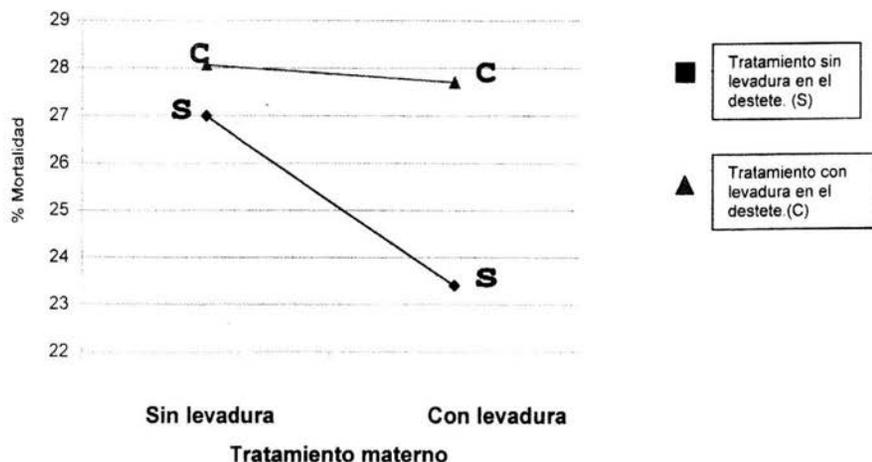


Figura 6. Porcentaje de mortalidad durante el Exp 1.

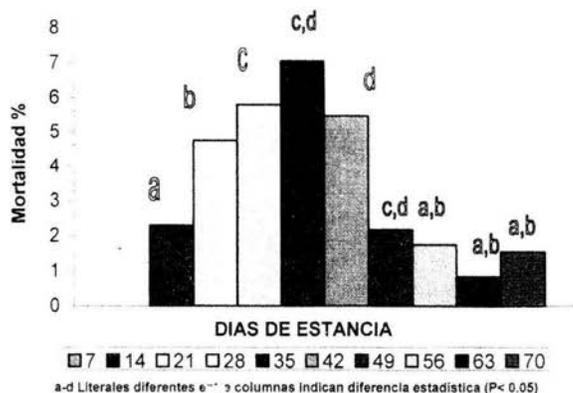


Figura 7. Mortalidad (Exp. 1).

En el Cuadro 18 puede observarse que hay una buena correspondencia entre la MB y la MT de cada semana. En todos los casos la morbilidad fue mayor que la mortalidad, lo que significa que hubo animales que se "recuperaron". Las mayores morbilidades y mortalidades se manifestaron en los periodos de estrés (manejo, inicio de programa de medicina preventiva y cambio de fase de alimentación).

Cuadro 18. Porcentaje de morbilidad y mortalidad por día de estancia (Exp.1).

Días de estancia	Morbilidad %	Mortalidad %
7	2.458	0.000
14	5.083	2.291
21	5.583	4.750
28	6.458	5.791
35	9.166	7.041
42	8.291	5.458
49	6.291	2.166
56	3.333	1.750
63	1.666	0.833
70	0.000	1.541

La morbilidad y mortalidad durante la etapa de destete en empresas porcícolas representa una de las mayores pérdidas económicas, debido a la cantidad de animales que no llegaron a mercado. Sin embargo, la mayor pérdida económica se genera en animales con retraso en el crecimiento, debido a una mayor cantidad de días a mercado y por el gasto de alimentación y antibióticos que nunca podrá ser recuperado. El retraso en el crecimiento significa una mayor cantidad de días a mercado y, por lo tanto, mayor gasto por alimentación, que nunca podrá ser recuperado, sin contar con que los animales que se mueren durante esta primera etapa tienen el mayor gasto económico por el uso de preiniciadores.

7.1.3. ETAPA DE CRECIMIENTO

Al término de la etapa de destete los cerdos pasaron a una sala de crecimiento donde se analizaron las siguientes variables:

7.1.3.1 Consumo de alimento

Los resultados obtenidos con datos de consumo total de alimento por UE (Cuadro 19) no presentaron ninguna diferencia estadística significativa entre sujetos. Para el caso de semanas dentro de sujetos se encontró una diferencia significativa ($P < 0.001$).

Cuadro 19. Análisis de varianza del consumo de alimento total en la etapa de crecimiento (Exp. 1.).

ENTRE SUJETOS				
VARIABLES	G.L.	C.M.	F	P >
T.M.	1	17459.377	0.66	0.434
T.C.	1	11247.246	0.42	0.528
TM*TC	1	3737.017	0.14	0.714
ERROR	11	26575.624		
DENTRO DE SUJETOS				
SEMANA	4	104641.6459	29.58	0.001
SEMANA*TM	4	3068.3330	0.87	0.475
SEMANA*TC	4	1238.0255	0.35	0.807
SEMANA*TM*TC	4	250.2547	0.07	0.981
ERROR	44	3537.4018		

TM= Tratamiento materno TC= Tratamiento en crecimiento.

Al inicio del experimento, el número de animales por UE fue similar para cada uno de los tratamientos (45 ± 2); sin embargo, durante el desarrollo de la etapa, la presencia de un problema infeccioso dentro de la granja afectó la cantidad de animales al término del experimento. Por esta razón, se decidió realizar nuevamente el análisis con consumos promedio por cerdo (Cuadro 20). Los resultados fueron similares a los de consumo total por UE, encontrando diferencia significativa únicamente para semanas ($P < 0.001$).

**Cuadro 20. Análisis de varianza del consumo diario de alimento
en la etapa de crecimiento (Exp. 1)**

VARIABLES	ENTRE SUJETOS		F	P >
	G.L.	C.M.		
T.M.	1	0.07368	0.32	0.583
T.C.	1	0.14078	0.61	0.451
TM*TC	1	0.00347	0.02	0.904
ERROR	11	0.23108		
DENTRO DE SUJETOS				
SEMANA	4	0.98564	25.51	0.001
SEMANA*TM	4	0.03350	0.87	0.469
SEMANA*TC	4	0.01738	0.45	0.723
SEMANA*TM*TC	4	0.00286	0.07	0.975
ERROR	44	0.03863		

TM= Tratamiento materno TC= Tratamiento en crecimiento

En el Cuadro 21 se muestran los promedios para esta variable por semana. Al día 7, los animales que consumieron Sc47 durante el periodo de destete y crecimiento fueron numéricamente mejores, independientemente del tratamiento materno. Durante los primeros 14 días del experimento el CDA fue en ascenso (Figura 8). Para el día 21 se presentó un cuadro clínico de diarrea y anorexia, lo que tuvo como consecuencia una disminución en el CDA para todos los tratamientos (Figura 7). Hacia el final de la etapa (día 35), los animales manifestaron una recuperación en el CDA, marcándose una mejor respuesta numérica en los animales que consumieron Sc47 en ambas etapas (maternidad y crecimiento). Sin embargo el CDA no alcanzó los niveles iniciales del día 7.

Para los animales que recibieron levadura durante la etapa de crecimiento, el CDA fue de 1.444 ± 0.275 kg; para el caso de los animales que no recibieron levadura, el consumo promedio de 1.362 ± 0.246 kg.

**Cuadro 21. Consumo diario de alimento en crecimiento. Kg (Exp.1).
Medias de mínimos cuadrados.**

Días de estancia	Tratamientos				EEM
	SS	SC	CS	CC	
Al día 7.	1.596	1.697	1.541	1.643	0.049
Al día 14.	1.596	1.683	1.691	1.737	0.004
Al día 21.	1.090	1.080	1.142	1.142	0.003
Al día 28.	1.123	1.165	1.108	1.245	0.011
Al día 35.	1.276	1.428	1.451	1.671	0.134

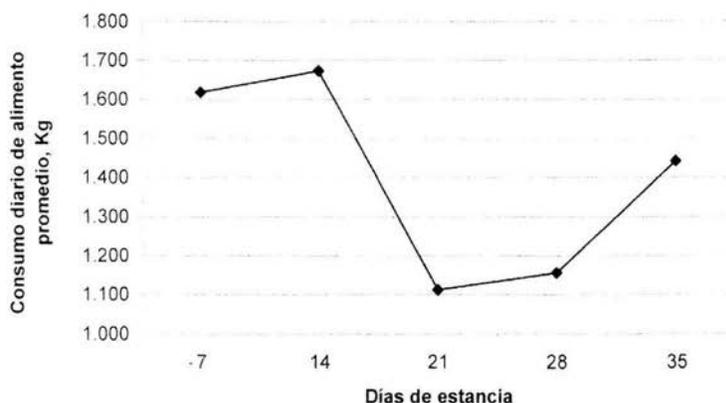


Figura 8. Consumo diario de alimento en la etapa de crecimiento (Exp. 1).

Para esta etapa se esperaba un CDA de 1.761 kg/día al iniciar la etapa, 2.063 kg/día para el día 21 de estancia y 2.319 kg/día hacia el final, de acuerdo con el análisis calculado de la dieta de crecimiento y el NRC (41). Los contrastes polinomiales indicaron la presencia de un efecto cuártico ($P < 0.0002$) (Apéndice 9).

7.1.3.2. Ganancia diaria de peso

El análisis de GDP no reflejó ninguna diferencia significativa entre sujetos; sin embargo, dentro de sujetos el efecto de tiempo resultó significativo ($P < 0.0001$) (Cuadro 22).

Cuadro 22. Análisis de varianza para la ganancia diaria de peso en la etapa de crecimiento (Exp. 1)

VARIABLES	ENTRE SUJETOS			
	G.L.	C.M.	F	P >
T.M.	1	0.05156	0.65	0.438
T.C.	1	0.00042	0.01	0.943
TM*TC	1	0.00849	0.11	0.750
ERROR	11	0.07968		
DENTRO DE SUJETOS				
SEMANA	4	0.87832	19.91	0.001
SEMANA*TM	4	0.03317	0.75	0.561
SEMANA*TC	4	0.10041	2.28	0.076
SEMANA*TM*TC	4	0.00697	0.16	0.958
ERROR	44	0.04410		

TM= Tratamiento materno TC= Tratamiento en crecimiento.

Analizando los datos de GDP (Cuadro 23, Figura 8), las mejores ganancia de peso se observaron durante los primeros 7 día en la etapa de crecimiento y las peores, al día 21. Esto coincide con la información en el cuadro 22 y las bajas GDP. A partir del día 28 y hasta finalizar la etapa se observó una recuperación de la GDP (Figura 9), que numéricamente fue mejor en los tratamientos que recibieron SC47, esto pudo haber sido debido a un periodo compensatorio que cada uno de los tratamientos sufrió sin embargo se observa que los animales que recibieron Sc47 respondieron mejor probablemente a que se encontraban en un mejor estado físico. La transformación polinomial indicó un efecto cuártico ($P < 0.0002$) (Apéndice 10).

Cuadro 23. Ganancia diaria de peso en crecimiento. Kg (Exp.1).
Medias de mínimos cuadrados.

Días de estancia	Tratamientos				EEM
	SS	SC	CS	CC	
Al día 7.	0.761	0.804	0.870	0.692	0.117
Al día 14.	0.752	0.672	0.794	0.682	0.012
Al día 21.	0.219	0.200	0.211	0.370	0.040
Al día 28.	0.513	0.560	0.620	0.470	0.029
Al día 35.	0.520	0.705	0.625	0.840	0.103

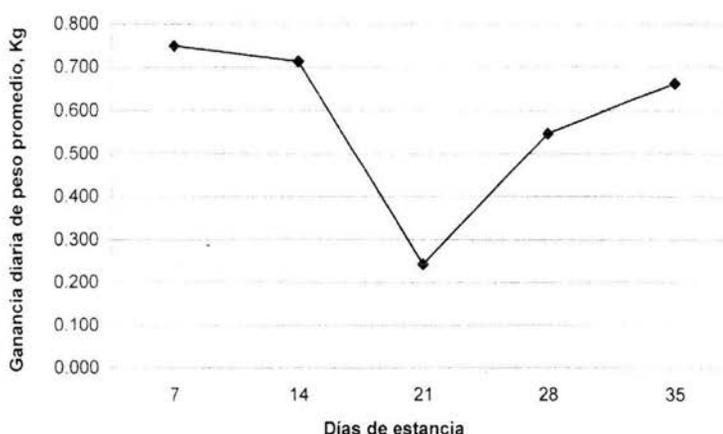


Figura 9. Ganancia diaria de peso etapa de crecimiento (Exp. 1).

Las GDP esperadas para este periodo eran de 0.815 kg/día para el inicio; al día 21 se esperaba una GDP de 0.907 kg/día y al final del periodo, 0.974 kg/día, de acuerdo con los análisis calculados de la dieta y NRC (41).

7.1.3.3. Eficiencia alimenticia

Con los resultados obtenidos de las variables anteriores, el análisis de la EA no reveló ninguna diferencia significativa para los tratamientos y sus interacciones, pero para el caso de tiempo sí se observó una interacción con el tratamiento en crecimiento ($P < 0.057$) (Cuadro 24). Esta interacción se muestra en el Cuadro 25 y en la Figura 10. Como puede observarse las mejores EA las tuvieron los cerdos que no recibieron levadura durante el crecimiento en las semanas 1, 2 y 4, mientras que los cerdos que recibieron levadura tuvieron mejores EA en las semanas 3 y 5 y al final del experimento.

Cuadro 24. Eficiencia alimenticia durante la etapa de crecimiento (Exp. 1).

ENTRE SUJETOS				
VARIABLES	G.L.	C.M.	F	P >
T.M.	1	0.03930	1.41	0.260
T.C.	1	0.01099	0.39	0.543
TM*TC	1	0.00807	0.29	0.601
ERROR	11	0.02792		
DENTRO DE SUJETOS				
SEMANA	4	0.24629	8.24	0.001
SEMANA*TM	4	0.04426	1.48	0.224
SEMANA*TC	4	0.07420	2.48	0.057
SEMANA*TM*TC	4	0.00206	0.07	0.990
ERROR	44	0.02987		

TM= Tratamiento materno TC= Tratamiento en crecimiento.

Cuadro 25. Eficiencia alimenticia en crecimiento (Exp.1).

Medias de mínimos cuadrados.

Semana	Tratamientos		
	Control	SC47	EEM
1 (al día 7 kg.)	0.520	0.449	0.013
2 (al día 14 kg.)	0.485	0.378	0.046
3 (al día 21 kg.)	0.221	0.266	0.081
4 (al día 28 kg.)	0.502	0.434	0.054
5 (al día 35 kg.)	0.413	0.504	0.046

El aumento o disminución en el CDA y en la GDP se reflejaron directamente en esta variable, observándose una disminución de la EA en el mismo periodo en el cual las dos variables anteriores también presentaron una disminución (Figura 10). La transformación polinomial indicó un efecto cuártico ($P < 0.001$) (Apéndice 11).

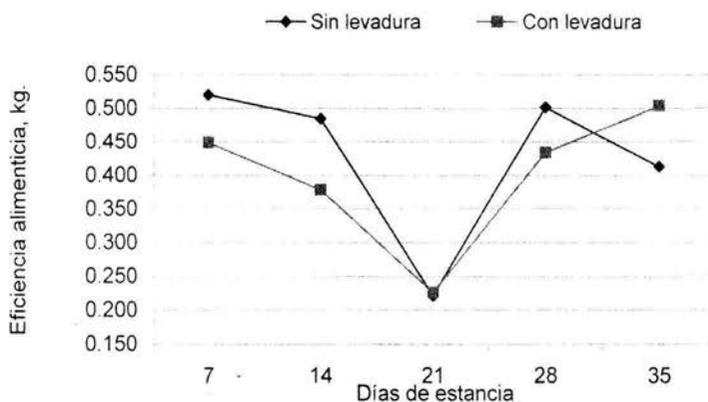


Figura 10. Eficiencia alimenticia durante la etapa de crecimiento (Exp. 1)

Al igual que sucedió con las otras variables, se pensaba que para este periodo no se alcanzarían las EA esperadas por el problema infeccioso que se presentó. Sin embargo, al inicio del experimento la expectativa de una EA de 0.462 de acuerdo con el NRC se rebasó, pues el promedio fue de 0.488. Para el día 21, la EA promedio fue de 0.237, un 53% menos que lo esperado (0.439), lo que causó un gran impacto en las siguientes etapas. No obstante, para el término de esta etapa experimental se obtuvo una EA de hasta un 8% más de lo esperado (0.420 vs. 0.453).

7.1.3.4. Peso corporal

No se obtuvo ninguna diferencia significativa entre tratamientos ni para las interacciones, pero para el factor tiempo se observó una diferencia significativa ($P < 0.0001$) (Cuadro 26).

Cuadro 26. Análisis de varianza para el pesos corporal durante la etapa de crecimiento (Exp. 1).

<u>ENTRE SUJETOS</u>				
VARIABLES	G.L.	C.M.	F	P >
T.M	1	419354.00	0.79	0.393
T.C.	1	286230.15	0.54	0.478
TM*TC	1	9808.65	0.02	0.894
ERROR	11	530885.31		
<u>DENTRO DE SUJETOS</u>				
SEMANA	5	1118727.787179	132.28	0.001
SEMANA*TM	5	8485.656410	1.0	0.384
SEMANA*TC	5	2773.964103	0.33	0.729
SEMANA*TM*TC	5	530.064103	0.06	0.943
ERROR	55	8457.271212		

TM= Tratamiento materno TC= Tratamiento en crecimiento

Para el inicio de este periodo, los animales que consumieron Sc47 en los periodos anteriores tuvieron la ventaja de entrar a esta nueva etapa experimental con un peso mayor que los controles (13% más), lo cual se reflejó en un peso al final del periodo 12 % mayor con respecto al control (Cuadro 27). Sin embargo, la diferencia no fue estadísticamente significativa. Como muestra la Figura 11, el peso corporal de los animales fue ascendiendo durante esta etapa, pero se observa una ligera depresión entre los días 14 y 21, terminando la etapa, de acuerdo con lo establecido por el NRC, con un peso promedio de 55.7 kg (121 días de edad). La transformación polinomial indicó un comportamiento significativo a la quinta potencia ($P < 0.0002$) (Apéndice 12).

Cuadro 27. Peso corporal en crecimiento. Kg (Exp.1).

Medias de mínimos cuadrados.

Días de estancia	Tratamientos				EEM
	SS	SC	CS	CC	
Inicial .	33.05	36.16	34.18	37.47	0.032
Al día 7.	38.38	41.79	40.27	42.32	0.025
Al día 14.	43.65	46.50	45.83	47.10	0.013
Al día 21.	45.19	47.90	47.32	49.69	0.022
Al día 28.	48.78	51.80	51.66	52.98	0.18
Final 35.	52.42	56.73	56.04	58.87	0.035

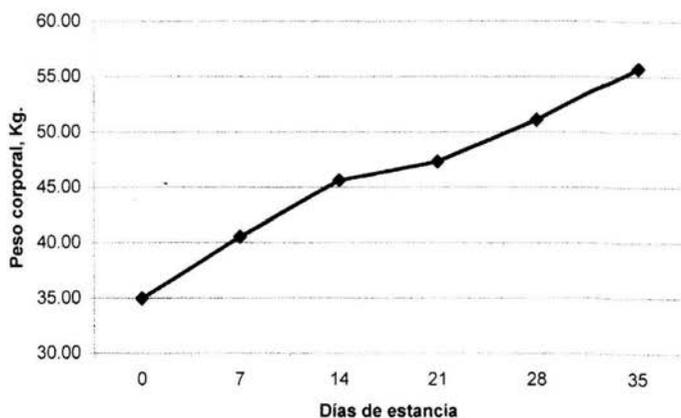


Figura 11. Peso corporal durante la etapa de crecimiento (Exp. 1).

7.1.3.5. Morbilidad

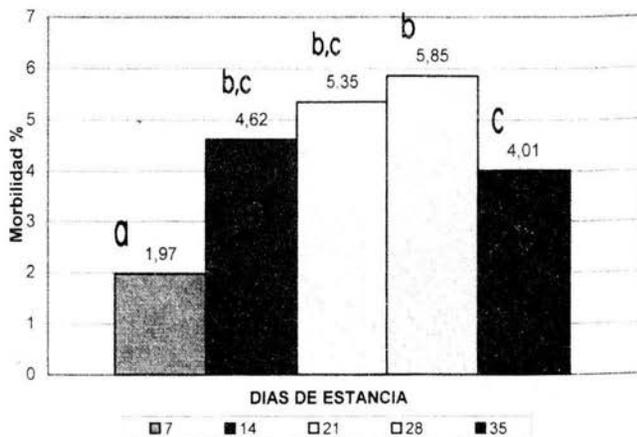
El análisis de parcelas divididas reveló diferencias significativas para el tratamiento materno y las semanas de prueba ($P < 0.0001$) (Cuadro 28).

Cuadro 28. Análisis de varianza para la morbilidad de cerdos en la etapa de crecimiento (Exp.1).

FUENTE DE VARIACION	G.L.	C.M	F	P >
REP	3	22.512037	2.83	0.699
T.M.	1	109.29643	13.76	0.001
T.E.	1	7.8107	0.98	0.220
T.M.*T.E.	1	6.6964	0.84	0.225
ERROR A.	3	7.9416		
SEMANA	4	134.0205	26.47	0.001
SEMANA*T.M.	4	21.0974	4.16	0.395
SEMANA*T.E.	4	13.7435	2.715	0.609
SEMANA*T.M.*T.E.	4	6.5435	1.2928	0.861
ERROR B	49	5.0614		
TOTAL	74			

TM= Tratamiento materno TC= Tratamiento en crecimiento REP= Repetición

Los cerdos en crecimiento cuyas madres no recibieron levadura tuvieron una morbilidad más elevada ($5.62 \pm 2.17\%$) que los cerdos cuyas madres sí recibieron la levadura ($3.1 \pm 2.51\%$). Para el caso de tiempo, la mayor morbilidad se presentó entre los días 14 y 28, (Figura 12). El aumento en la morbilidad en este periodo se debió a que se presentó el problema infeccioso, que afecta a animales de todas las edades y presenta diversos signos, como son: diarrea, anorexia y deshidratación.



a, b, c Literales diferentes entre columnas indican diferencia estadística ($P < 0.05$)

Figura 12. Morbilidad durante la etapa de crecimiento (Exp. 1)

Al igual que en la etapa de destete, en la etapa de crecimiento es importante la identificación oportuna de los animales enfermos y la observación constante de las variables que se analizaron en el experimento, ya que éstas conducirán a la identificación oportuna de problema infeccioso. De esta manera, se podrán tomar las medidas adecuadas para su solución, reduciendo así, las pérdidas por mortalidad y retraso en el crecimiento.

7.1.3.6. Mortalidad

Los resultados obtenidos para esta variable no reflejaron ninguna diferencia estadísticamente significativa, excepto para el caso de semanas ($P < 0.0001$), como se muestra en el Cuadro 29.

Cuadro 29. Análisis de varianza para la mortalidad de cerdos durante la etapa de crecimiento (Exp.1).

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	C.M	F	P >
REP	3	3.5527	0.29	0.590
T.M.	1	1.0011	0.083	0.671
T.C.	1	1.6297	0.14	0.589
T.M.*T.C.	1	2.2011	0.18	0.530
ERROR A.	3	12.01944		
SEMANA	4	62.1487	11.27	0.001
SEMANA*T.M.	4	14.5179	2.63	0.623
SEMANA*T.C.	4	23.9948	4.35	0.372
SEMANA*T.M.*T.C	4	7.0717	1.2832	0.862
ERROR B.	49	5.5103		
TOTAL	74			

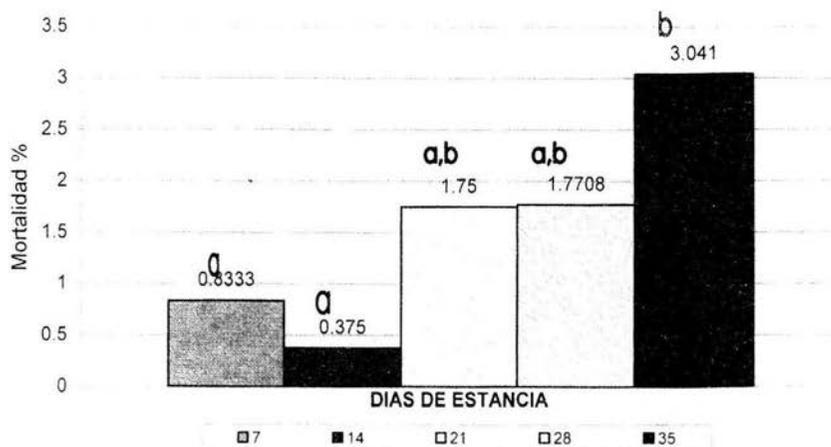
TM= Tratamiento materno TC= Tratamiento en crecimiento REP= Repetición

En el Cuadro 30 y en la Figura 13 se muestra la mortalidad acumulada para cada tratamiento. Numéricamente, la mortalidad fue más elevada al día 21 en los animales que nunca recibieron levadura, y al día 28, la mortalidad fue numéricamente más baja en los cerdos que siempre recibieron levadura y en aquéllos cuyas madres la recibieron.

Los contrastes indicaron que en las últimas tres semanas de prueba la mortalidad aumentó de manera significativa (Figura 13).

Cuadro 30. Porcentaje de mortalidad de cerdos en crecimiento (Exp.1).

Días de estancia	Tratamientos				EEM
	SS	SC	CS	CC	
Al día 7.	0.000	1.136	1.111	0.724	0.054
Al día 14.	0.555	1.136	1.111	1.449	0.021
Al día 21.	5.000	2.272	1.666	2.173	0.058
Al día 28.	5.555	5.681	2.777	3.623	0.072
Al día 35.	7.222	7.954	6.666	7.246	0.004



a, b Literales diferentes entre columnas indican diferencia estadística ($P < 0.05$)

Figura 13. Mortalidad de cerdos en crecimiento (Exp. 1).

La susceptibilidad a contraer microorganismos patógenos en la etapa de crecimiento disminuye con respecto al destete. Sin embargo, al igual que en etapas anteriores, bajo condiciones de estrés, la entrada de microorganismo se acentúa. Durante el desarrollo de este trabajo se presentaron diversos problemas infecciosos que indudablemente tuvieron un efecto adverso para el desarrollo de esta prueba, a pesar de haber contado con un programa de saneamiento que controló la diseminación (Apéndice 13).

El CDA en esta etapa permaneció un 49% por debajo de lo obtenido por Pérez *et al.* (35) y Bowman *et al.* (44) (2.42 y 2.30 kg/día, respectivamente vs. 1.48 kg/día) para animales que consumieron Sc47 en la dieta de crecimiento. Con respecto a la GDP, los valores estuvieron

hasta un 20% por a bajo de los resultados obtenidos en los estudios mencionados (0.762 y 0.710 kg/día, respectivamente vs. 0.610 kg/día). Sin embargo, para la EA se obtuvo hasta un 26% más de lo indicado en los trabajos de Pérez *et al.* (35) y Bowman *et al.* (44). La morbilidad no se calificó en ninguno de los dos trabajos anteriores. En mortalidad, los porcentajes más bajos los obtuvieron Pérez *et al.* (35), con un 50% menos que lo señalado en este experimento.

Con los datos anteriores se infiere que existen condiciones sanitarias especiales y de manejo en cada granja que determinan la respuesta productiva de los animales, independientemente de las estrategias de alimentación utilizadas. Por esta razón es de gran importancia controlar todas estas condiciones para que las estrategias de alimentación implementadas se puedan expresar y, así, obtener una mayor y mejor productividad.

7.2. EXPERIMENTO 2

7.2.1. Etapa de destete

Para este experimento solamente se analizó la etapa de destete y únicamente lechones cuyas madres recibieron Sc47 durante la lactancia, analizando las siguientes variables:

7.2.1.1. Consumo de alimento

El análisis de los resultados de consumo total de alimento por UE y de consumo diario de alimento por lechón reflejaron una diferencia estadísticamente significativa para el caso de semanas de prueba ($P < 0.001$) (Cuadros 31 y 32). A pesar de haber tenido el mismo número de animales iniciales en cada UE, éste no permaneció así hasta el final del experimento debido a la mortalidad, por lo tanto se decidió realizar el análisis con datos totales y promedio.

Cuadro 31. Análisis de varianza para consumo total de alimento (Exp. 2).

FUENTE DE VARIACIÓN		G.L	C.M.	F	P >
ENTRE SUJETOS	TRT	1	58.011531	0.66	0.426
	ERROR	18	87.500844		
DENTRO DE SUJETOS	SEMANA	6	793.80643500	103.48	0.001
	SEMANA X TRT	6	7.34821310	0.96	0.440
	ERROR	108	7.67137246		

TRT= tratamiento.

Cuadro 32. Análisis de varianza para consumo diario promedio de alimento (Exp. 2).

FUENTE DE VARIACIÓN		G.L	C.M.	F	P >
ENTRE SUJETOS	TRT	1	0.017899	0.59	0.452
	ERROR	18	0.030342		
DENTRO DE SUJETOS	SEMANA	6	0.638640	145.61	0.001
	SEMANA X TRT	6	0.002655	0.61	0.653
	ERROR	108	0.473700		

TRT= tratamiento.

El Cuadro 33 muestra las medias por tratamiento y la Figura 14, el consumo promedio de los tratamientos durante el transcurso del experimento. El CDA promedio fue de $0.466 \pm$

0.078 kg vs. 0.488 ± 0.086 kg, para los animales que recibieron y no recibieron levadura, respectivamente.

Cuadro 33. Consumo diario de alimento. Kg (Exp. 2).
Medias de mínimos cuadrados.

Días de estancia	TRATAMIENTOS		
	CS	CC	EEM
Al día 7.	0.165	0.158	0.013
Al día 14.	0.341	0.353	0.021
Al día 21.	0.539	0.518	0.025
Al día 28.	0.709	0.666	0.022
Al día 35.	0.667	0.622	0.040
Al día 42.	0.501	0.454	0.031
Al día 49.	0.500	0.493	0.011

Durante el transcurso de las semanas, el consumo fue en ascenso de manera lineal hasta el día 28 de estancia (49 días de edad), cuando se presentó una disminución hasta el día 42, debido a que a partir del día 28 se realizó el programa de medicina preventiva (Bacterina de *Mycoplasma hyopneumoniae* al día 35 y Fiebre Porcina Clásica al día 48). Sin embargo a partir del día 42 de estancia (63 días de edad) se inició una recuperación progresiva, terminando la etapa con un consumo de 0.497 ± 0.046 kg/día.

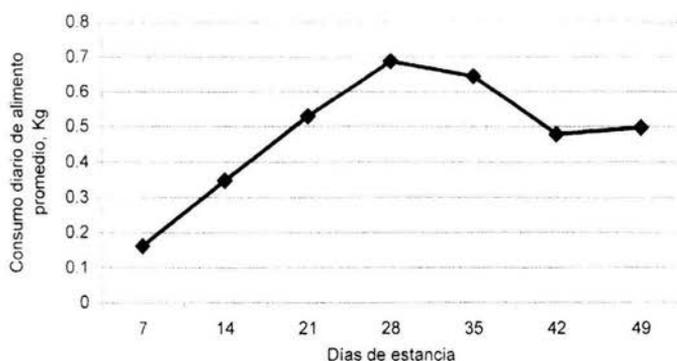


Figura 14. Consumo diario de alimento promedio (Exp. 2).

La transformación polinomial indicó un efecto a la quinta potencia ($P < 0.05$) (Apéndice 14). A diferencia del experimento 1, el experimento 2 inició con un CDA mayor, pero por debajo de lo esperado para la primera semana (0.200 kg/día). Desde el día 14 y hasta el día 35 el CDA fue mayor que en el experimento 1, independientemente de la edad (51 vs. 56). Sin embargo, en ninguno de los experimentos se llegó a los CDA esperados.

7.2.1.2. Ganancia diaria de peso

El análisis de la GDP se realizó con los datos promedio por lechón, debido a que al igual que el CDA, el número de animales al finalizar el experimento no fue el mismo en los dos tratamientos. Los resultados obtenidos reflejaron solamente una diferencia significativa ($P < 0.0001$) para el caso de semanas de prueba (Cuadro 34).

Cuadro 34. Análisis de varianza para ganancia diaria de peso promedio (Exp. 2).

	FUENTE DE VARIACIÓN	G.L	C.M.	F	P >
ENTRE SUJETOS	TRT	1	0.00009	0.01	0.928
	ERROR	18	0.01182		
DENTRO DE SUJETOS	SEMANA	6	0.18640	40.16	0.001
	SEMANA X TRT	6	0.00267	0.58	0.718
	ERROR	108	0.00464		

TRT= tratamiento.

En el Cuadro 35 se observan los promedios de GDP. Ambos tratamientos terminan al día 49 con una GDP de 0.282 kg y puede observarse en la Figura 15 que para ambos tratamientos la GDP fue ascendente hasta el día 28 y permaneció mas o menos constante hasta el día 42. La transformación polinomial indicó un efecto a la quinta potencia ($P < 0.0037$) (Apéndice 15).

Cuadro 35. Ganancia diaria de peso promedio. Kg (Exp. 2).

Medias de mínimos cuadrados.

Días de estancia	TRATAMIENTOS		
	CS	CC	EEM
Al día 7.	0.103	0.104	0.011
Al día 14.	0.179	0.168	0.014
Al día 21.	0.251	0.249	0.012
Al día 28.	0.279	0.278	0.011
Al día 35.	0.288	0.280	0.013
Al día 42.	0.286	0.286	0.013
Al día 49.	0.283	0.282	0.013

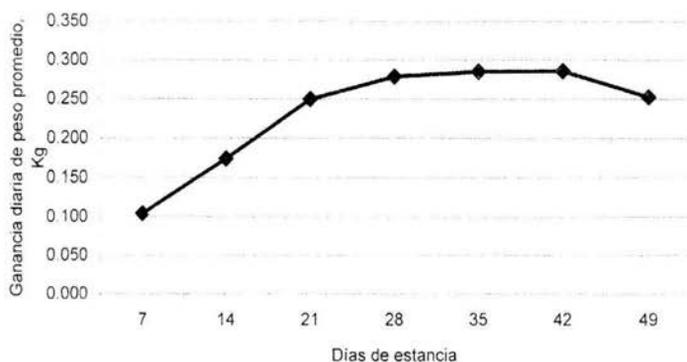


Figura 15. Ganancia diaria de peso promedio (Exp. 2).

El simple manejo de los animales durante el experimento y las vacunaciones realizadas, si bien no deprimieron la GDP durante todo la etapa, sí provocaron un estancamiento a partir del día 21 y una clara depresión en la última semana de prueba. Las complicaciones presentadas en el experimento 1 no surgieron en el experimento 2, debido a diferente tipo de instalaciones (tipo de corrales, cantidad de animales, sistema de ventilación), fases de alimentación y edad al destete (16 vs.21), dado lo cual influyó en los resultados obtenidos.

7.2.1.3. Eficiencia alimenticia

De acuerdo con los datos obtenidos en las dos variables anteriores, los resultados para la eficiencia alimenticia no mostraron ninguna diferencia significativa para el caso de tratamientos. Para el caso de semanas, se observó nuevamente una diferencia significativa ($P < 0.001$) (Cuadro 36).

Cuadro 36. Análisis de varianza para eficiencia alimenticia (Exp. 2).

	FUENTE DE VARIACIÓN	G.L	C.M.	F	P >
ENTRE SUJETOS	TRT	1	0.00465	0.68	0.421
	ERROR	18	0.00688		
DENTRO DE SUJETOS	SEMANA	7	0.14716	18.34	0.001
	SEMANA X TRT	7	0.00611	0.76	0.525
	ERROR	126	0.00802		

TRT= tratamiento.

Con respecto al factor tiempo, se esperaba, al igual que en el experimento 1, una EA ascendente. Sin embargo, para este experimento no sucedió así (Cuadro 37, Figura 16). La EA fue disminuyendo del día 7 al día 28 y a partir de ese momento empezó a mejorar hasta llegar casi a los niveles iniciales (Figura 15). La transformación polinomial (Apéndice 16) indicó un efecto a la quinta potencia ($P < 0.0001$). Estos resultados demuestran claramente que, a pesar de que los animales no presentaron ningún signo de enfermedad, el solo manejo de la vacunación deprimieron la EA en etapas donde se esperaba tener los valores altos.

Cuadro 37. Eficiencia alimenticia (Exp. 2).

Medias de mínimos cuadrados.

Días de estancia	TRATAMIENTOS		
	CS	CC	EEM
Al día 7.	0.625	0.622	0.051
Al día 14.	0.527	0.470	0.024
Al día 21.	0.466	0.485	0.011
Al día 28.	0.393	0.417	0.006
Al día 35.	0.437	0.455	0.013
Al día 42.	0.582	0.638	0.024
Al día 49.	0.573	0.598	0.035

Como consecuencia del CDA y la GDP, la EA se alteró (Figura 16) a partir del día de inicio del experimento, bajando considerablemente hasta el día 28. Esto se debió al cambio de etapa y al manejo propio del experimento. Después del día 28 inició un ascenso hasta el día 42, donde volvió a descender.

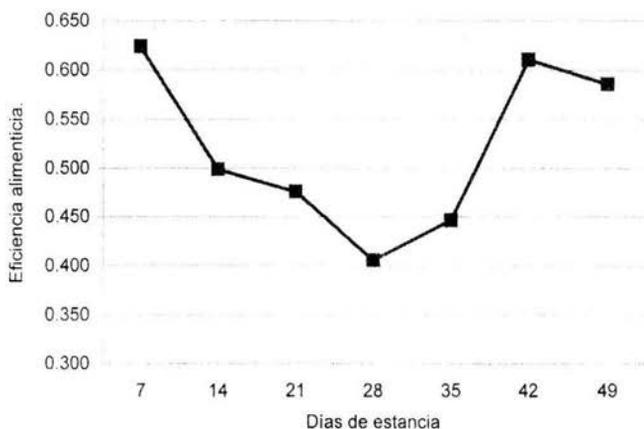


Figura 16. Eficiencia alimenticia (Exp. 2).

7.2.1.4. Peso corporal

Para el caso de peso corporal no se obtuvo ninguna diferencia significativa entre tratamientos. Al igual que en las variables anteriores, se observó una diferencia significativa ($P < 0.0001$) para las semanas (Cuadro 38).

Cuadro 38. Análisis de varianza para peso corporal (Exp. 2).

	FUENTE DE VARIACIÓN	G.L	C.M.	F	P >
ENTRE SUJETOS	TRT	1	423.15025	0.33	0.581
	ERROR	18	1343.17414		
DENTRO DE SUJETOS	SEMANA	7	17440.0719643	361.72	0.001
	SEMANA X TRT	7	14.6039643	0.30	0.675
	ERROR	126	48.214516		

TRT= tratamiento.

Al inicio del experimento, el peso corporal de los lechones fue de 5.34 ± 0.132 kg y con el tiempo el peso fue aumentando (Cuadro 39 y Figura 17). La transformación polinomial (Apéndice 17) indicó un efecto cuártico ($P < 0.001$). Ambos tratamientos terminaron la etapa con animales por arriba de 19 kg de peso corporal.

Cuadro 39. Peso corporal. Kg (Exp. 2).

Medias de mínimos cuadrados.

Días de estancia	TRATAMIENTOS		EEM
	CS	CC	
Al día 7.	6.163	5.982	0.342
Al día 14.	7.957	7.607	0.437
Al día 21.	10.719	10.498	0.511
Al día 28.	13.272	13.050	0.570
Al día 35.	15.523	15.077	0.690
Al día 42.	17.477	17.272	0.787
Peso final, día 49	19.346	19.077	0.849

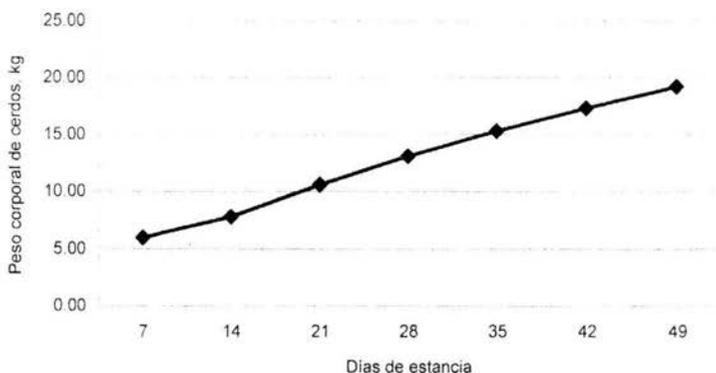


Figura 17. Peso corporal (Exp. 2).

7.2.1.5. Morbilidad y mortalidad

La realización de los análisis de estas variables resultó innecesaria debido a que tanto la morbilidad como la mortalidad fueron muy bajas. La morbilidad fue del 7 % con respecto al total de animales en el experimento. La mortalidad fue de 6 animales (4 para el tratamiento con levadura y 2 para el tratamiento control), lo que representa un 5% del total de animales experimentales.

Los resultados obtenidos en este experimento reflejaron, de manera general, que el uso de un probiótico como Sc47 no propicio un comportamiento productivo positivo al no poder contrarrestar la disminución procedente de cada una de las variables medidas en el estudio probablemente por el estrés (manejo y enfermedad) sufrido por los lechones. Por lo tanto en la interpretación de los resultados aquí presentados es importante considerar el microambiente existente en la granja.

8. DISCUSIÓN GENERAL

DESTETE

El proceso de destete implica retirar al lechón de la madre para después iniciar con el consumo de alimento sólido, aumentándose la capacidad de consumo y de absorción de nutrientes gradualmente. La finalidad es obtener un crecimiento óptimo y para que este proceso se realice eficazmente se necesitan tomar en cuenta varios puntos.

El lugar donde se recibirán los lechones deberá tener las condiciones medioambientales mínimas necesarias para su desarrollo, como la creación artificial de una zona termoneutral, que le ayude al lechón a mantener su temperatura corporal. Además, es importante monitorear la ventilación del lugar, otra de las condiciones medioambientales que se deben controlar para un buen desarrollo del lechón. La temperatura debe ser de 28° C durante los primeros días de estancia y después debe disminuir 1° C por semana, alternando con una velocidad mínima de aire a nivel de piso de 0.15 m/s. (37). Dadas estas condiciones, en los experimentos realizados se debió de haber cumplido con estas condiciones. Sin embargo, en ninguno de los dos experimentos se midió la temperatura ambiental de cada una de las casetas y granjas donde se realizaron los experimentos, lo que resulta en una pérdida de control que influyo en los resultados obtenidos, a pesar de haber tenido controladores automáticos de temperatura en una de las granjas.

Es evidente que al realizar el proceso de destete todos los lechones se reagruparán principalmente por peso en la mayoría de las granjas comerciales. Sin embargo, en un trabajo experimental se contará además con el criterio de sexo, raza y camada de origen, creando igualdad de condiciones para todos los tratamientos a utilizar. Esto quiere decir que las interacciones sociales serán más notorias y por lo tanto incrementará el estrés en cada uno de los animales. Debido a esto será importante tomar en cuenta que los lechones agredidos tengan el espacio suficiente para poder huir de su agresor. Una vez terminado el proceso de jerarquización (5 días aproximadamente), los lechones necesitaran espacio para poder

descansar y establecer sus zonas húmeda y seca y el lugar donde comerán. Por lo tanto, se debe considerar un espacio lo suficientemente amplio para cubrir estas necesidades, además de considerar una determinada densidad animal por corral, el peso de los animales y los días que pasaran en la sala (45). Se aconseja una superficie disponible por lechón de 0.25 m^2 , para un peso límite de 25 kg y, de 0.30 m^2 , si se llega a los 30 kg (45). Analizando las instalaciones de los dos experimentos realizados, ambos cumplen con las recomendaciones de espacio vital disponible por animal de acuerdo con el peso final, para el experimento 1 con una superficie por corral de 6 m^2 , alojando 20 animales por corral con un peso final de 30 kg, y para el experimento 2 con una superficie de 1.48 m^2 , alojando 6 animales por corral con un peso final de 25 kg. Sin embargo, en un sistema de jaulas de piso (experimento 1) los lechones tienen menos defensas frente a las condiciones medioambientales adversas, con lo que son más sensibles al clima y la renovación de aire, a diferencia de las jaulas elevadas del experimento 2 (45, 37).

Para cada una de las jaulas descritas será necesario disponer de dos bebederos y una longitud de comedero de 10 a 15 cm por lechón (45). Para el experimento 1, se tuvo una longitud de comedero de 77 cm; para el experimento 2 se tuvo una longitud de 50 cm. Con estas longitudes se podría alimentar a 7.7 lechones en el experimento 1, y a 5 lechones, en el experimento 2. En ambos casos la cantidad de animales que se alimentó fue superior. Si se toma en cuenta el uso de un tapete de plástico de 1 m^2 para dar de comer en el experimento 1, entonces en total se habría tenido la capacidad de alimentar a 47.7 lechones. Sin embargo, el uso del tapete no es un procedimiento adecuado, ya que cuando se retira, los lechones que comían en ese lugar tardarán más tiempo en identificar el comedero.

Si bien la longitud de comedero puede llegar a ser de 10 cm por lechón, una reducción del espacio disponible comprometerá seriamente el crecimiento de los animales. Este es uno de los aspectos más importantes, ya que hay que recordar que los lechones cuando están con la madre, toman leche todos al mismo tiempo (46). Una vez que se destetan este comportamiento

no se olvida. Si al destete se le añade insuficiente espacio de comedero y cambio de alimentación, entonces el resultado será un deficiente desarrollo. Esto fue uno de los factores que contribuyó a que las estimaciones de CDA no se alcanzaran y, por ende, se afectaron todas las demás variables.

Los lechones que ingresaran al destete deberán gozar de buena salud y deberán de ser revisados cuidadosamente. Al paso de los días y una vez establecidas las jerarquías, los lechones identifican el alimento sólido, esperando que todos los lechones, con previa experiencia de alimento en maternidad, restablezcan su consumo entre el día 3 y 5 del destete. Los animales que no hayan tenido una estimulación previa tardarán hasta siete días en establecer su consumo (37). Esto explica por qué los lechones no alcanzaron los consumos esperados, pues en ninguno de los dos experimentos se tuvo una estimulación previa.

Establecido el consumo del primer alimento, a partir del día 7 de estancia los lechones, por el proceso de destete y cambio de alimentación, probablemente presenten problemas de diarrea. Esto se conoce como síndrome de mala absorción. La presencia de diarrea puede lesionar la mucosa intestinal, alterando la producción de IgA, la cual se encarga de proteger al intestino.

Durante este periodo los animales que estén consumiendo levadura y cuyas madres la consumieron tendrán una mejor respuesta (16, 32, 33, 34), ya que la levadura tiene la capacidad de adherirse a bacterias gram negativas (47), como *E. coli*, entre otras. Esto contribuye a disminuir la adherencia de *E. coli* al intestino, pues la levadura arrastra a la bacteria, evitando, así, su proliferación y la producción de toxinas que lesionen el intestino (21, 25, 26). Como consecuencia disminuyen las diarreas. Desgraciadamente, en ninguno de los experimentos se tuvo un resultado significativo a favor de levadura, que demostrara la mejor respuesta productiva. Una de las variables que se debió tomar en cuenta fue calificar la presencia de diarreas en cada UE.

Otro de los aspectos importantes a considerar para la salud de los lechones está relacionado con la inmunidad y la resistencia a las enfermedades presentes en esta etapa y bajo las condiciones sanitarias particulares de cada granja. Los lechones nacen sin ninguna protección inmunológica; la primera protección la obtienen de proteínas especiales, como la gammaglobulinas, que reciben a través del calostro. Esta inmunidad protege al lechón hasta el día 10 a 14 de vida; después la protección declina y el lechón deberá ir adquiriendo su propia inmunidad, lo que ocurre alrededor de las tres semanas de edad (42, 46), momento en el que algunas granjas comerciales realizan el destete. La inmunidad aumenta de forma muy lenta, lo que contribuye a que las enfermedades propias de la granja se manifiesten, aumentando la cantidad de animales enfermos y la mortalidad y disminuyendo la capacidad productiva de los animales.

En este momento la levadura podría actuar como un fijador de bacterias gram negativas y/o estimular al sistema inmune inespecífico para que produzca múltiples anticuerpos contra las diferentes enfermedades (28, 29, 30, 31). Esto sucede a través de la migración de levadura a las placas de Peyer y a la estimulación de citocinas proinflamatorias para producir linfocitos T, B y células NK, gracias a la fijación de algunas bacterias gram negativas a la pared intestinal (29, 30).

Sin embargo, un programa de medicina preventiva llevado puntual y adecuadamente durante esta etapa contribuirá a que los lechones pasen por este periodo con el menor riesgo posible (42). Dadas estas condiciones, en la realización de un trabajo experimental se deberán unificar criterios para llevar a cabo un programa de medicina preventiva adecuado, que permitan conocer el impacto que esto podría ocasionar en el análisis de los resultados. La falta de coordinación para realizar un programa de medicina preventiva puntual y preciso, aunado a los manejos propios del experimento, trajo como consecuencia una alta morbilidad y mortalidad, que enmascara los resultados del experimento 1.

CRECIMIENTO

Una vez pasado el periodo de seroconversión y de cambios de alimentación, durante la última semana aumenta la capacidad de consumo, la asimilación de nutrientes y, por lo tanto, hay una mejor respuesta productiva. Se realiza entonces un cambio de destete a crecimiento, modificando nuevamente todo el ambiente de los cerdos (37), creando nuevas jerarquías entre ellos, lo que lleva nuevamente a un proceso de estrés. Los animales deberán establecer nuevamente sus áreas húmedas y secas y el lugar donde comerán. La principal función de esta etapa es el conseguir el mayor peso al mercado en el menor tiempo posible y a un bajo costo.

Para cumplir con este objetivo, en esta etapa se necesitarán condiciones ambientales óptimas, entre las que se encuentran mantener una temperatura adecuada, que va desde 20° C hasta 10° C para zonas muy cálidas. La temperatura debe disminuir con el aumento de peso de los animales, manteniendo una humedad relativa de 50% y una velocidad de aire de 0.20 m/s (37, 45). En los experimentos 1 y 2 no se midieron estas variables, que hubieran contribuido a esclarecer los resultados obtenidos.

El espacio vital que necesitan los cerdos varía de acuerdo con el peso al que se quiere llegar. Para animales de 20 a 30 kg de peso (inicio de etapa) será necesario tener 0.30 m² /cerdo y de 30 a 50 kg, 0.40 m² /cerdo (45). En estos experimentos se cumplió con las condiciones de espacio vital que se necesitan para un óptimo desarrollo, de los animales.

Si bien durante el crecimiento ya no se realiza ningún programa de medicina preventiva, la susceptibilidad a contraer enfermedades sigue presente. Durante la realización de este trabajo el problema infeccioso desencadenó una alta morbilidad, alterando cada una de las variables analizadas.

Comparando los resultados obtenidos en ambos experimentos con los de otros autores (27, 33, 35), no se obtuvo una respuesta significativa que permitiera definir con claridad una mejor respuesta productiva por la utilización de levadura como estrategia de alimentación. La razón por la cual la respuesta a la levadura no fue aparente se atribuye a todos los factores ya

mencionados que enmascararon los resultados positivos que la literatura le atribuye a la levadura.

9. CONCLUSIONES

- 1) Bajo condiciones de estas granjas comerciales, *Saccharomyces cerevisiae* cepa 47 no mejoró el CDA, la GDP o la EA de cerdos en destete o crecimiento.
- 2) Una de las posibles causas para no haber obtenido los resultados esperados por el uso de levadura fue la alta morbilidad y mortalidad que se presentó durante el desarrollo del experimento por causas infecciosas propias de la granja.
- 3) En el experimento 2 hubo una tendencia en los cerdos que recibieron levadura a enfermarse menos durante el destete.

10. IMPLICACIONES

Al realizar trabajos experimentales en granjas comerciales se deben tomar en cuenta todos los contratiempos que esto conlleva. Si bien éstos sirven como desafíos para el trabajo, no se deben descuidar los puntos básicos.

Aun ahora, a pesar de los estudios realizados en los últimos años con levadura, no se sabe con precisión cuánto, cuándo y cómo proporcionar la levadura en la dieta de los cerdos durante el ciclo productivo. Por lo tanto, es necesario verificar primero el modo de acción de este probiótico, definir puntualmente la forma de acción en cada etapa de producción y demostrar además que el probiótico se encuentra presente durante todas las fases de alimentación y en los animales en las concentraciones especificadas.

Con el fin de disminuir la variabilidad que pudieran tener los datos en un ensayo en granjas comerciales, es necesario controlar enfermedades y con esto la mortalidad, llevando a cabo un programa de medicina preventiva puntual y preciso e identificar de manera oportuna los brotes que se manifiesten, para descartar una posible influencia en los tratamientos experimentales.

Se deberá tomar en cuenta la realización de trabajos futuros que definan la utilización de la levadura como una estrategia de alimentación que aumente la respuesta productiva durante todo el ciclo de vida del cerdo y como una posible herramienta profiláctica para disminuir el uso de antibióticos en la porcicultura industrial.

11. LITERATURA CITADA

1. Instituto Nacional de Estadística Geográfica. Censo poblacional según entidad federativa de los Estados Unidos Mexicanos.2001. <http://www.inegi.gob.mx>
2. Secretaria de agricultura, ganadería desarrollo rural, pesca y alimentación .Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera. Producción nacional pecuaria.2001. <http://www.sagarpa.gob.mx>
3. Organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación. Balance alimentario por producto (carne de cerdo). 2001. <http://www.fao.org>.
4. Información veterinaria. La nueva situación de los aditivos antimicrobianos: un reto para la ganadería. 1999.202:1-5. <http://www.colvet.com>.
5. Khor M. Enfermedades infecciosas: Peligro de los antibióticos en la alimentación de los animales. Revista sur.1996. <http://www.revistasur.org>.
6. Lathers CM. Role of veterinary medicine in public health: antibiotic use in food animals and humans and the effect on evolution of antibacterial resistance. J. Clin. Pharmacol. 2001.41(6):595-599.
7. Tollefson L, Altekruze SF, Potter ME. Therapeutic antibiotics in animal feeds and antibiotic resistance.1997. 16(2):709-715.
8. Martínez MMA, López J, Zapata SL, Díaz OF, Cuarón JA, Cervantes OR, Velásquez OV, Alonso MF, Vázquez Ch J, Trujano CM, Iglesias SGJ. *Saccharomyces cerevisiae* como aditivo en la dieta de cerdos: ecología intestinal y estimulación inmunológica. Protocolo de investigación C.E.N.I.F. y M.A. México Qro. 1999.
9. Cuarón IJA. Effect of an active live yeast products on immune function of pigs. Prince Agri Products 22th Annual Feed Ingredient Conference August 28; Kansas city (Missouri) 2003: 42-55.
10. Parker DS. Probiotics, the other half of antibiotic story. Anim. Nutr. Health 1974; 29:4.
11. Pirvulescu M, Panta L, Bucur E, Ionita C, Tetu-Oporanu M, Gruia M, Cariaban I, Ionescu C. Probiotic microorganisms for young pigs: Testing and Characterisation under gnotobiotic conditions. Stu. Res. Vet. Med. 1996;4:98-108.
12. Tournut J. Introduction to probiotics. Int. Pig Vet. Soc. Proceedings, 13th congress June 26-30; (Bangkok) Thailand.1994:291-292.

13. Navas SY, Quintero MA, Ventura M, Casanova A, Páez A, Romero S. Uso de probióticos en la alimentación de cerdos en la fase postdestete. Rev. Cie. FCV-LUZ. 1995; 3:193-198.
14. Crawford JD. Probiotics in animal nutrition. Proceedings of Arkansas Nutrition Conference September; (Hot Springs) Arkansas.1979; 28:44.
15. Jonvel S. Use of yeast in monogastrics. *Feed Mix* 1993; 1:4.
16. Ballarini G, Martelli P, Tournut J. *Saccharomyces cerevisiae* (Sc.47 BIOSAF) as feed additive to sows and piglets. Int. Pig Vet. Soc., 12th congress August 17-20; (Netherlands). 1992: 639.
17. Angeles ML, Pérez MVG, Cuarón IJA. *Saccharomyces cerevisiae* Sc47 en la dieta de cerdas reproductoras. Memorias de la XXXVI Reunion Nacional de Investigación Pecuaria; 2000 Noviembre 7-10; Hermosillo (Sonora) México. 2000:185.
18. Hansen A. Microbiología de las fermentaciones industriales. Levaduras. 7^aed. Zaragoza Esp: Acribia, 1959.
19. Adams MR, Moss MO. Microbiología de los alimentos. Levaduras. 1^aed. Zaragoza Esp: Acribia, 1998.
20. Bourgeois CM, Mescle JF, Zucca J. Microbiología alimentaria. Las levaduras. 1^aed. Zaragoza Esp: Acribia, 1998.
21. Cervantes ORA, Rodríguez SMC, Río AJ, Segura CR, Martínez AAMM, Tapia PG, Cuarón IJA. Estudio de la microflora bacteriana intestinal dominante de 8, 25 y 40 días cuyas madres recibieron durante la gestación y lactación *Saccharomyces cerevisiae* al 3%. Memorias del XXXVI Congreso Nacional AMVEC, Julio 25-29 Queretaro.(Qro.) 2001.
22. Cuarón IJA. La influencia de la levadura en la dieta, respuesta microbiológica antagonista. Anais do simposio sobre aditivos alternativos na nutricao animal; 200 Agosto 16 a 17; Campinas, (SP) Brasil. 2000: 77-86.
23. Roque C, Dussert L, Tournut J. *Saccharomyces cerevisiae* Sc47 as a growth promotor for the swine: importance of dosage in the feed for optimal efficiency. Int. Pig Vet. Soc. Proceedings, 13th congress June 26-30; (Bangkok) Thailand.1994:296.
24. Cuarón IJA, Pérez MVG. El cultivo vivo de levaduras en la producción de cerdos. Acontecer porcino. 2001; 48:50.
25. Heugten E, Funderburke DW, Dorton KL. Growth performance, nutrient digestibility and fecal microflora in weaning pigs fed live yeast. J. Anim. Sci. 2003;81:1004-1012.

26. Martínez AM, Juste C, Dabard J, Sutren M, Bridonneau C, Beguet F, Lay C, Dore J, Auclair E. Analysis of the fecal microflora of lactating sows consuming *Saccharomyces cerevisiae*. J. Anim. Sci. 2002;80:1127.
27. Martínez AM, Zapata LE, Sierra J, Pérez MP, Pradal P, Mendoza R, Velásquez O, Cuarón JA. Ileitis, intestinal microflora and performance of growing –finishing pigs fed *Saccharomyces cerevisiae*. Int. Pig Vet. Soc. Proceedings, 16th; congress september 17-21; (Melbourne) Australia.2000:5246.
28. Frandson RD. Anatomía y fisiología de los animales domésticos. 4^a ed. México, DF: Interamericana McGraw- Hill.1988.
29. Johnson RW. Inhibition of growth by pro-inflammatory cytokines: an integrated view. J. Anim. Sci. 1997;75:1244-1255.
30. Bellanti AJ. Inmunología. 3^a ed México, DF: Interamericana McGraw- Hill.1994.
31. Martínez AA, Merino CB, Anaya EA, Zapata SL, Perez V, Cuarón JA. Comportamiento productivo de lechones con diferentes fuentes de pared celular de *Saccharomyces cerevisiae*: extracto de la pared celular, levadura viva y levadura muerta. Memorias del XI Congreso Nacional AMENA y I CLANA, Agosto 18-23 Cancún.(QR.) 2003.
32. Pérez MVG, Solorio LJS, Cuarón IJA, Juárez A, Becerril J, Castañeda E. *Saccharomyces cerevisiae* Sc47 en la dieta de cerdas reproductoras y su progenie. Memorias de la XXXVI Reunion Nacional de Investigación Pecuaria, 2000 Noviembre 7-10; Hermosillo (Sonora) México. 2000:189.
33. Martínez AM, Zapata LE, Sierra J, Pérez MP, Pradal P, Mendoza R, Cuarón JA. Comportamiento productivo de cerdos desde el destete hasta el peso de mercado alimentados con dietas con y sin *Saccharomyces cerevisiae*. Memorias del XXXIV Congreso Nacional AMVEC, Julio 28-31 Mérida (Yucatán.) 1999.
34. Cuarón JA, Martínez A, Zapata L, Pradal RP, Velásquez MO y Sierra DJ. Uso de levaduras en la producción de cerdos. *Segundo Seminario de Microbiología Aplicada a la Nutrición Animal. Saf Agri, Safmex, S.A de C.V., México, D.F.*1998.
35. Pérez MVG, Solorio LJS, Martínez AMM, Castañeda E, Cuarón IJA. *Saccharomyces cerevisiae* for growing-finishing pigs in a septic environment. J. Anim. Sci. 2001;79:1883.
36. Greiner LL, Stahly TS, Stabel TJ.Quantitative relationship of systemic virus concentration on growth and immune response in pig. J. Anim. Sci. 2000;78:2690-2695.

37. Peter R, Smith WJ, Baxter S, Fowler VR. Crecimiento y finalización del cerdo. Sistemas para establecer cerdos recién destetados.1ªed México D.F.: Manual moderno.1992.
38. Taylor DJ. Enfermedades del cerdo. 2ªed México D.F.: Manual moderno.1992.
39. Littell RC, Henry PR, Ammerman CB. Statistical Analysis of Repeated Measures Data using SAS Procedures. J. Anim. Sci. 1998;76:1216-1231.
40. SAS. SAS User's Guide: Statistics, versión 5.12. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1985.
41. NRC, Nutr. Req. of Swine, Natl. Academy of Sciences.1998.
42. Morilla GA. Manual de inmunización del cerdo.1ªed México D.F.: INIFAP y PAIEPEME AC. 1993.
43. Veum TL, Reyes J, Ellersieck M. Effect of supplemental yeast culture in sow gestation and lactation diets on apparent nutrient digestibilities and reproductive performance through one reproductive cycle. J. Anim. Sci. 1995;73:1741-1745.
44. Bowman GL, Veum TL. *Saccharomyces cerevisiae* yeast culture in growing-finishing swine diets. J. Anim. Sci. 1973;37:42-44.
45. Forcada MF. Alojamiento para ganado porcino. Alojamiento para lechones destetados. 1ªed España. Mira editores. 1997.
46. Peter R, Smith WJ, Baxter S, Fowler VR. La cerda: Como mejorar su productividad. Establecimiento del cerdo recién destetado.1ªed México D.F.: Manual moderno.1992.
47. Fuller R, Barrow PA, Brooker BE. Bacteria associated with the gastric epithelium of neonatal pigs. App. Env. Micro. 1978 35:582-591.

12.APÉNDICES

1. Composición de los alimentos (Exp.1).

Ingredientes, kg/ton.	SUPERDESTETE	DESTETE UNO	DESTETE DOS	INICIADOR
Suero de leche	11.800	8.450		
Avena	12.000	10.000		
Lactosa	8.000	4.000		
Concentrado de soya	6.400	3.850		
Sorgo				68.670
Soya	11.000	12.000	23.500	25.500
Maíz Amarillo	25.938	50.368	66.588	
H. Pescado	5.000	5.650	5.000	
Aceite de soya	1.500	1.750	1.600	2.800
Calcio	0.700	1.000	0.750	1.050
Lisina	0.160	0.160	0.270	0.100
Treonina	0.110	0.170	0.150	0.50
Metionina	0.140	0.150	0.120	0.060
L/Triptosin		0.200	0.060	
Sc47	2.000	2.000	2.000	2.000

Ingredientes en común kg/ton: Fosfato 0.750, Sal 0.400, Antibiótico 0.100, Saborizantes, vitaminas, minerales necesarios para cubrir requerimientos.

2. Análisis calculados (Exp. 1).

Ingredientes, %.	SUPERDESTETE	DESTETE UNO	DESTETE DOS	INICIADOR
E.M. kg/Mcal	3.451	3.360	3.301	3.265
Proteína total.	19.996	18.990	20.00	17.990
Proteína digestible.	17.313	16.167	15.925	14.101
Fósforo.	0.677	0.6536	0.623	0.543
Fósforo digestible.	0.445	0.404	0.320	0.248
Calcio.	0.745	0.835	0.691	0.640
Lisina total.	1.529	1.467	1.347	0.998
Lisina digestible	1.337	1.297	1.201	0.875

3. Composición de los alimentos (Exp. 2).

Ingredientes, kg/ton.	FASE CERO	SUPERDESTETE	DESTETE UNO	DESTETE DOS
Suero de leche	29.518	11.800	8.450	
Avena	10.000	12.000	10.000	
Concentrado de soya	3.950	6.400	3.850	
Soya	5.800	11.000	12.000	23.500
Maíz Amarillo	25.500	25.938	30.368	66.588
H. Pescado	5.000	5.000	5.650	5.000
Aceite de soya	2.500	1.500	1.750	1.600
Calcio	0.450	0.700	1.000	0.750
Lactosa		8.000	4.000	
Plasma	6.000			
Lisina	0.160	0.160	0.160	0.270
Treonina	0.010	0.110	0.170	0.150
Metionina	0.070	0.140	0.150	0.120
L/Triptosin			0.200	0.060
Sc47	2.000	2.000	2.000	2.000

Ingredientes en común kg/ton: Fosfato 0.750, Sal 0.400, Antibiótico 0.100, Saborizantes, vitaminas, minerales necesarios para cubrir requerimientos.

4. Análisis calculados (Exp. 2).

Ingredientes, %.	FASE CERO	SUPERDESTETE	DESTETE UNO	DESTETE DOS
E.M. kg/Mcal	3.599	3.451	3.360	3.301
Proteína total.	20.927	19.996	18.990	20.00
Proteína digestible.	18.686	17.313	16.167	15.925
Fósforo.	0.700	0.677	0.6536	0.623
Fósforo digestible.	0.530	0.445	0.404	0.320
Calcio.	0.804	0.745	0.835	0.691
Lisina total.	1.610	1.529	1.467	1.347
Lisina digestible	1.430	1.337	1.297	1.201

5 Contrastes polinomiales del efecto de la variación entre semanas para CDA (Exp. 1).

FUENTE DE VARIACION	G.L.	C.M.	F	Pr>F
EFFECTO LINEAL				
MEDIA	1	21.74610	1395.08	0.0001
T.M.	1	0.01719	1.10	0.3061
T.D.	1	0.01640	1.05	0.3172
T.M X T.D.	1	0.00447	0.29	0.5960
ERROR	20	0.01558		
EFFECTO CUADRÁTICO				
MEDIA	1	0.22005	20.45	0.0002
T.M.	1	0.00847	0.79	0.3852
T.D.	1	0.00128	0.12	0.7328
T.M X T.D.	1	0.00079	0.07	0.7886
ERROR	20	0.01076		
EFFECTO CUBICO				
MEDIA	1	0.02321	1.11	0.3045
T.M.	1	0.00363	0.17	0.6812
T.D.	1	0.00137	0.07	0.8004
T.M X T.D.	1	0.01304	0.62	0.4387
ERROR	20	0.02089		
EFFECTO CUARTICO				
MEDIA	1	0.13360	12.12	0.0024
T.M.	1	0.00070	0.06	0.8032
T.D.	1	0.00044	0.04	0.8426
T.M X T.D.	1	0.01229	1.11	0.3036
ERROR	20	0.01102		
EFFECTO A LA QUINTA POTENCIA				
MEDIA	1	0.01285	1.11	0.3055
T.M.	1	0.01431	1.23	0.2803
T.D.	1	0.01174	1.01	0.3269
T.M X T.D.	1	0.00771	0.66	0.4247
ERROR	20	0.01162		
EFFECTO A LA SEXTA POTENCIA				
MEDIA	1	0.00072	0.08	0.7806
T.M.	1	0.00717	0.79	0.3853
T.D.	1	0.00195	0.21	0.6480
T.M X T.D.	1	0.00205	0.23	0.6398
ERROR	20	0.00910		
EFFECTO A LA SÉPTIMA POTENCIA				
MEDIA	1	0.01931	1.95	0.1780
T.M.	1	0.00697	0.70	0.4113
T.D.	1	0.00289	0.29	0.5947
T.M X T.D.	1	0.00306	0.31	0.5845
ERROR	20	0.00991		
EFFECTO A LA OCTAVA POTENCIA				
MEDIA	1	0.03934	7.90	0.0108
T.M.	1	0.00165	0.33	0.5702
T.D.	1	0.00685	1.33	0.2544
T.M X T.D.	1	0.00079	0.16	0.6933
ERROR	20	0.00498		
EFFECTO A LA NOVENA POTENCIA				
MEDIA	1	0.00297	0.63	0.4366
T.M.	1	0.00003	0.01	0.9329
T.D.	1	0.00053	0.11	0.7407
T.M X T.D.	1	0.00002	0.01	0.9432
ERROR	20	0.00472		

T.M = Tratamiento en maternidad, T.D = tratamiento en destete.

6. Contrastes polinomiales del efecto de la variación en semanas para GDP (Exp. 1).

FUENTE DE VARIACION	G.L.	C.M.	F	Pr>F
EFFECTO LINEAL				
MEDIA	1	6.38795	987.08	0.0001
T.M.	1	0.00098	0.15	0.699
T.D.	1	0.00730	1.13	0.3008
T.M X T.D.	1	0.00035	0.06	0.8169
ERROR	20	0.00647		
EFFECTO CUADRÁTICO				
MEDIA	1	0.00006	0.01	0.9273
T.M.	1	0.02446	3.48	0.0767
T.D.	1	0.00427	0.61	0.4444
T.M X T.D.	1	0.01585	2.26	0.1486
ERROR	20	0.00702		
EFFECTO CUBICO				
MEDIA	1	0.02127	3.71	0.0683
T.M.	1	0.00814	1.42	0.2471
T.D.	1	0.01458	2.55	0.1263
T.M X T.D.	1	0.00145	0.25	0.6198
ERROR	20	0.00572		
EFFECTO CUARTICO				
MEDIA	1	0.04833	3.92	0.0616
T.M.	1	0.00505	0.41	0.5290
T.D.	1	0.00277	0.22	0.6406
T.M X T.D.	1	0.00003	0.00	0.9606
ERROR	20	0.01232		
EFFECTO A LA QUINTA POTENCIA				
MEDIA	1	0.00315	0.41	0.5287
T.M.	1	0.00267	0.35	0.5613
T.D.	1	0.00615	0.80	0.3810
T.M X T.D.	1	0.00216	0.28	0.6008
ERROR	20	0.00767		
EFFECTO A LA SEXTA POTENCIA				
MEDIA	1	0.06915	3.18	0.0653
T.M.	1	0.00024	0.01	0.9093
T.D.	1	0.05016	2.76	0.1122
T.M X T.D.	1	0.05744	3.16	0.0906
ERROR	20	0.01817		
EFFECTO A LA SÉPTIMA POTENCIA				
MEDIA	1	0.08303	5.47	0.0299
T.M.	1	0.00004	0.00	0.9576
T.D.	1	0.01619	1.07	0.3141
T.M X T.D.	1	0.0047	0.31	0.5842
ERROR	20	0.01518		
EFFECTO A LA OCTAVA POTENCIA				
MEDIA	1	0.00021	0.00	0.9461
T.M.	1	0.01043	0.23	0.6364
T.D.	1	0.02707	0.60	0.4485
T.M X T.D.	1	0.03147	0.69	0.4144
ERROR	20	0.04529		
EFFECTO A LA NOVENA POTENCIA				
MEDIA	1	0.09112	2.18	0.1555
T.M.	1	0.11879	2.84	0.1075
T.D.	1	0.06795	1.62	0.2171
T.M X T.D.	1	0.06424	1.54	0.2296
ERROR	20	0.04183		

T.M = Tratamiento en maternidad, T.D = tratamiento en destete

7. Contrastes polinomiales del efecto de la variación en semanas para EA (Exp. 1).

FUENTE DE VARIACION	G.L.	C.M.	F	Pr>F
EFFECTO LINEAL				
MEDIA	1	0.00107	0.02	0.8834
T.M.	1	0.06313	1.30	0.2712
T.D.	1	0.00633	0.13	0.7228
EFFECTO CUADRÁTICO				
MEDIA	1	0.48346	11.40	0.0039
T.M.	1	0.04027	0.95	0.3444
T.D.	1	0.01434	0.34	0.5690
T.M X T.D.	1	0.12665	2.99	0.1033
ERROR	16	0.04242		
EFFECTO CUBICO				
MEDIA	1	0.20532	8.78	0.0091
T.M.	1	0.02897	1.24	0.2820
T.D.	1	0.00032	0.01	0.9081
T.M X T.D.	1	0.08041	3.44	0.0821
ERROR	16	0.02337		
EFFECTO CUARTICO				
MEDIA	1	0.00829	0.78	0.3914
T.M.	1	0.00277	0.26	0.6171
T.D.	1	0.002269	0.21	0.6511
T.M X T.D.	1	0.00466	0.44	0.5183
ERROR	16	0.01006		
EFFECTO A LA QUINTA POTENCIA				
MEDIA	1	0.00630	0.65	0.4308
T.M.	1	0.00955	0.99	0.3345
T.D.	1	0.00998	1.04	0.3239
T.M X T.D.	1	0.00283	0.29	0.5954
ERROR	16	0.00964		
EFFECTO A LA SEXTA POTENCIA				
MEDIA	1	0.00749	1.17	0.2946
T.M.	1	0.00050	0.08	0.7812
T.D.	1	0.00024	0.04	0.8480
T.M X T.D.	1	0.00806	1.26	0.2776
ERROR	16	0.00638		
EFFECTO A LA SÉPTIMA POTENCIA				
MEDIA	1	0.00140	0.23	0.6358
T.M.	1	0.00290	0.48	0.4979
T.D.	1	0.00008	0.01	0.9050
T.M X T.D.	1	0.00000	0.00	0.9984
ERROR	16	0.00604		
EFFECTO A LA OCTAVA POTENCIA				
MEDIA	1	0.00852	2.37	0.1433
T.M.	1	0.00022	0.06	0.8042
T.D.	1	0.00350	0.9	0.3387
T.M X T.D.	1	0.00159	0.44	0.5146
ERROR	16	0.00359		
EFFECTO A LA NOVENA POTENCIA				
MEDIA	1	0.00495	0.98	0.3362
T.M.	1	0.00337	0.67	0.4248
T.D.	1	0.00001	0.00	0.9625
T.M X T.D.	1	0.00178	0.35	0.5597
ERROR	16	0.00503		

T.M = Tratamiento en maternidad, T.D = tratamiento en destete

8. Contrastes polinomiales del efecto de la variación en semanas para peso corporal (Exp. 1).

FUENTE DE VARIACION	G.L.	C.M.	F	Pr>F
EFEECTO LINEAL				
MEDIA	1	9505.63817	1456.19	0.0001
T.M.	1	0.47803	0.07	0.7895
T.D.	1	12.87351	1.97	0.1756
T.M X T.D.	1	0.85390	0.13	0.7214
ERROR	20	6.52775		
EFEECTO CUADRÁTICO				
MEDIA	1	463.68870	593.87	0.0001
T.M.	1	0.05782	0.07	0.7883
T.D.	1	0.02417	0.03	0.8621
T.M X T.D.	1	0.67104	0.86	0.3650
ERROR	20	0.78079		
EFEECTO CUBICO				
MEDIA	1	0.17950	0.49	0.4910
T.M.	1	0.83319	2.28	0.1463
T.D.	1	0.07058	0.19	0.6647
T.M X T.D.	1	0.30848	0.85	0.3687
ERROR	20	0.36464		
EFEECTO CUARTICO				
MEDIA	1	2.33486	5.86	0.0251
T.M.	1	0.59332	1.49	0.2364
T.D.	1	0.29357	0.75	0.4007
T.M X T.D.	1	0.00004	0.00	0.9920
ERROR	20	0.39811		
EFEECTO A LA QUINTA POTENCIA				
MEDIA	1	1.18427	2.97	0.1005
T.M.	1	0.00477	0.01	0.9140
T.D.	1	0.92470	2.32	0.1438
T.M X T.D.	1	0.50086	1.25	0.2761
ERROR	20	0.39941		
EFEECTO A LA SEXTA POTENCIA				
MEDIA	1	2.46361	7.97	0.0105
T.M.	1	0.03406	0.11	0.7433
T.D.	1	0.68303	2.21	0.1527
T.M X T.D.	1	0.72698	2.31	0.1407
ERROR	20	0.30898		
EFEECTO A LA SÉPTIMA POTENCIA				
MEDIA	1	0.26949	0.65	0.4310
T.M.	1	0.01642	0.04	0.8447
T.D.	1	0.03002	0.07	0.7906
T.M X T.D.	1	0.17847	0.43	0.5205
ERROR	20	0.41716		
EFEECTO A LA OCTAVA POTENCIA				
MEDIA	1	0.47062	0.64	0.4318
T.M.	1	0.41055	0.56	0.4623
T.D.	1	0.93229	1.28	0.2721
T.M X T.D.	1	0.85793	1.17	0.2915
ERROR	20	0.73100		
EFEECTO A LA NOVENA POTENCIA				
MEDIA	1	1.08981	3.34	0.0827
T.M.	1	1.2580	3.85	0.0638
T.D.	1	0.59440	1.82	0.1925
T.M X T.D.	1	0.54262	1.66	0.2122
ERROR	20	0.32668		

T.M = Tratamiento en maternidad, T.D = tratamiento en destete

9. Contrastes polinomiales del efecto de tiempo para CDA en la etapa de crecimiento (Exp. 1).

FUENTE DE VARIACION	G.L.	C.M.	F	Pr>F
EFFECTO LINEAL				
MEDIA	1	1.04636	33.74	0.0001
TM	1	0.08634	2.78	0.1234
TC	1	0.01327	0.43	0.5264
TM*TC	1	0.00678	0.22	0.6490
ERROR	11	0.03100		
EFFECTO CUADRÁTICO				
MEDIA	1	1.24486	27.17	0.0002
TM	1	0.00216	0.05	0.8289
TC	1	0.04867	1.10	0.3165
TM*TC	1	0.00021	0.00	0.9456
ERROR	11	0.04419		
EFFECTO CUBICO				
MEDIA	1	1.11328	18.18	0.0013
TM	1	0.04520	0.74	0.4085
TC	1	0.00072	0.01	0.9156
TM*TC	1	0.00429	0.07	0.7960
ERROR	11	0.06122		
EFFECTO CUARTICO				
MEDIA	1	0.53808	29.73	0.0002
TM	1	0.00028	0.02	0.9023
TC	1	0.00686	0.38	0.5506
TM*TC	1	0.00015	0.01	0.9286
ERROR	11	0.01809		

T.M = Tratamiento en maternidad, T.C = tratamiento en crecimiento.

10. Contrastes polinomiales del efecto de la variación en semanas para ganancia diaria de peso en crecimiento (Exp. 1).

FUENTE DE VARIACION	G.L.	C.M.	F	Pr>F
EFFECTO LINEAL				
MEDIA	1	1.12996	33.96	0.0001
TM	1	0.00101	0.03	0.8647
TC	1	0.08558	2.54	0.1391
TM*TC	1	0.02580	0.78	0.3973
ERROR	11	0.03327		
EFFECTO CUADRÁTICO				
MEDIA	1	0.96890	15.64	0.0023
TM	1	0.08066	1.30	0.2781
TC	1	0.00518	0.08	0.7778
TM*TC	1	0.00106	0.02	0.8982
ERROR	11	0.06196		
EFFECTO CUBICO				
MEDIA	1	0.10347	2.82	0.1212
TM	1	0.00269	0.07	0.7915
TC	1	0.06082	1.66	0.2243
TM*TC	1	0.00053	0.01	0.9056
ERROR	11	0.03668		
EFFECTO CUARTICO				
MEDIA	1	1.31097	29.46	0.0002
TM	1	0.04834	1.09	0.3196
TC	1	0.25104	5.64	0.0368
TM*TC	1	0.00051	0.01	0.9166
ERROR	11	0.04449		

TM= Tratamiento materno TC= Tratamiento en crecimiento

11. Contrastes polinomiales del efecto de tiempo en la eficiencia alimenticia durante la etapa de crecimiento (Exp. 1).

FUENTE DE VARIACION	G.L.	C.M.	F	Pr>F
EFFECTO LINEAL				
MEDIA	1	0.20900	10.78	0.0073
TM	1	0.00084	0.04	0.8383
TC	1	0.02897	1.49	0.2471
TM*TC	1	0.00625	0.32	0.5816
ERROR	11	0.01938		
EFFECTO CUADRÁTICO				
MEDIA	1	0.26919	6.60	0.0261
TM	1	0.10491	2.57	0.1370
TC	1	0.00002	0.00	0.9826
TM*TC	1	0.00083	0.02	0.8888
ERROR	11	0.04078		
EFFECTO CUBICO				
MEDIA	1	0.00027	0.01	0.9238
TM	1	0.20622	0.72	0.4155
TC	1	0.03609	1.25	0.2868
TM*TC	1	0.00052	0.02	0.8952
ERROR	11	0.02880		
EFFECTO CUARTICO				
MEDIA	1	0.50671	16.59	0.0018
TM	1	0.05066	1.66	0.2241
TC	1	0.23174	7.59	0.0187
TM*TC	1	0.00065	0.02	0.8862
ERROR	11	0.03053		

TM= Tratamiento materno TC= Tratamiento en crecimiento

12. Contrastes polinomiales del efecto de tiempo en el peso corporal durante la etapa de crecimiento

(Exp. 1).

FUENTE DE VARIACION	G.L.	C.M.	F	Pr>F
EFEECTO LINEAL				
MEDIA	1	5365486.00	159.58	0.0001
TM	1	37034.07	1.10	0.3165
TC	1	934.21	0.03	0.8706
TM*TC	1	1091.23	0.03	0.8603
ERROR	11	33623.54		
EFEECTO CUADRÁTICO				
MEDIA	1	130796.7033	37.38	0.0001
TM	1	168.9670	0.05	0.8301
TC	1	4678.6401	1.34	0.2720
TM*TC	1	1436.0686	0.41	0.5349
ERROR	11	3499.06439		
EFEECTO CUBICO				
MEDIA	1	59038.2000	20.99	0.0008
TM	1	3971.2820	1.41	0.2598
TC	1	6.1038	0.00	0.9637
TM*TC	1	75.7038	0.03	0.8727
ERROR	11	2813.2931		
EFEECTO CUARTICO				
MEDIA	1	3309.3415	2.71	0.1282
TM	1	40.7701	0.03	0.8584
TC	1	1810.2893	1.48	0.2491
TM*TC	1	36.6300	0.03	0.8657
ERROR	11	1222.5037		
EFEECTO A LA QUINTA POTENCIA				
MEDIA	1	35008.6895	31.04	0.0002
TM	1	1213.1877	1.08	0.3220
TC	1	6440.5714	5.71	0.0359
TM*TC	1	10.6813	0.01	0.9242
ERROR	11	1127.9529		

TM= Tratamiento materno TC= Tratamiento en crecimiento

13. Programa de saneamiento y medicación.

MEDIDAS TOMADAS	DIAS
Restricción de entrada a personal	Todos los días
Limpieza y desinfección de ropa de trabajo	Todos los días
Limpieza y desinfección de todos los corrales	Todos los días
Limpieza de charcas	Todos los días
Baño de animales	Cada tercer día
Limpieza y desinfección de caseta	Cada tercer día
Medicación parenteral (antibiótico)	Durante 3 días
Medicación en alimento (antibiótico)	Durante 7 días

14. Contrastes polinomiales para el efecto de tiempo para CDA (Exp. 2).

FUENTE DE VARIACION	G.L.	C.M.	F	Pr>F
EFEECTO LINEAL				
MEDIA	1	1.36363	263.95	0.0001
TRT	1	0.00340	0.66	0.4278
ERROR	18	0.00516		
EFEECTO CUADRÁTICO				
MEDIA	1	2.10970	299.15	0.0001
TRT	1	0.00547	0.78	0.3900
ERROR	18	0.00705		
EFEECTO CUBICO				
MEDIA	1	0.02593	4.86	0.0407
TRT	1	0.00576	1.08	0.3121
ERROR	18	0.00533		
EFEECTO CUARTICO				
MEDIA	1	0.29092	85.25	0.0001
TRT	1	0.0005	0.16	0.6963
ERROR	18	0.00341		
EFEECTO A LA QUINTA POTENCIA				
MEDIA	1	0.03728	10.34	0.0048
TRT	1	0.00073	0.20	0.6580
ERROR	18	0.00360		
EFEECTO A LA SEXTA POTENCIA				
MEDIA	1	0.00436	2.50	0.1311
TRT	1	0.00002	0.01	0.9082
ERROR	18	0.00174		

TRT= tratamiento

15. Contrastes polinomiales del efecto de tiempo para GDP (Exp. 2).

FUENTE DE VARIACION	G.L.	C.M.	F	Pr>F
EFFECTO LINEAL				
MEDIA	1	0.16515	34.26	0.0001
TRT	1	0.00024	0.05	0.8239
ERROR	18	0.00482		
EFFECTO CUADRÁTICO				
MEDIA	1	0.73371	135.57	0.0001
TRT	1	0.00000	0.00	0.9997
ERROR	18	0.00541		
EFFECTO CUBICO				
MEDIA	1	0.013926	50.83	0.0001
TRT	1	0.00028	0.10	0.7520
ERROR	18	0.00274		
EFFECTO CUARTICO				
MEDIA	1	0.00589	1.73	0.2055
TRT	1	0.00042	0.12	0.7280
ERROR	18	0.00341		
EFFECTO A LA QUINTA POTENCIA				
MEDIA	1	0.06959	11.13	0.0037
TRT	1	0.01466	2.34	0.1431
ERROR	18	0.00625		
EFFECTO A LA SEXTA POTENCIA				
MEDIA	1	0.00482	0.93	0.3481
TRT	1	0.00042	0.08	0.7792
ERROR	18	0.00520		

TRT= tratamiento

16. Contrastes polinomiales del efecto de la variación en semanas para eficiencia alimenticia

(Exp. 2).

FUENTE DE VARIACION	G.L.	C.M.	F	Pr>F
EFFECTO LINEAL				
MEDIA	1	0.00454	0.25	0.6202
TRT	1	0.01737	0.97	0.3371
ERROR	18	0.01786		
EFFECTO CUADRÁTICO				
MEDIA	1	0.65471	71.13	0.0001
TRT	1	0.00053	0.06	0.8116
ERROR	18	0.00920		
EFFECTO CUBICO				
MEDIA	1	0.04828	4.00	0.0607
TRT	1	0.00581	0.48	0.4965
ERROR	18	0.01205		
EFFECTO CUARTICO				
MEDIA	1	0.07892	14.72	0.0012
TRT	1	0.00221	0.41	0.5284
ERROR	18	0.00536		
EFFECTO A LA QUINTA POTENCIA				
MEDIA	1	0.09478	36.40	0.0001
TRT	1	0.01071	4.12	0.0575
ERROR	18	0.00260		
EFFECTO A LA SEXTA POTENCIA				
MEDIA	1	0.00172	1.65	0.2151
TRT	1	0.00003	0.04	0.8490
ERROR	18	0.00104		

TRT= tratamiento

17 Contrastes polinomiales del efecto de la variación en semanas para peso corporal (Exp. 2).

FUENTE DE VARIACION	G.L.	C.M.	F	Pr>F
EFFECTO LINEAL				
MEDIA	1	120703,3363	420.79	0.0001
TRT	1	93.53344	0.33	0.5750
ERROR	18	286.8479		
EFFECTO CUADRÁTICO				
MEDIA	1	106.21629	4.06	0.0590
TRT	1	0.86144	0.03	0.8580
ERROR	18	26.14292		
EFFECTO CUBICO				
MEDIA	1	1059.68128	180.17	0.0001
TRT	1	2.9782500	0.51	0.4858
ERROR	18	5.881591		
EFFECTO CUARTICO				
MEDIA	1	184.43626	25.02	0.0001
TRT	1	0.60312	0.08	0.7781
ERROR	18	7.37125		
EFFECTO A LA QUINTA POTENCIA				
MEDIA	1	16.19233	2.77	0.1132
TRT	1	0.16385	0.03	0.8689
ERROR	18	5.84134		
EFFECTO A LA SEXTA POTENCIA				
MEDIA	1	8.36818	2.58	0.1255
TRT	1	2.52218	0.78	0.3893
ERROR	18	3.24067		
EFFECTO A LA SÉPTIMA POTENCIA				
MEDIA	1	2.2730	1.04	0.3203
TRT	1	1.5654	0.72	0.4075
ERROR	18	2.1761		

TRT= tratamiento