

**EFFECTO PROBIOTICO DEL SUERO DE LECHE FERMENTADO EN LEVANTE
DE CONEJOS**



**DIANA MABEL VELASCO BONILLA
CÉSAR AUGUSTO PARRA TRIVIÑO**

PROYECTO DE GRADO

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROPECUARIA
POPAYAN
2009**

**EFFECTO PROBIOTICO DEL SUERO DE LECHE FERMENTADO EN LEVANTE
DE CONEJOS**

**DIANA MABEL VELASCO BONILLA
CÉSAR AUGUSTO PARRA TRIVIÑO**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO
AGROPECUARIO**

**Director
NELSON JOSE VIVAS QUILA
Zootecnista; M.Sc.**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROPECUARIA
POPAYAN
2009**

*A Dios y a nuestros padres
por darnos la vida, el calor de un hogar
y hacernos personas de bien;
a nuestros profesores
por darnos las bases
de la formación profesional;
a nuestros compañeros y amigos
por formar parte del día a día
y compartir sus valores
para fortalecer nuestra personalidad
y a todos quienes nos han apoyado,
porque gracias a ustedes hoy podemos
dar cumplimiento a un objetivo más
en nuestras vidas.*

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo hacemos llegar nuestros más sinceros agradecimientos a:

Juan Carlos Torres Montoya, Propietario de la Granja Cunícola Santa Rosa E.U. por brindar el conocimiento, espacio y los medios para el desarrollo de esta investigación.

Nelson José Vivas Quila, Zootecnista, M.Sc y director de la investigación, por su orientación y disposición durante la realización de este trabajo.

Oscar Julián Arroyabe Sierra, Administrador técnico económico de la granja del Centro Latinoamericano de Especies Menores CLEM-SENA (Tulúa-Valle del Cauca), por su motivación y asesoría en la fase inicial de este proyecto.

Ariel Mejía, Médico Veterinario y Henry Ilanos trabajador de campo del CLEM, por el aporte de sus conocimientos durante la fase inicial de este proyecto.

Todo el cuerpo de profesores del programa de Ingeniería Agropecuaria, por su contribución a nuestra formación profesional y por ende a la consecución de este objetivo.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	14
1. MARCO TEÓRICO	15
1.1 FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DEL CONEJO	15
1.1.1 El sistema digestivo del conejo	15
1.1.2 La edad relacionada con los cambios en la morfología y función digestiva del conejo	15
1.1.3 Papel de la flora intestinal en la digestión y absorción de nutrientes por el conejo	17
1.2 PROBIÓTICOS	18
1.2.1 Principales efectos saludables de los probióticos	20
1.2.2 Las bacterias ácido lácticas	25
1.2.3 Lactobacillus como probióticos	25
1.2.4 Acción de los ácidos orgánicos	25
1.3 suero de leche	26
1.3.1 Opciones para darle valor agregado	26
1.3.2 Características del suero de leche	27
1.3.3 Actividad biológica de las proteínas del suero	27
1.4 ANTECEDENTES	31
2. METODOLOGIA	34
2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	34

2.2 INSTALACIONES Y EQUIPOS	34
2.3.ANIMALES	35
2.4 MATERIALES	35
2.5 PROCEDIMIENTO	36
2.5.1 Producción de suero de leche fermentado con <i>Lactobacillus sp.</i>	36
2.5.2 Preparación de instalaciones	37
2.5.3 Desparasitación y destete	38
2.5.4 Alimentación	38
2.5.5 Agua	38
2.5.6 Limpieza	39
2.5.7 Evaluación de los tratamientos	39
2.6 VARIABLES A EVALUAR	40
2.6.1 Consumo de concentrado, forraje y tratamiento	40
2.6.2 Ganancia de peso	40
2.6.3 Conversión alimenticia	41
2.6.4 Morbilidad y mortalidad	41
2.7 ANALISIS ECONOMICO	41
2.7.1 costos variables	42
2.7.2 Beneficio bruto de campo	42
2.7.3 Beneficio neto de campo o balance final	42
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
3.1 CONSUMO DE ALIMENTO	43

3.2 CONSUMO DE SUERO	44
3.3 GANANCIA DE PESO	46
3.4 CONVERSIÓN ALIMENTICIA	48
3.5 MORBILIDAD	50
3.6 MORTALIDAD	52
3.7 ANALISIS ECONÓMICO	54
3.7.1 costos variables	54
3.7.2 Beneficio bruto de campo	54
3.7.3 Beneficio neto de campo o balance final	55
4. CONCLUSIONES	56
5. RECOMENDACIONES	57
BIBLIOGRAFÍA	58

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Funciones, mecanismos e implicaciones de la acción de las proteínas del suero	29
Cuadro 2. Equipos utilizados durante el ensayo	35
Cuadro 3. Materiales usados en el ensayo	35
Cuadro 4. Plan de alimentación de conejos en la Granja Cunicola Santa Rosa E.U	38
Cuadro 5. Composición nutricional del concentrado solla Conejos	38
Cuadro 6. Recomendaciones del consumo de agua para conejos	39
Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable Consumo de alimento, en conejos alimentados con probiótico	43
Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable Consumo de suero, en conejos alimentados con probiótico	45
Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable Ganancia de peso, en conejos alimentados con probiótico	46
Cuadro 10. Valores promedio de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia durante el periodo de engorde	48
Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable Conversión alimenticia, en conejos alimentados con probiótico	49
Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable Morbilidad, en conejos alimentados con probiótico	50
Cuadro 13. Prueba de duncan para morbilidad	50
Cuadro 14. Morbilidad durante el ensayo	51

Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable Mortalidad, en conejos alimentados con probiótico	52
Cuadro 16. Mortalidad durante el ensayo	53
Cuadro 17. Costos variables	54
Cuadro 18. Beneficio bruto de campo	54
Cuadro 19. Beneficio neto de campo	55

GRÁFICOS

	pág.
Gráfico 1. Consumo de alimento	43
Grafico 2. Consumo de suero	45
Grafico 3. Ganancia de peso	46
Gráfico 4. Conversión alimenticia	49

FIGURAS

	pág.
Figura 1. Galpón empleado en el ensayo	34
Figura 2. Preparación del suero de leche fermentado	36
Figura 3. Diagrama del proceso de producción del <i>Lactobacillus</i>	37
Figura 4. Distribución del modelo estadístico en el galpón	40

RESUMEN

La producción cunícola, ha presentado desde siempre una limitante debido a las patologías digestivas en el periodo de levante, lo que ha conllevado a un aumento de los costos productivos, sin embargo, han surgido alternativas para mejorar esta situación como la utilización de probióticos, que han proporcionado beneficios a nivel digestivo en diferentes especies. En este caso se utilizó el suero de leche fermentado con *Lactobacillus sp.*, como probiótico, que además de darle un valor agregado a un abundante subproducto de la fabricación del queso, es una opción para minimizar el impacto ambiental que puede causar éste por la demanda química y biológica de oxígeno en las fuentes de agua.

La evaluación se llevó a cabo en la granja Cunícola santa Rosa E.U, para lo cual se utilizaron 45 hembras destetas de 35 días de edad con un peso promedio de 800 g. Se trabajó un modelo estadístico completamente al azar con 5 tratamientos, 3 repeticiones y 3 animales por unidad experimental, durante 5 semanas, en donde se adicionó suero de leche fermentado con *Lactobacillus* al agua de bebida en concentraciones de 0, 20, 40, 60 y 100%, con el fin de medir su consumo y las variables consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia; de igual forma se estimó el posible efecto probiótico sobre la morbilidad y mortalidad en la etapa de levante. El análisis de varianza no arrojó diferencias significativas entre los tratamientos para las variables consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, sin embargo, el tratamiento T4 presentó el mejor comportamiento con una conversión de 2.51. En cuanto a su efecto sobre la morbilidad y mortalidad, solo se hallaron diferencias significativas ($P > F = 0.05$) para morbilidad, destacándose el tratamiento T2 (40% suero de leche fermentado+60% agua potable) en donde el porcentaje de animales enfermos en el ensayo fue de solo el 6.6% en comparación al tratamiento testigo (100% agua potable) donde el porcentaje fue de 17.7%, permitiéndonos ver el efecto positivo que tiene la inclusión de este probiótico en el agua de bebida en la etapa de levante. Por otro lado, el análisis económico indicó que con el tratamiento T4 se obtuvo el mejor beneficio neto de campo con 120.57%, seguido de tratamiento T2 con 110.74%.

INTRODUCCION

En la producción cunícola, una importante limitante han sido las patologías digestivas durante el engorde, que ha conllevado a un aumento de los costos terapéuticos, dentro de los cuales se incluye el tratamiento con antibióticos. Sin embargo, no se debe olvidar el rechazo del consumidor a métodos de producción que pasan por el suministro de sustancias medicamentosas y tener en cuenta que el futuro se encara cada vez con más claridad hacia la limitación del uso de antibióticos. Como consecuencia de esto se han venido presentando otras alternativas con el fin de minimizar los problemas digestivos presentados especialmente al destete y ocasionados por el cambio fisiológico de pasar de una alimentación láctea, rica en grasas, proteínas y azúcares muy digestibles, a ingerir alimentos sólidos ricos en fibra, almidón y proteína de origen vegetal. Estos componentes estimulan la producción de proteasas y amilasas, pero mientras este desarrollo madura se produce una baja digestibilidad de la proteína y del almidón, llegando en exceso al ciego. Para esto, se han probado numerosos productos capaces de influir sobre la flora intestinal en todas las especies animales con mayor o menor éxito (Carrizo, 2003). Una de las alternativas es el uso de probióticos, con los que se busca tratar de modificar la flora intestinal, controlar las bacterias patógenas e implantar bacterias favorables, asegurando una microflora con organismos que promuevan el buen desarrollo del animal. Los probióticos pueden ayudar a cumplir este objetivo basados en el hecho de que sobreviven al paso a través del estómago, colonizando el tracto digestivo y por exclusión competitiva, la cual se basa en ocupar el espacio disponible en el intestino con bacterias favorables, desplace a las indeseables y se aproveche con mayor eficiencia el alimento consumido; al mismo tiempo, estos organismos son importantes en la producción de ácido láctico, la producción de AGV, reductores del pH intestinal, productores de enzimas favorables a la digestión y estimuladores de la formación de sustancias defensivas frente a la infección (Barrera, 2001).

En el presente trabajo se utilizó el probiótico *Lactobacillus sp.* como biorregulador de la función digestiva de conejos, buscando una alternativa opuesta a la utilización de antibióticos. Por sus características, se evaluó el suero de leche fermentado con *Lactobacillus sp.* en la fase de levante, en busca de un mejor aprovechamiento del alimento en términos de ganancia de peso, conversión alimenticia y su efecto sobre la morbilidad y mortalidad, utilizando niveles de 20, 40, 60 y 100% adicionados al agua de bebida; Por último, para determinar los costos de producción se empleó la metodología de presupuestos parciales que permitieron determinar el mejor tratamiento en términos de costo-beneficio.

1. MARCO TEORICO

1.1 FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DEL CONEJO

1.1.1 El sistema digestivo del conejo. El primer compartimiento importante en el sistema digestivo del conejo es el estómago, el cual tiene una capa muscular muy débil y siempre esta parcialmente lleno. Después de la cecotrofia el estómago actúa como una cavidad de almacenamiento para éstos. De esta manera, el estómago está constantemente secretando jugos gástricos y el pH es ácido. El rango de pH del estómago es de 1 a 5, dependiendo del sitio de determinación (fondo vs. Cardias-Píloro), la presencia o ausencia de heces suaves el tiempo de admisión de alimento y la edad del conejo. La figura más pequeña (de 1 a 2.5) está determinada en la región del cardias, en la ausencia de heces suaves, después de 4 horas de ingestión de dieta, y conejos no mayores de 5 semanas. La capacidad del estómago es cerca de 0.34 del total de la capacidad del sistema digestivo (Grobner, 1982, y otros, citado en purina, 2004).

El estómago está vinculado con un ciego enrollado por un pequeño intestino de aproximadamente 3 metros de largo donde ocurre la secreción de bilis, digestión de enzimas y amortiguadores. El pH del intestino delgado es cerca de 7. El ciego esta caracterizado por tener una capa muscular débil y contiene 200 g kg⁻¹ de materia seca. El pH del contenido cecal es ligeramente ácido (5.6-6.2). La capacidad del ciego es aproximadamente 0.49 del total de la capacidad del tracto digestivo. El colon puede ser dividido en dos segmentos, el colon proximal (aproximadamente 35 cm. de largo) y el colon distal (80-100 cm. de largo) (Portsmouth, 1977, y otros, citado en purina, 2004).

El colon proximal puede ser dividido en otros tres segmentos; el primer segmento posee tres pliegues con la formación de austras entre ellas, mientras el segundo segmento tiene un pliegue simple cubriendo la mitad de la circunferencia del tubo digestivo, y el tercer segmento o foso del colon no tiene tenias o austras pero esta densamente enervado. De esta manera, estos actos marcan los pasos para el colon durante la fase de formación de heces duras (Snipes et al., 1982, citado en purina, 2004).

1.1.2 La edad relacionada con los cambios en la morfología y función del sistema digestivo del conejo. Los diferentes segmentos del sistema digestivo del conejo crecen a diferentes maneras durante la maduración. La capacidad de

admitir leche aumenta tres veces desde el nacimiento hasta el pico de producción de leche (12-35 gr. de leche / día). El ciego y colon se desarrollan más rápido que el resto del cuerpo de 3 a 7 semanas de edad visto que el tamaño relativo del intestino y el estómago es reducido de la 3 a la 11 semana de edad (Lebas y Laplace, 1972, citado en Purina, 2004), el rápido crecimiento del ciego durante este periodo es más evidente si el contenido cecal está incluido. El ciego y el contenido cecal alcanzan su pico cerca de 0.06 del total del peso corporal a las 7-9 semanas de edad. El pH del ciego se ve también afectado por la edad y disminuye de 6.8 a los 15 días de edad a 5.6 a los 50 días de edad (Padilla et al., 1995, citado en Purina, 2004).

Muchos cambios marcados también ocurren por la actividad de las diferentes enzimas digestivas. En la 4ª semana de vida del conejo, la actividad de la lipasa gástrica representa más de la actividad lipolítica que todo el tracto digestivo, mientras que esta actividad no es detectable en los 3 meses de vida del conejo. Mientras que la actividad de la lipasa gástrica disminuye, la lipasa pancreática incrementa, ambas expresando una actividad específica (Mmol de sustrato degradado por unidad de tiempo y mg. de proteína) o como una actividad total (Mmol de sustrato degradado por unidad de tiempo para todo el órgano) después de 14 días de edad. La prioridad de esta edad, las actividades específicas es constantemente el incremento moderado (Marounek et al., 1995, y otros, citado en Purina, 2004).

La principal actividad proteolítica es localizada también en el estómago del conejo joven y un importante decremento ocurre con la edad e incrementa la actividad proteolítica en el ciego, colon y páncreas. En el caso de las enzimas pancreáticas tripsina y quimiotripsina, su actividad total incrementa después de 21 y 32 días de edad respectivamente. Sin embargo, las actividades específicas de estas dos enzimas decrecen durante el periodo de 1 a 43 días de edad (Lebas et al., 1971, y otros, citado en Purina, 2004).

La otra principal actividad enzimática a nivel pancreático es la amilasa. La edad relacionada con los cambios en la actividad de esta enzima es similar a ésta, la lipasa pancreática, con un marcado incremento de estas dos específicas y total de actividades después de 14 días de edad y un ligero decremento en actividades específicas de 1 a 14 días de edad. La actividad de la carbohidrasa del páncreas es complementada por la actividad de las disacaridasas localizadas principalmente en el intestino delgado. La actividad de la lactasa disminuye con la edad mientras que en otro sentido la maltasa incrementa. Otra actividad enzimática que aumenta con la edad del conejo marcadamente son estas que están debido a la presencia de los microorganismos que pueden determinar la habilidad del conejo a utilizar fibra. Celulasa, pectinasa, xilasa y ureasa son algunas de las principales

actividades provistas por la microflora intestinal (Marounek et al., 1995, y otros, citado en Purina, 2004).

1.1.3 Papel de la flora intestinal en la digestión y absorción de nutrientes por el conejo. La presencia de una población microbiana en el ciego, en conjunto con la cecotrofia, le permite al conejo obtener energía, aminoácidos y vitaminas adicionales. El principal género de la población microbiana en el ciego del conejo adulto es *Bacteroides*. La población de *Bacteroides* comprende de 10⁹ – 10¹⁰ bacteria g⁻¹ y otros géneros como: *Bifidobacterium*, *Clostridium*, *Streptococcus* y *Enterobacter* completan esta población para dar una carga bacteriana de 10¹⁰-10¹² bacteria g⁻¹ (Cortez et al., 1992, y otros, citado en Purina, 2004).

La presencia de una bacteria celulolítica en el ciego del conejo es indicado por Hall (1952) y Davies (1956). Mas tarde, Emaldi et al. (1979) estudiaron la actividad enzimática de esta microflora y mencionaron que la actividad principal de estas era, en orden decreciente, uso de amoníaco, ureolíticas, proteolíticas y celulolíticas. La importancia de otras actividades por ejemplo, xylanolíticas y pectinolíticas, ha sido indicado en estudios conducidos por Forsythe y Parker (1985) y Marounek et al. (1995). Forsythe y Parker (1985) estimaron la población bacteriana de 10⁸ y 10⁹ xylanolíticas y pectinolíticas, respectivamente. La composición de la microflora no siempre es constante a lo largo de la vida del conejo y es fuertemente influenciada por el tiempo de crecimiento (Padilla et al., 1996). (Purina, 2004).

Durante la primera semana de vida, el sistema digestivo del conejo es colonizado por bacterias anaerobias, predominantemente *Bacteroides*. A los 15 días de edad, el número de bacterias aminolíticas tiende a ser estabilizado, mientras los colibacilos decrecen hasta que el número de bacterias celulolíticas incrementa. Sin embargo, la admisión de la leche puede retrasar la colonización por la flora celulolítica pero no se ve afectado la evolución de la población de colibacilos. Como consecuencia de los cambios relacionados con la edad en la población microbiana, la producción de ácidos grasos volátiles (AGV's) incrementa con la edad. Sin embargo, una vez que la cecotrofia es iniciada, la presencia de bacterias de origen cecal puede ser detectada. Smith (1965) y Gouet y Fonty (1979) detectaron flora microbiana prececal después de sólo 16 y 17 días de edad, respectivamente. La presencia de estos microbios prececales esta dependiente de la cecotrofia, con altos contenidos de este material y células no viables después de 5-6 horas (Jilge y Meyer, 1975, y otros, citado en Purina, 2004).

La composición de la microflora no sigue constante durante la vida del conejo. Como resultado de la actividad fermentativa de la microflora, AGV's son

producidos en la proporción de 60-80 moles de acetato, 8-20 moles de butírico y de 3-10 moles de propiónico por 100 moles de AGV's. Sin embargo, esta proporción cambia con el tiempo y con el estado de desarrollo del conejo, con incremento en la concentración de acético de 15 a 25 días de edad y un cambio en la ración de propiónico y butírico de 15 a 29 días de edad (Padilla et al., 1995, y otros, citado en Purina, 2004).

De acuerdo con Marty y Vernay (1984), los AGV's pueden ser metabolizados en el tejido final, con el butírico la sustancia preferida por los colonocitos. El hígado es el principal órgano metabolizador absorbente de propiónico y butírico. Sin embargo, el acético está disponible gracias al tejido extra-hepático metabolizador. Está estimado que el conejo obtiene arriba de 0.40 de de energía de mantenimiento de sus requerimientos de AGV's producidos por la fermentación de la flora microbiana (Purina, 2004).

1.2 PROBIÓTICOS

Los probióticos son microorganismos que estimulan las funciones protectoras del tracto digestivo, también son conocidos como bioterapéuticos, bioprotectores o bioprolácticos y se utilizan para prevenir las infecciones entéricas y gastrointestinales.

En 1908 el científico ruso Metchnikoff enfatizó los beneficios que proporcionaba el consumo del yogurt a los pobladores de los Balcanes, en los que asoció su gran longevidad y buena salud física al elevado consumo de este producto; aunque el beneficio de las leches fermentadas para la salud se conocía desde hace varios siglos (Seminario Internacional Sobre Sistemas Sostenibles De Producción En Especies Menores, 2006).

Lilly y Stillwell (1965) utilizaron por primera vez el término probiótico para nombrar a los productos de la fermentación gástrica. Esta palabra se deriva de dos vocablos, del latín pro- que significa por o a favor de, y del griego bios- que quiere decir vida (Ibíd).

Para que un microorganismo pueda cumplir con esta función de protección tiene que poseer características tales como:

- Ser habitante del intestino

- Tener un tiempo corto de reproducción
- Ser capaz de producir compuestos microbianos
- Ser estable durante el proceso de producción, comercialización y distribución.

Estos microorganismos protegen al huésped de las infecciones mediante la inmunomodulación, induciendo a un aumento de la producción de inmunoglobulinas, aumento de la activación de las células mononucleares y linfocitos.

En el mundo actualmente se emplean preparaciones probióticas con resultados satisfactorios para mejorar el comportamiento productivo y de salud. Estos se traducen en una salud general reforzada como resultado de una nutrición mejorada, incremento de la tasa de crecimiento y de las producciones (Berg, 1998 y otros, citados en Seminario Internacional Sobre Sistemas Sostenibles De Producción En Especies Menores, 2006).

Sin embargo, la expresión probiótica, es un fenómeno complejo que se encuentra bajo la influencia de diversos factores (tiempo de aplicación, eubiosis de la flora intestinal, la dosis, edad, preparación y métodos de producción del probiótico) lo que pueden afectar su estabilidad (Brizuela, 2002, citado en Seminario Internacional Sobre Sistemas Sostenibles De Producción En Especies Menores, 2006).

Según Fuller (1986) el término probiótico es usado para describir suplementos alimentarios en animales, los cuales tienen un efecto protector en la flora indígena del intestino contra los microorganismos patógenos (Seminario Internacional Sobre Sistemas Sostenibles De Producción En Especies Menores, 2006).

Vanbelle et al. (1990) definieron a los probióticos "Como microorganismos intestinales naturales que después de dosis orales efectivas son capaces de establecerse y eventualmente colonizar el tracto gastrointestinal y de esta forma mantener o incrementar la biota natural para prevenir la colonización de organismos patógenos y asegurar una utilidad óptima del alimento"(Ibíd).

En el año 1995 Gunther ya clasifica a los probióticos como aditivos alimentarios y de forma amplia como organismos microbianos vivos o muertos de las especies *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Bacillus* y *Saccharomyces* así como

productos de la fermentación microbiana, nucleótidos, metabolitos de las proteínas, oligosacáridos y ácidos orgánicos (Ibíd).

Ya Lyons (1997) da un enfoque naturalista y actualizado de los probióticos, plantea que son productos naturales, los cuales se utilizan como promotores del crecimiento en los animales de forma tal que su empleo permite obtener mejores rendimientos, elevada resistencia inmunológica, reducción o eliminación de patógenos en el tracto gastrointestinal y menores residuos de antibióticos u otras sustancias de uso análogos en los productos (Ibíd).

Como puede verse la definición de probiótico ha evolucionado y cambiado en el transcurso de los años de forma significativa lo que ha generado la existencia de criterios diversos en cuanto a la aplicación del producto en animales y humanos. Además, ensayos realizados y literatura consultada demuestran que se investiga fuertemente en este campo por lo que se puede considerar que la definición de probiótico seguirá modificándose (Ibíd).

1.2.1 Principales efectos saludables de los probióticos. Dentro de las funciones atribuidas actualmente a los probióticos se pueden citar las siguientes (Havenaar, 1999, y otros, citados en Seminario Internacional Sobre Sistemas Sostenibles De Producción En Especies Menores, 2006).

- Efecto hipocolesterolémico.
- Actividad antienzimática, relacionada con los sistemas que producen o activan sustancias carcinógenas (efecto antitumoral) comprobándose en modelos animales (ratas) y en humanos que el suministro de cepas de *Lactobacillus* son capaces de inhibir los procesos en los que se desarrollan los tumores malignos.
- Incrementan la utilización digestiva de los alimentos a través de sus propias enzimas.
- Reducen la absorción de sustancias tóxicas como NH₃, aminos, indol, mercaptanos, y sulfito.
- Producen H₂O₂, previniendo la adhesión de las bacterias patógenas.
- Protegen contra la biotransformación de las sales biliares en productos tóxicos y nocivos.

- Son detoxificadores de los metabolitos perjudiciales de la flora.
- Poseen una probada habilidad para promover el crecimiento y la productividad en la ganadería en forma perfectamente natural.
- Los probióticos son considerados como biorreguladores nutricionales e incrementan el desarrollo y la salud animal.
- Mejoran la actividad enzimática del huésped por la persistencia de un pH ácido en el TGI.
- Los ácidos orgánicos actúan como agentes quelantes, mejorando así la absorción de minerales.
- Los probióticos participan en la síntesis de vitaminas y en la pre-digestión de las proteínas.
- Muchas cepas probióticas pueden producir D-galactosidasa por lo que mejoran la utilización de la lactosa en individuos intolerantes.
- Digestión de las proteínas (proteólisis). Entre los efectos nutricionales de los prebióticos está el de mejorar la digestibilidad de los alimentos. Gracias al aporte enzimático, la flora probiótica contribuye a mejorar la digestión de los alimentos, y favorece, sobre todo, la digestión de las proteínas. Se sabe que las moléculas de las proteínas son difíciles de digerir, pero con el aporte de las bacterias probióticas, las proteínas ingeridas se transforman, gracias a las enzimas proteásicas de los probióticos, en moléculas más pequeñas (polipéptidos, y luego aminoácidos), y por eso más digestibles. Esta propiedad puede ser apreciada especialmente en pediatría, en geriatría, durante las convalecencias, y en todos los casos en que haya mala absorción (Cabrera y Fadragas, 2005).
- Digestión de las grasas (lipólisis). También las grasas sufren una transformación por obra de la flora probiótica: la enzima lipasa de los probióticos las transforman en ácidos grasos y glicerol. Además de tener una función particularmente útil en las preparaciones dietéticas para lactantes, ancianos y convalecientes, está indicada especialmente en el tratamiento de las enfermedades del metabolismo (desconjugación de las sales biliares y transformación del colesterol en los lípidos séricos de las hipercolesterolemias e hiperlipemias en general). La administración de células bacterianas lácticas a ratones y conejos tiene el efecto de disminuir los valores de colesterol plasmático, evidenciando la influencia sobre la absorción intestinal del colesterol endógeno o que deriva de la dieta (Ibíd).

- Digestión de la lactosa y asimilación de los aminoácidos. La mayoría de las bacterias que constituyen la flora subdominante (población inferior a 10^7 x g), especialmente los lactobacilos, produce una relevante cantidad de Betagalactosidasas. El hecho resulta significativo en los sujetos que presentan intolerancia hacia la lactosa, porque la Betagalactosidasa producida por las bacterias lácticas parece estimular la producción de la lactasa residual a nivel del enterocito; y en consecuencia, se obtiene una mayor tolerancia a la lactosa, ya que la enzima determina la hidrólisis de glucosa y de galactosa, de fácil absorción por parte de la mucosa intestinal (Ibíd).
- Se activan, además, otras reacciones enzimáticas capaces de intervenir sobre los residuos inutilizados por el contenido intestinal: Alfa-D-glucosidasas, Alfa-maltosidasas, Alfa-D-xilosidasas. La digestibilidad de los alimentos se podría aumentar también gracias a la predigestión de factores no nutricionales, como el ácido fólico y los glucosinatos, en substratos asimilables por parte del huésped. Los probióticos permitirían mejorar, además, la asimilación de los aminoácidos esenciales para el huésped, sintetizándolos o inhibiendo la acción de las desaminasas y de las descarboxilasas bacterianas producidas por la microflora del tracto digestivo (Ibíd).
- Síntesis de las vitaminas del grupo B. Algunos cultivos de bacterias probióticas requieren, para su actividad metabólica, justamente de las vitaminas del grupo B (por eso se justifica la asociación de vitaminas del grupo B en formulaciones asociadas), mientras que otras logran sintetizar directamente vitaminas (K, B12, B9, H, B2, B5), cuya actividad es particularmente útil justamente para la función fisiológica del aparato gastrointestinal (Ibíd).
- Efectos sobre la anatomía y la fisiología del segmento digestivo. El ecosistema microbiano del aparato digestivo actúa sobre numerosas propiedades fisiológicas, sobre todo, en lo que se refiere al proceso de absorción a nivel intestinal. La microflora interviene aumentando el volumen de los compartimientos digestivos, la superficie intestinal de absorción, las dimensiones de las microvellosidades y su renovación celular, y el tránsito digestivo y la motilidad intestinal (Ibíd).
- Efectos terapéuticos. La acción antagonista hacia gérmenes patógenos es la acción más importante de la microflora digestiva, es decir, proteger frente a las infecciones y la colonización, por parte de gérmenes patógenos, del tubo digestivo. Los distintos mecanismos que forman la primera línea de defensa del huésped de las infecciones intestinales se llaman resistencia a la colonización, exclusión competitiva o efecto barrera. La represión de los gérmenes patógenos se puede dar de distintos modos:

- La producción de ácidos orgánicos, como el ácido láctico o acético, a partir de los glúcidos provenientes de los alimentos actúa bajando el pH y limitando el desarrollo de *Escherichia coli* y de la *salmonela*. Además, la acidificación del tubo digestivo parece favorecer los movimientos peristálticos del intestino.
- Reprimen el crecimiento de las bacterias patógenas, gracias a la producción de sustancias antimicrobianas del tipo de la bacteriocina, que inhiben los gérmenes que a menudo causan las infecciones.
- Algunas bacterias utilizadas tienen la capacidad de desconjugar las sales biliares: las formas desconjugadas poseen una capacidad de inhibición mayor sobre el desarrollo de las bacterias que las formas conjugadas.
- Inhiben el arraigo de los gérmenes patógenos, gracias a la competición para la colonización. La adherencia de los probióticos a las células intestinales permitiría una colonización rápida y focalizada del tubo digestivo. El establecimiento de gérmenes indeseables se podría evitar también gracias a una inhibición competitiva de los prebióticos, debido al consumo de los nutrientes en lugar de las bacterias patógenas (Ibíd).
- Estimulación de la inmunidad. Las bacterias tienen una acción estimulante sobre el sistema inmunitario del huésped, ya que actúan tanto sobre las células implicadas en la inmunidad natural, como en las relacionadas con la inmunidad específica, y también sobre los macrófagos. Además, parece que la presencia de los microorganismos probióticos favorece la reproducción de anticuerpos, especialmente las IgA secretoras en la luz intestinal. Las IgA pueden inhibir la adherencia de las bacterias patógenas a la superficie de las mucosas causando la aglutinación de las bacterias, fijándose en las adhesinas, o sea, sobre los factores de adherencia presentes en la superficie de las bacterias, e interfiriendo con las interacciones adhesinas/receptores celulares (Ibíd).
- Gracias a su acción sobre el sistema inmunitario, las bacterias lácticas se podrían utilizar con fines de prevención contra las infecciones intestinales, como protección contra daños relacionados con el sistema inmunitario, específicamente como inmunomoduladores (Ibíd).
- Neutralización de los productos tóxicos. La inactivación de los compuestos tóxicos gracias a las bacterias lácticas representa otro aspecto muy importante de la acción probiótica y terapéutica de ellas. Parece que los probióticos atenúan el catabolismo intradigestivo, orientando la función hepática. Se pueden acumular en la microflora intestinal para reducir la absorción de sustancias tóxicas como el amoníaco, los aminados y el indol. Parece también que disminuyen la biotransformación de las sales biliares y de los ácidos grasos en productos tóxicos (Ibíd).

- Lucha contra el estrés. El estrés es uno de los factores que influye en la variación de la microflora digestiva, provocando una alteración de la fisiología general y, por lo tanto, también de la del aparato digestivo. Cualquier situación de estrés, independientemente de su naturaleza (emociones, frío, cansancio psicofísico, etc.), produce un aumento de los movimientos peristálticos y de las secreciones de HCL y de mucus a nivel del tracto digestivo. Como consecuencia, se modifica la microflora y las actividades que dependen de ella (Ibíd).
- Protección contra las infecciones intestinales. Muchas investigaciones han demostrado que las bacterias lácticas pueden ejercer una actividad antimicrobiana sobre algunos componentes patógenos de la flora intestinal. La actividad antimicrobiana de las bacterias lácticas se debe a la acumulación de bacteriocinas, antibióticos, agua oxigenada, ácido láctico y ácido benzoico. Las bacterias lácticas constituyen un verdadero antídoto eficaz contra las infecciones entéricas, cuya frecuencia actualmente está aumentando en los turistas y en las personas que viajan (Ibíd).

Los probióticos promueven la inmunidad no específica y específica por lo que su uso puede contribuir a la disminución del empleo de medicamentos en los animales de granja, la obtención de mejores respuestas vacunales y una mayor resistencia a las enfermedades.

Los principales mecanismos de acción de los probióticos se establecen con la creación de diferentes barreras defensivas (saturación de los receptores epiteliales, producción de ácidos orgánicos, estímulo de fagocitosis, diferenciación de células inmuno-competentes, producción de anticuerpos (Marca, 1999, citado en Seminario Internacional Sobre Sistemas Sostenibles De Producción En Especies Menores, 2006).

Los probióticos suprimen la acción de los microorganismos patógenos por diferentes mecanismos. Uno de ellos, es la competencia que se establece por los nutrientes. Por otra parte, producen metabolitos tóxicos y crean en el intestino condiciones adversas para el desarrollo de los patógenos. Un microorganismo no patógeno compite con los microorganismos patógenos por los sitios de adhesión en las células del tracto. Este hecho determina la no adherencia de estos últimos. Es por eso que la adherencia a la célula del tracto es una de las características que definen a un microorganismo como probiótico (Prats, 1999, citado en Seminario Internacional Sobre Sistemas Sostenibles De Producción En Especies Menores, 2006).

Los probióticos pueden estimular la respuesta inmune en el hospedero, éste a su vez, puede ejercer control sobre la composición de la microflora (Kimura et al. 1997, citados en Seminario Internacional Sobre Sistemas Sostenibles De Producción En Especies Menores, 2006).

1.2.2 Las bacterias ácido lácticas. Havenaar, 1992, (citado en Seminario Internacional Sobre Sistemas Sostenibles De Producción En Especies Menores, 2006) plantea que las principales características de las bacterias ácido lácticas que las distinguen como aditivos alimentarios son:

- Producción de ácido láctico, baja producción de acético y fórmico; lo que permite un descenso del ph y la inhibición de bacterias esporuladas y microorganismos patógenos.
- Detoxificación por degradación de compuestos nocivos de origen vegetal
- Producción de compuestos antimicrobianos.
- Efectos probióticos cuando son administradas vivas a animales y humanos.

1.2.3 Lactobacillus como probióticos. Un grupo de características han sido identificadas como propiedades importantes por las cuales los *Lactobacillus* son considerados organismos probióticos eficaces. Estas incluyen su habilidad para adherirse a las células, exclusión o reducción de la adhesión de patógenos, persistencia y multiplicación, producción de ácido, peróxido de hidrógeno y bacteriosinas antagónicas al crecimiento de patógenos, resistencia a microbicinas vaginales incluso a los espermicidas. Son microorganismos considerados como seguros, no carcinogénicos, no patogénicos, con capacidad de coagregación y propician una biota normal equilibrada (Sobel, 1999, y otros, citados en Seminario Internacional Sobre Sistemas Sostenibles De Producción En Especies Menores, 2006).

La presencia de *Lactobacillus* es importante para el mantenimiento del ecosistema microbiano intestinal. Se ha demostrado que ellos poseen actividad inhibitoria sobre el crecimiento de bacterias patógenas como *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* Está inhibición se atribuye a la producción de compuestos de naturaleza inhibitoria, peróxido de hidrógeno, ácidos orgánicos o a la competencia por la adherencia al epitelio (Juven et al. 1992, y otros, citados en Seminario Internacional Sobre Sistemas Sostenibles De Producción En Especies Menores, 2006).

1.2.4 Acción de los ácidos orgánicos. Los ácidos orgánicos más importantes desde el punto de vista de la acción probiótica son el láctico y los ácidos grasos de cadena corta (AGCC) siendo estos el acetato, propionato y butirato pero otros

significantes productos finales de la fermentación de carbohidratos incluyen el etanol, succinato y valerato. (Macfarlane y Macfarlane, 1995, citados en Seminario Internacional Sobre Sistemas Sostenibles De Producción En Especies Menores, 2006).

Una de las más importantes propiedades de los AGCC es su efecto nutritivo sobre el epitelio intestinal cuando provienen desde el ciego e intestino grueso, aunque el butirato parece ser el más efectivo y el propionato el menos (Frankel, 1994, citado en Seminario Internacional Sobre Sistemas Sostenibles De Producción En Especies Menores, 2006).

La principal acción de los ácidos orgánicos (láctico y AGCC) consiste en la acidez que estos ocasionan en el TGI provocando con esto una mejor actividad enzimática y absorbiva por parte del hospedero y un control adecuado de los patógenos potenciales los cuales son muy sensibles a los pH bajos garantizándose por esta vía la inhibición de su crecimiento y proliferación. Así mismo los ácidos orgánicos al acidificar el medio intestinal mejoran el efecto quelante de los minerales mejorando su biodisponibilidad y aporte nutricional (Seminario Internacional Sobre Sistemas Sostenibles De Producción En Especies Menores, 2006).

1.3 SUERO DE LECHE

1.3.1 Opciones para darle valor agregado

El lactosuero es uno de los materiales más abundantes y contaminantes de la industria láctea. Cada 1,000 litros de lactosuero generan cerca de 35 kg de demanda biológica de oxígeno (DBO) y cerca de 68 kg de demanda química de oxígeno (DQO). Esta fuerza contaminante es equivalente a la de las aguas residuales producidas en un día por 450 personas (Jelen, 1979, citado por Inda, 2000)

Más aún, no usar el lactosuero como alimento es un enorme desperdicio de nutrimentos; el lactosuero contiene un poco más del 25 % de las proteínas de la leche, cerca del 8 % de la materia grasa y cerca del 95 % de la lactosa. Como se mostró anteriormente, por lo menos el 50 % en peso de los nutrimentos de la leche se quedan en el lactosuero (Ibíd).

Los mismos 1,000 litros de lactosuero a los que nos referimos arriba contienen más de 9 kg de proteína de alto valor biológico, 50 kg de lactosa y 3 kg de grasa de leche. Esto es equivalente a los requerimientos diarios de proteína de cerca de 130 personas y a los requerimientos diarios de energía de más de 100 personas (Ibíd).

Por esta razón los procesos de bioconversión surgen como una alternativa para el aprovechamiento de este desecho como sustrato para el crecimiento de microorganismos capaces de producir sustancias, como el ácido láctico, ampliamente usado en la industria alimenticia, textil, farmacéutica y cosmética. Entre los microorganismos empleados para la producción de ácido láctico, los *Lactobacillus* consumen los nutrientes presentes en el suero, principalmente la lactosa, produciendo además del ácido láctico pequeñas trazas de productos volátiles como ácido acético y dióxido de carbono, siendo capaz de convertir el 85 % de la fuente de carbono suministrada en ácido láctico. (Urribarrí. et al, 2004)

1.3.2 Características del suero de leche

Desde los años noventas, diversas investigaciones han establecido el importante papel que juega el sistema proteico de la leche en su actividad biológica. Se ha demostrado que algunas proteínas nativas del suero como la α -lactoalbúmina, la β -lactoglobulina, o la lactoferrina, son fisiológicamente activas. Por ejemplo, se ha demostrado para la lactoferrina y la β -lactoglobulina actividades antimicrobianas y antivirales capaces de inhibir patógenos a nivel gastrointestinal, de promover la respuesta inmune del organismo, o bien de regular el desarrollo celular (Meisel, 1997 y otros, citados por Jiménez y García, 2006).

Por otro lado, otras actividades están latentes hasta que el péptido activo es liberado a través de la hidrólisis de las proteínas (principalmente las caseínas), ya sea por las enzimas del tracto gastrointestinal, o bien por las proteasas liberadas durante la fermentación de la leche (Ibíd).

1.3.3 Actividad biológica de las proteínas del suero. Las características fisicoquímicas de las proteínas del suero son muy diferentes a las de las caseínas. Desde el punto de vista digestivo, las proteínas del suero permanecen solubles al pH ácido del estómago, a diferencia de las caseínas que precipitan formando coágulos. Esto provoca que su paso por el estómago sea muy rápido y que lleguen al intestino prácticamente intactas permitiendo que su absorción sea a través de un sector más largo del intestino. Su largo paso por el intestino facilita una gran variedad de funciones, por ejemplo, interacciones con la flora

gastrointestinal o con los minerales presentes en el bolo alimenticio mejorando su absorción. Por otro lado, la composición de aminoácidos de las proteínas del suero les confiere funcionalidad fisiológica muy especial: en primer lugar, las proteínas del suero contienen una muy alta proporción de aminoácidos azufrados, esto contribuye a la gran calidad nutricional de estas proteínas (su PER es de 3.2, comparado con el de 2.0 de las caseínas). Más aún, los aminoácidos azufrados parecen aumentar la función inmune del organismo, probablemente vía la regulación del tripéptido azufrado glutatión, el cual interactúa con las membranas celulares de los microorganismos provocándoles la muerte (Jiménez y García, 2006).

Por otro lado, las proteínas del suero, principalmente la α -lactoalbúmina, son ricas en aminoácidos con cadenas laterales largas (isoleucina, leucina y valina). Estos aminoácidos son necesarios en las células del músculo para promover la síntesis de proteínas. Más aún, estos aminoácidos son metabolizados para generar energía por el músculo más que por el hígado. De esta manera ayudan a aumentar la bio-disponibilidad de los carbohidratos como fuente de energía y evitan la degradación del músculo en condiciones extremas como el ejercicio prolongado (Walzem et al, 2002, citados por Jiménez y García, 2006).

Dietas suplementadas con este tipo de proteínas y ligeras restricciones energéticas se han utilizado en grupos de deportistas, produciendo una disminución preferencial del tejido visceral adiposo, y manteniendo un alto nivel de rendimiento en los deportistas (Mourier et al, 1997, citados por Jiménez y García, 2006).

Las proteínas del suero se han relacionado con diferentes funciones: tanto con la motilidad como con respuestas inmunes a nivel intestinal; sin embargo, en la última década se han reportado diferentes actividades, como inhibidor de células cancerosas, acción como agentes anti-hipercolesterolémico o “antiedad”; algunas de estas funciones se resumen en el cuadro 1. La leche contiene diferentes factores estimuladores del crecimiento, que incluyen a la lactoferrina, el factor de crecimiento de epidermis (EGF), factor de crecimiento transformado (TGF) y factor de crecimiento tipo insulina (IGF). Las propiedades de estimulación del crecimiento de estas proteínas han sido muy estudiadas, y se han propuesto diferentes mecanismos para esta actividad: 1.- Ayudan a mejorar la absorción de nutrientes esenciales, tales como el calcio y otros minerales; 2.- Transporte controlado de aminoácidos esenciales a tejidos particulares; 3.- Estimulación directa del crecimiento celular vía activación de receptores; y 4.- Inhibición de citoquinas que promueven la destrucción de tejidos e indirectamente disminuyen el crecimiento. Sin embargo, dada la importancia de la leche como alimento “estimulador” del crecimiento, es muy probable que existan otros mecanismos que

no han sido reportados todavía. Tales factores de crecimiento han demostrado ser de gran importancia como parte de terapias en adultos, ayudando a la fijación de calcio en pacientes con osteoporosis y aumentando la tasa de reparación de los huesos, en el tratamiento de pacientes con desórdenes gastrointestinales, o bien en la regeneración de tejidos heridos (Van Belzen, 2002, y otros, citados por Jiménez y García, 2006).

Otra función asociada a las proteínas del suero es el favorecer el reconocimiento de bacterias extrañas en el organismo. Esta interacción con el sistema inmune es de especial importancia en adultos, en los que la respuesta inmune disminuye. Además de favorecer la respuesta inmune, algunas proteínas del suero, como la lactoferrina, favorecen el desarrollo de microflora con propiedades “protectoras”, lo que le da valor al suero como prebiótico. Algunas de las proteínas del suero participan en sistemas de defensa más activos, afectando el desarrollo de los microorganismos contaminantes, ya sea al fijar minerales esenciales para su desarrollo (el hierro ligado por la lactoferrina es esencial para el desarrollo de bacterias como *E. coli*, *S. albus*, *S. aureus* y *V. cholerae*), o bien al interactuar con las membranas celulares, facilitando la actividad de otros sistemas de defensa como las enzimas lisozima y lactoperoxidasa que producen la muerte de los microorganismos. Las proteínas bioactivas más importantes del suero son la b-lactoglobulina, la a-lactoalbúmina y la lactoferrina, por lo que sus actividades se revisan con más detalle a continuación:

Cuadro 1. Funciones, mecanismos e implicaciones de la acción de las proteínas del suero

FUNCIÓN	MECANISMO	EJEMPLO	IMPLICACIONES
Crecimiento	Estimulación del ciclo celular de células del intestino	Factor de Crecimiento de tipo Insulina 1 (IGF-1)	Promueve la reparación de tejidos
Maduración	Se une a los receptores naturales en las células intestinales y los activa	Factor de Crecimiento Transformado β (TGF β)	Favorece el mantenimiento de La integridad intestinal
Protección	Alteración de la membrana celular de las bacterias patógenas	Lactoferrina	Inhibición de Microorganismos Patógenos
Prevención	Estimulación del desarrollo de bacterias benéficas	Lactoferrina	Efecto prebiótico
Eliminación	Fijación de endotoxinas	Inmunoglobulinas	Excreción de toxinas

Fuente: Walzem et al, citado por Jiménez y García 2006.

β -lactoglobulina. Es la principal proteína del suero de la mayoría de los mamíferos, aunque está completamente ausente en la leche humana; entre las funciones que se le reconocen está la fijación de minerales: esta proteína posee regiones con gran cantidad de aminoácidos cargados, lo que le permite fijar a los minerales y acarrearlos durante su paso a través de la pared intestinal. Además del acarreo de minerales, la β -lacto globulina posee un dominio ligeramente hidrofóbico, por lo que facilita la absorción de vitaminas liposolubles como el retinol. Además, por su alto contenido de aminoácidos azufrados participa en el sistema inmune activo favoreciendo la acción del glutatión.

α -lactoalbúmina. Esta proteína también tiene dominios cargados, por lo que facilita la absorción de calcio, aunque tiene una gran afinidad por iones como el zinc, manganeso, cadmio, cobre y aluminio, que son esenciales para el organismo. Debido a su alto contenido de aminoácidos ramificados se le utiliza para disminuir el daño al tejido muscular provocado por el ejercicio o la anoxia. Algunos estudios sugieren además que esta proteína podría tener aplicaciones en la prevención del cáncer, pues puede inducir la apoptosis celular (muerte celular programada), función que se pierde en las células tumorales.

Lactoferrina. La lactoferrina posee características muy especiales; entre las más estudiadas están sus propiedades antibacterianas y antioxidantes. La lactoferrina secuestra y solubiliza el hierro del suero sanguíneo, disminuyendo la cantidad de éste disponible para el desarrollo bacteriano, y por otro lado haciéndolo disponible para su absorción a nivel intestinal. Se ha demostrado también que puede favorecer la respuesta inmune del organismo promoviendo la proliferación de linfocitos, y que puede promover la diferenciación celular, ayudando a la reparación de tejidos dañados (Walzem et al, 2002, y otros, citados por Jiménez y García, 2006).

Una de las propiedades bioactivas más prometedoras de la lactoferrina se basa en su relación en el combate del cáncer. Varios estudios han demostrado que puede ayudar en el tratamiento de esta enfermedad, y se han llegado a proponer varios mecanismos por los cuales podría ejercer su actividad. Algunos de los mecanismos más sencillos por los que esta proteína podría prevenir el desarrollo de tumores, provienen de su capacidad antioxidante, pues esta proteína podría actuar como apagador de radicales libres, que promueven la formación de tumores. Su efecto como estimuladora del sistema inmune, podría ayudar a prevenir el cáncer de estómago al actuar como bactericida contra *Helicobacter pylori*, bacteria que se ha asociado con este padecimiento a través de procesos ulcerosos. (Van Belzen, 2002, y otros citados por Jiménez y; García, 2006).

Así mismo, a nivel más general, algunos estudios proponen que al estimular el sistema inmune del organismo, la lactoferrina podría promover el reconocimiento de células tumorales por parte de las citoquinas naturales del organismo, evitando que los tumores crezcan. Estudios preliminares demuestran que la lactoferrina puede actuar como inhibidor de los factores de crecimiento vascular-endotelial; éstos juegan un papel muy importante durante el desarrollo de un tumor, pues promueven la formación de redes de vasos sanguíneos intratumorales que mantienen vivo al tumor. Estudios llevados a cabo en ratas alimentadas con soluciones de lactoferrina demostraron que ésta inhibe la formación de vasos sanguíneos en el tumor, y con ello disminuye su tasa de crecimiento (Van Belzen, 2002, citado por Jiménez y; García, 2006).

1.4 ANTECEDENTES

En Dinamarca se ha desarrollado un nuevo acercamiento para la subpropagación de las bacterias probióticas en granja, con el fin de inducir cepas viables en números suficientes para un mejor establecimiento y colonización de los alimentos líquidos y de esta forma del intestino del cerdo. El granjero compra un envase especial en el cual contiene un medio nutriente bacterial optimizado. Solo le agrega agua y lo deja procesándose por un lapso de hasta 24 horas. Esta preparación es entonces agregada al sistema de alimentación líquida diariamente. (Damgaard, 2006).

Una experiencia realizada en la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona. Mostró la respuesta a distintos tratamientos en conejos de engorde en un momento en que la explotación padecía un cuadro de síndrome de Enteropatía mucoide. Los tratamientos fueron: A: acidificante (2 kg/Tn)+Extracto natural, B: Bacitracina zinc (150 ppm), C: Control (0) y D: Doble tto. (A+B). Los resultados fueron: la respuesta al tratamiento fue similar para los conejos a los que se les suministro Bacitracina de zinc y ácidos orgánicos más un extracto natural. El doble tratamiento presento una menor mortalidad y las diferencias no resultaron ser estadísticamente significativas. El grupo control, sin adición de ningún tipo de aditivo ni antibiótico, fue el que presentó una tasa de mortalidad más elevada. (Marzo; Costa-Baltlori y Urdí, 2001).

Para disminuir la mortalidad de cerdos recién nacidos, en una granja porcina se utilizaron probióticos en forma preventiva y profiláctica, en donde se obtuvieron resultados alentadores con una mezcla de *Enterococcus faecium* y *Lactobacillus acidophilus* aislados en cerdos, se observó una diferencia en los parámetros zootécnicos estadísticamente significativa ($p > 0.05$) a favor del grupo tratado

(Nousiainen y Setälä, 1993, citado en Seminario Internacional Sobre Sistemas Sostenibles De Producción En Especies Menores, 2006).

Se han realizado estudios en cerdas gestantes a las que se les suministró probiótico 30 días antes del parto y como resultado se obtuvo un mayor peso al nacimiento en los lechones, a pesar de que no se observaron diferencias numéricas entre tratamientos; además se obtuvo un mayor porcentaje de nacidos vivos, el tamaño de la camada al nacer fue significativamente superior con el empleo del producto en la dieta de los animales y los nacidos totales fueron igualmente mayores. Esto ratifica lo que Piloto et al. (2003), plantearon acerca de que la inclusión de probióticos en la alimentación de reproductoras gestantes repercute favorablemente en el peso de las crías al nacer ya que se logra un mejor proceso de digestión y absorción de nutrientes (Seminario Internacional Sobre Sistemas Sostenibles De Producción En Especies Menores, 2006).

Se realizó un experimento para evaluar el efecto de dos tratamientos sobre el peso corporal al destete (PCD) y la ganancia diaria de peso (GDP) en 194 lechones Yorkshire x Pietrain y Landrace x Pietrain en una granja comercial del estado Zulia, Venezuela. El tratamiento control correspondió a un suplemento alimenticio que contenía un probiótico comercial (*Lactobacillus reuteri*, *L. lactis*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *Pediococcus acidilactis*, *Streptococcus thermophilus* y *S. faecium*) con otros aditivos (vitamina B12, cobre, inmunoglobulinas y triglicéridos seleccionados) y el tratamiento experimental estaba representado por leche entera fermentada elaborada en la granja cuyo número de bacterias lácticas fue 7,48 log UFC/g. El diseño experimental fue completamente al azar, donde los tratamientos correspondieron a la variable independiente y el PCD y la GDP como las variables dependientes, anidando el tratamiento dentro de la cerda madre. Los datos fueron analizados a través del procedimiento GLM del SAS. Los resultados demuestran que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, lo cual sugiere que el uso de leche entera fermentada de fabricación artesanal pudiera ser una alternativa para obtener buenas ganancias de peso al destete al disminuir la incidencia de diarreas en lechones lactantes (Mejía-Silva, et al, 2007).

Se desarrollaron dos experimentos con el objetivo de estudiar el posible efecto probiótico de la crema de biomasa proteica, obtenida por vía simplificada con el cultivo mixto de levaduras y bacterias lácticas (*Lactobacillus acidophilus*). En el primero se utilizaron 159 crías, distribuidas en 5 tratamientos y en el segundo experimento se emplearon 18 cerdas en la última semana de gestación y sus 180 crías distribuidas en dos tratamientos: A, sometidos al sistema vigente de la unidad porcina y B, se emplearon 5 ml del producto a los cerditos tratados y 20 ml para las cerdas tratadas. Se empleó un diseño completamente aleatorizado en ambos experimentos. En el primer experimento se obtuvo una disminución

significativa en la incidencia de diarreas, 14 cerditos afectados en el grupo control y de 2 a 3 en los tratamientos objeto de estudio, no presentándose muertes por trastornos digestivos en los mismos, mientras ocurrieron 11 muertes en el grupo control. La ganancia de peso tuvo su mejor comportamiento ($p < 0,05$) en el tratamiento que se suministró la biomasa proteica fresca con un valor de 5,2 frente a 3,5 kg obtenidos en el control. Semejantes resultados obtuvimos en el segundo experimento donde hubo una disminución ($p < 0,01$) de la incidencia de diarreas. Un total de 31 cerditos fueron afectados en el tratamiento control y solo 5 en el tratamiento estudio y no presentaron muertes por trastornos digestivos, mientras ocurrieron 24 en el grupo control. La ganancia de peso fue superior ($p < 0,05$) en el grupo estudio con 4,7 frente a 3,6 kg en el control. Ambos experimentos confirmaron el efecto beneficioso como probiótico de este cultivo de microorganismos estudiado (Marin Cárdenas, 2007).

Los probióticos han sido utilizados en diferentes especies tales como los pollos de engorde, para obtener mayores incrementos en peso y mejor conversión alimenticia (Fuller, 1988). Se logró disminuir el “empastamiento anal” en pollos de engorde (Adler y Damasa 1980). En conejos el uso de probióticos ha reducido problemas de enteritis y en cerdos problemas de diarrea, además de las mejoras en ganancia de peso y conversión. En acuicultura su uso ha sido limitado a camarones; Garriques y Arévalo, 1995, analizaron el uso de probiótico para manipular la flora microbiana en *P. Vannamei*. Otros ensayos han obtenido cambios en comunidades microbianas en sistemas de cultivos acuáticos de camarones. (Citados por, Barrera, 2001).

En la estación piscícola de Apulo, Cundinamarca, productora de alevinos con alta incidencia de mortalidad y problemas de bajo crecimiento de los peces, debido al estrés y a la alta contaminación orgánica y microbiológica del agua; se evaluaron cuatro diferentes concentraciones de un probiótico comercial, las que se incluyeron en la dieta de *Oreochromis sp* en la fase de reversión sexual, con el propósito de determinar su efecto en el crecimiento y supervivencia. Los tratamientos experimentales fueron: T1=0,0; T2=1,0; T3=2,0 y T4=3,0 gramos de probiótico por kilogramo de alimento. Se utilizó un diseño completamente al azar. Diferencias significativas fueron encontradas para las variables ganancia de peso e incremento en longitud. Diferencias no significativas fueron encontradas en el porcentaje de machos obtenido. El análisis microbiológico realizado al tracto gastrointestinal de los peces indicó baja frecuencia de aparición de bacterias benéficas y alta frecuencia de aparición de bacterias patógenas en el tratamiento 1, contrario a los resultados de T2, T3 y T4. El tratamiento con mejores resultados para las variables analizadas fue T3 (Barrera, 2001).

2. METODOLOGIA

2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se desarrolló en la “Granja Cunicola Santa Rosa E.U.”, ubicada a 10.5 kilómetros al norte del municipio de Popayán; A una altura de 1800 m.s.n.m, temperatura promedio de 18 °C y precipitación media anual de 1750 mm.

2.2 INSTALACIONES Y EQUIPOS

El ensayo se trabajó en un galpón de 24 metros cuadrados, piso en tierra, paredes en ladrillo sin repellar, ventanas con malla, estructura principal en guadua y techo en zinc (Figura 1). En cuanto a equipos estos se describen en el cuadro 2.

Figura 1. Galpón empleado en el ensayo



Fuente: Autores del trabajo 2008

Cuadro 2. Equipos utilizados durante el ensayo

Equipos	Cantidad
Jaulas	15 unidades
Comederos	15 unidades
Bebedores tipo chupón	15 unidades
Balanza de reloj	1 unidad
Flameador	1 unidad
Ph metro	1 unidad
Gramera	1 unidad
Termómetro	1 unidad
Estufa	1 unidad
Refrigerador	1 unidad
Caldero metálico No. 60	1 unidad
Cilindro de gas	1 unidad
Incubadora	1 unidad

Fuente: Autores del trabajo 2008.

2.3 ANIMALES

Se utilizaron 45 conejas hembras destetas de línea comercial, obtenida a partir de cruces entre las razas Californiano, Nueva Zelanda, Gigante de Flandes, Velier Francés y Mariposa; con un peso promedio de 800 gr. y 35 días de edad. Al momento de pasarlas a las jaulas para el ensayo, fueron divididas al azar en cada uno de los tratamientos.

2.4 MATERIALES

Para la ejecución del proyecto se utilizaron los siguientes insumos. (Cuadro 3)

Cuadro 3. Insumos usados en el ensayo

DETALLE	CANTIDAD
Concentrado	2 bultos
Suero de leche	150 litros
Cultivo láctico	3 gramos
Filtro	2 unidades
Botellas	20 unidades

DETALLE	CANTIDAD
Corchos	15 unidades
Tubo de PVC	3 metros
Tubo de cobre	2 metros
Alambre	8 metros
Cloruro de calcio	2 Kilogramos
Cal viva	3 Kilogramos
Yodo	200 cm ³
Formaldehído 5%	100 cm ³

Fuente: Autores del trabajo 2008

2.5 PROCEDIMIENTO

Durante la fase experimental que tuvo una duración de 35 días, se utilizaron 45 hembras destetas, distribuidos en 5 tratamientos que consistieron en diluciones de 0, 20, 40, 60 y 100 % de suero de leche fermentado con *Lactobacillus* como probiótico en el agua de bebida, en busca de un mejor aprovechamiento del concentrado suministrado, ganancia de peso, conversión alimenticia y su efecto sobre al morbilidad y mortalidad.

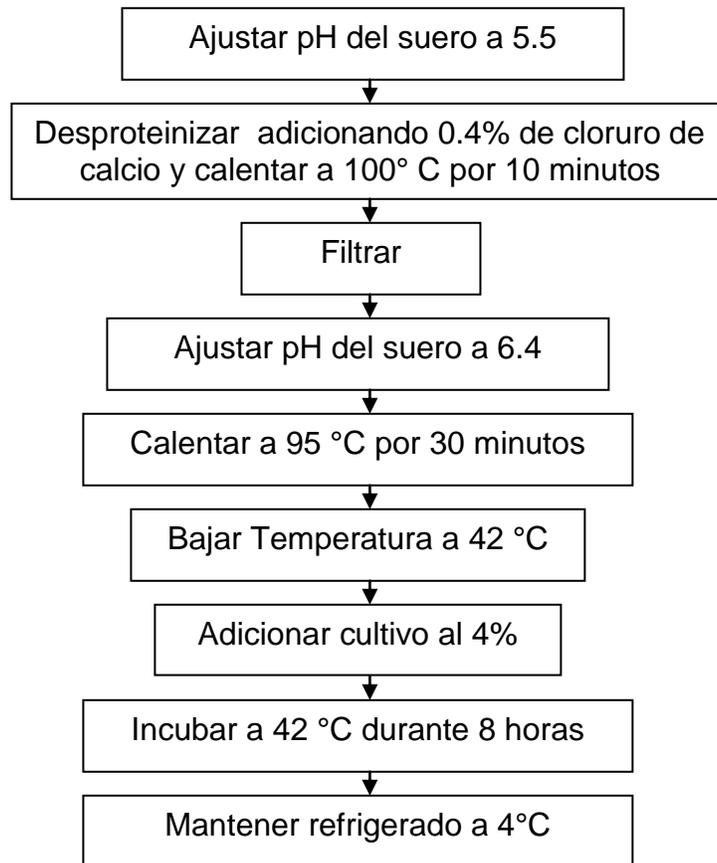
2.5.1 Producción del suero de leche fermentado con *lactobacillus sp.* La preparación del suero de leche fermentado se llevó a cabo en las plantas piloto de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca (Figura 2); para su elaboración se utilizaron 150 Lts. de suero en todo el ensayo. El proceso de producción del suero de leche fermentado se describe en la figura 3.

Figura 2. Preparación del suero de leche fermentado



Fuente: Autores del trabajo 2008

Figura 3. Diagrama del proceso de producción del suero de leche fermentado



Fuente: Centro Latinoamericano de especies Menores, 2007

La preparación del suero de leche fermentado se realizó cada semana y de acuerdo al consumo de agua de los animales para su edad; la primera preparación se hizo una semana antes del destete de los conejos y de ahí en adelante, como anteriormente se mencionó. Una vez preparado el suero, se mantuvo refrigerado para su conservación a 4°C en el lugar donde se realizó el ensayo.

2.5.2 Preparación de instalaciones. Tres días antes de iniciar la evaluación, se hizo la limpieza y desinfección de instalaciones que consistió en retirar el estiércol que se encontraba debajo de las jaulas, seguido de una desinfección con solución de yodo al 10% y por último un flameado tanto de jaulas como de paredes, techo y piso. También se realizó la desinfección de los comederos y las botellas para armar los bebederos, así como la marcación de las jaulas con sus respectivos tratamientos.

2.5.3 Desparasitación y destete. El día que inició la evaluación, se realizó una desparasitación de todos los gazapos con Ivermectina, en dosis de 0.1 cm³ por animal, al mismo tiempo se destetaron los gazapos hembras y se pesaron para su traslado a las respectivas jaulas.

2.5.4 Alimentación. Los animales se alimentaron según el programa de alimentación que se maneja en la “Granja Cunicola Santa Rosa E.U.” (Cuadro 4), cuyos registros históricos reportan buenos rendimientos para las condiciones de manejo de la zona. El alimento concentrado de la marca comercial Solla (Cuadro 5), se proporcionó en dos raciones que se suministraron a las 7 a.m. y 5 p.m.

Cuadro 4. Plan de alimentación de conejos en la Granja Cunicola Santa Rosa E.U.

SEMANA	CANTIDAD DE ALIMENTO/CONEJO (g)
5	50
6	60
7	70
8	80
9	90

Fuente: Granja Cunicola Santa Rosa E.U

Cuadro 5. Composición nutricional del concentrado Solla Conejos

COMPOSICIÓN GARANTIZADA	
Proteína mínimo	17.0%
Grasa mínimo	2.5%
Fibra máximo	15.0%
Cenizas máximo	12.0%
Humedad máximo	13.0%
Registro ICA 6517AL	

Fuente: <http://www.solla.com>

2.5.5 Agua. El agua de bebida (Cuadro 6) se suministró a voluntad entre las 7 a.m. y 5 p.m. y el agua con los tratamientos se proporcionó después de las 5 p.m. y hasta las 7 a.m. del día siguiente, debido al comportamiento y hábitos de consumo noctámbulo del conejo.

Cuadro 6. Recomendaciones del consumo de agua para conejos

TIPO DE ANIMAL	NECESIDAD (lt./animal/día)
Hembras vacías y recién montadas	0.28
Machos adultos	0.28
Hembras gestantes	0.57
Hembras de cría, post-destete	0.6
Hembras lactantes	2.3

Fuente: Metaute, 1989

2.5.6 Limpieza. Diariamente y en horas de la mañana se realizó el lavado de las botellas en donde se suministró el contenido de cada tratamiento; además, dos veces por semana se hizo la limpieza de la instalación que consistía en la recolección de estiércol.

2.5.7 Evaluación de los tratamientos. La evaluación del efecto de la inclusión de suero de leche fermentado como fuente de probióticos en conejos de levante, tuvo una duración de 35 días (de la quinta a la novena semana de vida) en donde se utilizó un diseño completamente al azar (Figura 4), el cual tenía cinco tratamientos, tres repeticiones y tres individuos por unidad experimental, para un total de 45 conejos hembras destetas. La diferencia entre tratamientos se basó en los niveles de inclusión de suero de leche fermentado en el agua de bebida, como se describe a continuación:

T0: Agua potable 100%

T1: Suero de leche fermentado 20% + Agua potable 80%

T2: Suero de leche fermentado 40% + Agua potable 60%

T3: Suero de leche fermentado 60% + Agua potable 40%

T4: Suero de leche fermentado 100%

Para determinar el efecto de los tratamientos, se realizó un análisis de varianza y una prueba de promedios de Duncan, con el paquete estadístico SPSS versión 15.0 y un $Pr > F=0.05$, el modelo estadístico a estudiar fue:

$Y_{ij} = \mu + T_i + E_i$, donde:

Y_{ij} : Variable de respuesta.

μ : Media general

T_i : Efecto de tratamiento.

E_i : Error experimental.

Figura 4. Distribución al azar del modelo estadístico en el galpón

T3	T0	T2	T1	T4
R3	R1	R2	R1	R3

T1	T4	T0	T2	T3
R2	R1	R2	R3	R2

T0	T3	T4	T1	T2
R3	R1	R2	R3	R1

Fuente: Autores del trabajo.2008

Antes de iniciar con la fase experimental, se hizo un periodo de acostumbramiento de tres días, en los que se dió a voluntad a las hembras reproductoras y sus respectivas camadas una preparación de suero de leche fermentado (10%) y agua (90%); luego se procedió con la fase experimental.

2.6 VARIABLES EVALUADAS

2.6.1 Consumo de concentrado y tratamiento. Se determinó por medio de la realización de diferentes mediciones de oferta y rechazo de alimento concentrado y tratamiento respectivo; para calcular el consumo diario de cada unidad experimental, se utilizó la siguiente fórmula:

$$C.R = A.O - A.R$$

C.R: Consumo real de alimento.

A.O: Alimento ofrecido.

A.R: Alimento rechazado.

Para el consumo de los tratamientos se utilizó la misma fórmula.

2.6.2 Ganancia de peso. Se determinó mediante la diferencia individual de pesos semanales de los conejos de cada tratamiento, partiendo del peso al destete y sacando el promedio de cada replica; los pesos se tomaron en horas de la mañana antes del suministro de la primera ración del día; para determinar la ganancia de peso se utilizó la fórmula:

$$G.P = P.F - P.I$$

G.P: Ganancia de peso.

P.F: Peso final.
P.I: Peso inicial.

2.6.3 Conversión alimenticia. Se estableció por medio de la relación de consumo y ganancia de peso; determinada semanalmente, con la siguiente formula:

$$\mathbf{C.A = C.R / G.P}$$

C.A: Conversión alimenticia
C.R: Consumo real de alimento (g.)
G.P: Ganancia de peso (g.)

2.6.4 Morbilidad y mortalidad. Se determinó en forma porcentual al finalizar la evaluación, según la relación de número de animales que entraron sobre los que salieron, en cada uno de los tratamientos, aplicando la formula:

$$\mathbf{\% Morbilidad = A.E / T.A *100.}$$

% M: % de morbilidad
A.E: Animales enfermos
T.A: Total de animales

$$\mathbf{\% Mortalidad = A.M / T.A *100.}$$

% M: % de mortalidad
A.M: Animales muertos
T.A: Total de animales

2.7 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se utilizó la metodología de presupuestos parciales que permite conocer cual de los tratamientos evaluados es más viable económicamente, al compararlo con el tratamiento testigo. El propósito de realizar esta metodología, es el de organizar la información experimental de tal manera que permita tomar una decisión sobre cual tratamiento es el mas conveniente en cada uno de los casos. En el análisis de presupuesto parcial, no se incluyen todos los costos e ingresos de la producción, sino aquellos cuyos valores varían en las diferentes alternativas en prueba (López, 2002). En este análisis para cada tratamiento y por experimento se consideraron los siguientes conceptos:

2.7.1 Costos variables. Se calculan mediante la sumatoria del concepto del precio del Kg del concentrado experimental por la cantidad consumida y el concepto del precio del Kg del concentrado testigo utilizado, por la cantidad consumida.

2.7.2 Beneficio bruto de campo. Equivale al kilogramo de carne producida durante el experimento, multiplicado por el precio promedio de kilogramo de carne, al momento del análisis (\$/Kg/carne).

2.7.3 Beneficio neto de campo o balance final. Se constituye en la diferencia entre el valor del beneficio bruto de campo y el valor de los costos variables (\$/Kg carne).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CONSUMO DE ALIMENTO

Al realizar el Análisis de varianza ($Pr>F=0,05$) (cuadro 7) del consumo de alimento durante la evaluación, no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (Gráfico 1), lo que significa que el consumo de concentrado fue similar en los grupos estudiados. El coeficiente de variación fue de 3.81%.

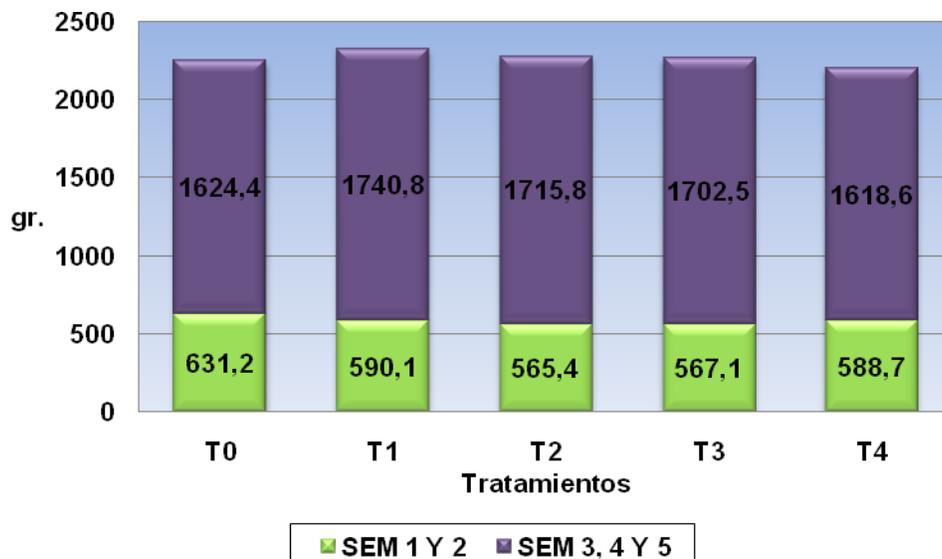
Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable Consumo de alimento, en conejos alimentados con probiótico

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Consumo Alimento	Inter-grupos	23930,758	4	5982,689	0,196	0,935
	Intra-grupos	305270,959	10	30527,096		
	Total	329201,716	14			

Fuente: Autores del trabajo 2008.

gl = Grados de libertad, F = F Calculado, Sig. = Significancia ($Pr>F=0,05$)

Gráfico 1. Consumo de alimento



Fuente: Autores del trabajo 2008.

Según los reportes en la granja cunícola santa Rosa E.U., el consumo de concentrado comprendido entre la quinta y novena semana de edad, es de 2800 gr. /animal en promedio, al igual que un aporte de forraje o residuos de cosecha a voluntad desde el destete; estos datos difieren de los obtenidos en el ensayo, debido posiblemente a que en las dos primeras semanas se suministró concentrado como único alimento lo cual desencadenó la aparición de algunos problemas digestivos, provocando de esta manera un descenso en el consumo comparado con los datos de la granja. Este resultado coincide con los datos reportados por Pomphile en el 2005, quien expone que el conejo como buen herbívoro, necesita para su dieta una dosis elevada de fibra para prevenir la aparición de trastornos digestivos; además, Fássac, S.F sustenta que una dieta con mucha fibra bruta previene las diarreas de los conejos y los hace comer mejor y de igual forma Carabaño et al. en 1997, explica que valores tanto bajos como altos de fibra en el concentrado, suponen una menor eficacia de utilización del concentrado y su influencia sobre el consumo y por tanto, en los rendimientos productivos de animales de alto potencial genético, además de un incremento en la incidencia de problemas digestivos.

Por lo anterior, se tomó la decisión de suministrar entre 30 y 40 gr/día de heno por unidad experimental a partir de la tercera semana; viéndose un mejor consumo del concentrado en la mayoría de los tratamientos, ya que en las dos primeras semanas sin este aporte, los animales estuvieron por debajo del consumo óptimo en 322 gr. y en las tres últimas semanas en solo 209 gr. en promedio.

Sin embargo, aunque se vio este aumento en el consumo de concentrado, estadísticamente los tratamientos tuvieron el mismo comportamiento, lo que sugiere que el suministrar suero de leche fermentado en la dieta no afectó el consumo de alimento en la etapa de levante de conejos.

3.2 CONSUMO DE SUERO

En el Análisis de varianza ($Pr > F = 0,05$) (cuadro 8) para consumo de suero, se pudo observar que no se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, (Grafico 2), por lo tanto el consumo de suero tuvo un comportamiento similar en los grupos trabajados. El coeficiente de variación fue de 20.62%.

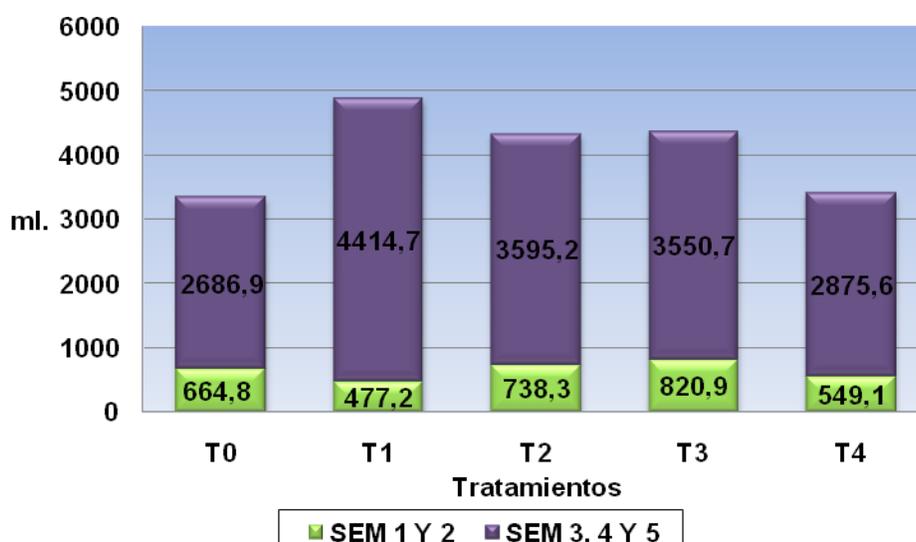
Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable Consumo de suero, en conejos alimentados con probiótico

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Consumo Suero	Inter-grupos	5304169,768	4	1326042,442	0,515	0,727
	Intra-grupos	25769942,369	10	2576994,237		
	Total	31074112,138	14			

Fuente: Autores del trabajo 2008.

gl = Grados de libertad, F = F Calculado, Sig. = Significancia ((Pr>F=0,05)

Gráfico 2. Consumo de suero



Fuente: Autores del trabajo 2008

En cuanto a esta variable se observó que durante las primeras dos semanas no hubo una relación eficiente de consumo sólido-líquido, donde se obtuvo un valor aproximado de 1:1 en todos los tratamientos, contrario a lo que menciona Alpízar en el 2006 donde expone que el consumo óptimo de agua presenta una relación de 1.55 a 1.65 veces el consumo de alimento, para la fase de engorde; de igual forma en el artículo “La alimentación”, se menciona que un conejo en términos generales, bebe casi el doble de lo que consume en sólidos.

A partir de la tercera semana, esta relación se pudo mejorar posiblemente gracias al efecto de suministrar heno, en la que se dió un aumento notorio en el consumo de concentrando y por ende, un aumento en el consumo de líquido, donde pasaron los tratamientos T0 y T4 a una relación de 1:1,5 y 1:2 en los tratamientos

T1, T2 y T3, corroborando así lo encontrado por los autores anteriormente citados. Además el artículo “La Alimentación de los Conejos”, señala que el consumo de agua es relativamente alto, cuando se incorpora en la dieta materiales fibrosos.

3.3 GANANCIA DE PESO

Se pudo observar que para la variable ganancia de peso, el análisis de varianza ($Pr>F=0,05$) (cuadro 9) no arrojó diferencias estadísticas entre los grupos, (Grafico 3), presentando así una similitud entre ellos. El coeficiente de variación fue de 8.69%.

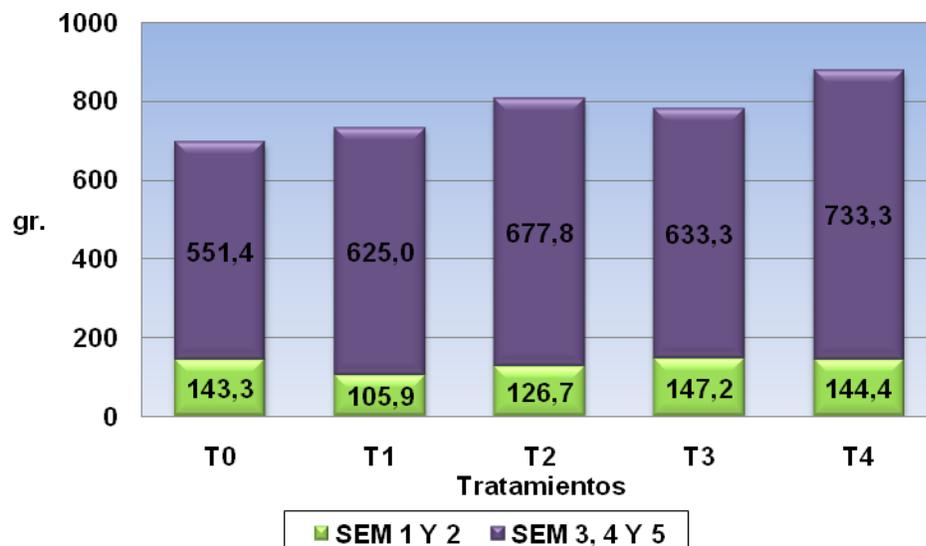
Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable Ganancia de peso, en conejos alimentados con probiótico

		Suma de Cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Ganancia Peso	Inter-grupos	59447,156	4	14861,789	1,000	0,451
	Intra-grupos	148544,629	10	14854,463		
	Total	207991,785	14			

Fuente: Autores del trabajo 2008.

gl = Grados de libertad, F = F Calculado, Sig. = Significancia ($Pr>F=0,05$)

Gráfico 3. Ganancia de peso



Fuente: Autores del trabajo 2008.

A pesar que no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos, se pudo observar que la inclusión de suero de leche fermentado en el agua de bebida posiblemente favoreció un mejor comportamiento en la ganancia de peso, gracias a su efecto probiótico, en comparación al tratamiento T0 con 100% agua potable, debido a que los tratamientos T1, T2, T3 y T4 estuvieron por encima del testigo en 6, 79, 55 y 153 gr. respectivamente. De acuerdo con Berg, 1998 y otros autores, citados en Seminario Internacional Sobre Sistemas Sostenibles De Producción En Especies Menores en el 2006, mencionan que los probióticos influyen en resultados satisfactorios para mejorar el comportamiento productivo y de salud. Estos se traducen en una salud general reforzada como resultado de una nutrición mejorada, incremento de la tasa de crecimiento y de las producciones.

De igual forma, el efecto probiótico sobre la ganancia de peso se ha demostrado en ensayos con diferentes especies obteniendo buenos resultados, ejemplos de estos son: Marín Cárdenas en el 2007 quien trabajó dos experimentos en lechones con biomasa proteica, obtenida por vía simplificada con el cultivo mixto de levaduras y bacterias lácticas (*Lactobacillus acidophilus*) como probiótico, donde en el primer ensayo la ganancia de peso tuvo su mejor comportamiento ($p < 0,05$) en el tratamiento que se suministró la biomasa proteica fresca con un valor de 5,2 frente a 3,5 kg obtenidos en el control y en el segundo, la ganancia de peso fue superior ($p < 0,05$) en el grupo estudio con 4,7 frente a 3,6 kg en el control. Por otra parte Barrera en el 2001, encontró diferencias significativas para las variables ganancia de peso e incremento en longitud, al trabajar cuatro diferentes concentraciones de un probiótico comercial, las que se incluyeron en la dieta de *Oreochromis sp* en la fase de reversión sexual, donde el tratamiento con mejores resultados para las variables analizadas fue T3 con 2 gr. de probiótico por kilogramo de alimento.

Además de la posible influencia del suero de leche fermentado, algo que también pudo contribuir en esta variable y en la ganancia de peso diaria (GPD) fue la inclusión de fibra en la dieta después de la tercera semana de ensayo, ya que en las dos primeras semanas, la GPD fue en promedio 9.53 y en las tres últimas fue de 30.96 g/d, datos inferiores a los citados por Alpízar en el 2006, donde las ganancias para estas semanas fueron de 38 a 42 y 42 a 49 g/d respectivamente (Cuadro 10). El valor que se obtuvo en las dos primeras semanas para la GPD, pudo ser por el bajo nivel de fibra contenido en la dieta en esta etapa, ya que en todas las especies animales, dietas con bajo contenido de fibra a pesar de su alta digestibilidad, dan lugar a un incremento del tiempo de permanencia de la digesta en el área fermentativa, causando una baja en el consumo de alimento y provocando así un descenso de la velocidad de crecimiento en el periodo de ceba (Blas et al., 1986; Partridge et al., 1989; García et al., 1992a; García et al., 1993, citados por Carabaño, et al., 1997).

Cuadro 10. Valores promedio de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, durante el periodo de engorde.

Edad (días)	Peso	Ganancia Peso (g/día)	Consumo Alimento		Alimento/Ganancia	
			g/día	g/kg.Vivo	/semana	/Acumulat
21 -30	380-680	33	30+leche	-	-	-
30 -37	680-953	38	74	91	1,90	1,90
37 -44	953-1,247	42	102	93	2,43	2,17
44 -51	1,247-1,583	49	132	34	2,69	2,39
51 -58	1,583-1,905	46	147	85	3,20	2,60
58 -65	1,905-2,199	42	165	81	3,93	2,86
65 -72	2,199-2,479	40	176	76	4,40	3,10

Condición de temperatura moderada (15-22°C); dieta 2.400Mcal/kg

Fuente: Adaptado: Koehl y Miradito, 1996. Citado por Alpízar B. 2006

La presencia de enfermedades de tipo digestivo ocurridas durante el ensayo, en especial en las dos primeras semanas, fue otra posible causa del bajo rendimiento en la ganancia de peso, debido a que uno de los procedimientos de manejo durante la enfermedad fue la suspensión del alimento concentrado y el suministro de heno y agua potable, por lo anterior, el artículo “Comportamiento alimentario del conejo” reporta que en caso de enteropatías, se puede restringir la cantidad de alimento distribuido, lo cual reduce la velocidad de crecimiento y por tanto el rendimiento en la faena; provocando de esta forma un retraso en el crecimiento de los animales. Esto se vio reflejado en la GPD que en promedio al finalizar el ensayo fue de 20.2 g/día, datos inferiores a los mencionados por Schlolaut en 1981 (citado por Fernández et al., 2003), quien indicó que los conejos en engorde deben ganar en promedio 36 g diarios.

3.4 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Para esta variable, en el análisis de varianza ($Pr > F = 0,05$) (cuadro 11) no se presentaron diferencias entre los tratamientos (Grafico 4), lo que significa que la conversión del concentrado en gramos de peso vivo, fue estadísticamente similar para los grupos observados. El coeficiente de variación fue de 7.03%.

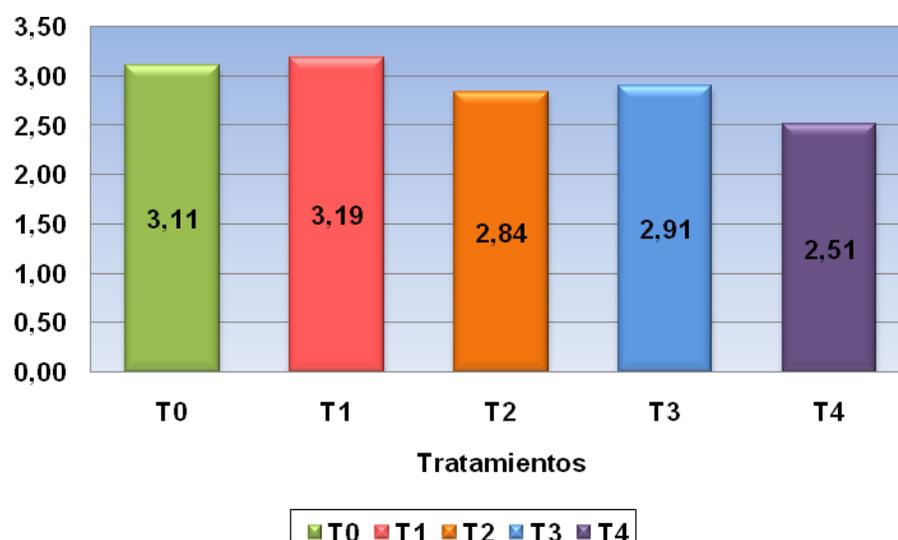
Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable Conversión alimenticia, en conejos alimentados con probiótico.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Conversión Alimenticia	Inter-grupos	0,882	4	0,220	1,959	0,177
	Intra-grupos	1,126	10	0,113		
	Total	2,007	14			

Fuente: Autores del trabajo 2008.

gl = Grados de libertad, F = F Calculado, Sig. = Significancia ((Pr>F=0,05)

Gráfico 4. Conversión alimenticia



Fuente: Autores del trabajo 2008

Pese a que no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, se pudo notar que el tratamiento T4 registró un mejor índice de conversión con 2.51, seguido de T2 con 2.84, T3 con 2.91, T0 con 3.11 y finalmente T1 con 3.19. Cabe anotar que aunque el consumo de suero que tuvieron los animales del tratamiento T4 no fue el mejor durante el ensayo, se pudo ver que al suministrarlo en la dieta diaria en la etapa de levante, este influyó en un mejor aprovechamiento del alimento consumido, posiblemente gracias a sus características probióticas, coincidiendo con lo reportado por Fuller en 1988 y citado por Barrera en 2001, quien afirma que los probióticos han sido utilizados en diferentes especies tales como los pollos de engorde, para obtener mayores incrementos en peso y mejor conversión alimenticia.

No obstante, los datos obtenidos durante el ensayo muestran que los tratamientos con mayor concentración de suero de leche fermentado en su dieta (T2, T3 y T4), tuvieron un comportamiento mejor a los reportados en el artículo “La alimentación de los conejos”, del manual de “Nutrición Animal”, en donde el índice de conversión promedio es de 3.25, aproximado al obtenido en los tratamientos T0 y T1. Por otro lado, Torrealba en 1990 (citado por Fernández et al., 2003), reportó un índice de conversión promedio de 2,8 hasta la semana 11, alimentando los conejos con concentrado comercial y para este ensayo, el tratamiento T4 reflejó un índice de conversión menor con 2.51, seguido por el tratamiento T2 con 2.84 y por último los tratamientos T3, T0 y T1 con 2.91, 3.11 y 3.19 respectivamente, lo que sugiere un efecto positivo para la conversión alimenticia en conejos, al adicionar suero de leche fermentado en el agua de bebida.

3.5 MORBILIDAD

Se pudo observar que para esta variable, el análisis de varianza ($Pr > F = 0,05$) (cuadro 12) presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos. Para determinar las diferencias encontradas, se realizó la prueba de Duncan, (Cuadro 13), en donde se halló diferencias entre el tratamiento T2 respecto a los demás.

Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable Morbilidad, en conejos alimentados con probiótico.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Morbilidad	Inter-grupos	7,333	4	1,833	4,583	0,023
	Intra-grupos	4,000	10	0,400		
	Total	11,333	14			

Fuente: Autores del trabajo 2008.

gl = Grados de libertad, F = F Calculado, Sig. = Significancia ($Pr > F = 0,05$)

Cuadro13. Prueba de Duncan para morbilidad

TRAT	Subconjunto para alfa = 0.05
2	1,00 a
3	2,33 b
0	2,67 b
1	2,67 b
4	3,00 b

Fuente: Autores del trabajo 2008.

Los resultados arrojados por la prueba de Duncan indican que el tratamiento T2 al final de la evaluación fue donde menos animales enfermos se presentaron en comparación al tratamiento control, algo que nos indica que posiblemente la inclusión de suero de leche fermentado en el agua de bebida tenga un efecto positivo en la disminución de la presentación de diarreas en la etapa de levante; iguales resultados obtuvieron Mejía-Silva, et al en el 2007 y Marin Cárdenas en el 2007, al trabajar ambos con probióticos en cerdos en donde lograron disminuir la incidencia de diarreas en lechones. De igual forma Caballero y Acosta, S.F, al trabajar con suero fresco y suero fermentado en cerdos, tuvieron resultados positivos en la disminución de morbilidad por diarreas con porcentajes de 24.4% y 15.5% respectivamente, en comparación al 35% que presentó el grupo testigo; además estos autores mencionan que Nousiainen (1990) al trabajar probióticos con bacterias ácido lácticas y Tortuero (1995) utilizando bacterias ácido lácticas, obtuvieron similares resultados.

Sin embargo, los resultados que obtuvimos en la evaluación, se vieron afectados durante las dos primeras semanas del ensayo, en donde se presentó la mayor cantidad de animales enfermos por diarrea (Cuadro 14), posiblemente debida a que la cantidad de fibra que contenía el concentrado suministrado como único alimento no fue suficiente para satisfacer este requerimiento en la dieta, contribuyendo a que se crearan condiciones favorables para el desarrollo de problemas digestivos, esto se puede explicar con lo expuesto por, Fássac, S.F, quien argumenta que si se utiliza alimento balanceado en la cría de conejos, para evitar problemas de diarreas, el porcentaje de fibra bruta no debe ser menor al 18%; distinto al contenido de fibra procedente del concentrado para conejos elaborado por Solla, el cual contenía solo un 15%, haciéndolo susceptible a este tipo de enfermedades

Cuadro 14. Morbilidad durante el ensayo

Tratamiento	Semanas 1 Y 2	% morb.	Semanas 3, 4 Y 5	% morb.
T0	6	13,3	2	4,4
T1	5	11,1	3	6,6
T2	3	6,6	0	0,0
T3	5	11,1	2	4,4
T4	6	13,3	3	6,6
total	25	55,4	10	22

Fuente: Autores del trabajo 2008.

La presencia de diarreas pudo deberse a que uno de los efectos más consistentes a medida que baja el nivel de fibra de la dieta es el aumento del tiempo de retención de la digesta en el aparato digestivo. Según distintos trabajos (Gidenne

et al., 1991; Gidenne y Pérez, 1993; Gidenne, 1994; García et al., 1997; citados por Carabaño et al., 1997) el aumento en la retención de la digesta se produce especialmente a nivel del ciego, en donde el tiempo medio de retención cecal aumenta 20 minutos por cada punto de reducción del nivel de FND de la dieta. Al mismo tiempo el artículo “La alimentación de los conejos”, resalta que la deficiencia en fibra provoca una hipomotilidad cecal (que puede dar lugar a la impactación del ciego), lo que se traduce en un incremento del tiempo de retención del alimento en el ciego. Es por eso que estas mayores retenciones se relacionaron con las posibles disbiosis bacterianas a nivel del ciego, explicando el gran número de animales enfermos (55.4%) en las dos primeras semanas de la evaluación.

A partir de la tercera semana del ensayo, en donde se incluyó heno en la dieta, se logró disminuir esta patología hasta un 22%, notándose una recuperación de los animales que presentaron la enfermedad en las primeras 24 a 36 horas. Lo sucedido se explica de acuerdo con lo publicado en el artículo “Alimentación y suplementos alimenticios” donde manifiesta el conocido efecto regulador que la fibra ejerce sobre la motilidad intestinal, así como un cierto efecto protector de los trastornos digestivos, además recomienda que casos simples de diarrea, se corrigen con un simple cambio de dieta, incrementando la cantidad de fibra, preferiblemente en forma de heno, además en “La alimentación de los conejos” indica que es importante que la mayor parte de la fibra de la ración sea indigestible (con un alto contenido en FAD y LAD), ya que la fibra soluble (por ejemplo la fibra de la pulpa de remolacha) no posee efecto lastre para acelerar el peristaltismo intestinal.

3.6 MORTALIDAD

Se pudo observar que para la variable mortalidad, el análisis de varianza ($Pr>F=0,05$) (cuadro 15) no arrojó diferencias estadísticas entre los tratamientos, lo que significa que la mortalidad fue similar en los tratamientos evaluados.

Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable Mortalidad, en conejos alimentados con probiótico.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Mortalidad	Inter-grupos	0,400	4	0,100	0,250	0,903
	Intra-grupos	4,000	10	0,400		
	Total	4,400	14			

Fuente: Autores del trabajo 2008.

gl = Grados de libertad, F = F Calculado, Sig. = Significancia ($Pr>F=0,05$)

Durante la fase experimental se presentaron en las dos primeras semanas un total de 9 conejos muertos equivalente al 19.8%, en donde el tratamiento T2 presentó el menor porcentaje con un 2.2%; en las tres últimas semanas el porcentaje de mortalidad fue del 6.6% correspondiente a 3 conejos (Cuadro 16), dichos porcentajes en general fueron altos en comparación al descrito en el artículo "Mortalidad posdestete" donde reporta que durante el periodo comprendido entre los 31 y 60 días, la mortalidad que se podría considerar como normal es la que no sobrepasa del 4%, del total de los animales destetos.

Cuadro 16. Mortalidad durante el ensayo

Tratamiento	SEMANAS		SEMANAS	
	1 Y 2	% mort.	3, 4 Y 5	% mort.
T0	2	4,4	1	2,2
T1	2	4,4	1	2,2
T2	1	2,2	1	2,2
T3	2	4,4	0	0,0
T4	2	4,4	0	0,0
total	9	19,8	3	6,6

Fuente: Autores del trabajo 2008.

Este elevado porcentaje de mortalidad posiblemente se dio por causa de trastornos gástroentéricos como consecuencia de la falta de fibra en la dieta. Existen investigaciones donde sugieren que dietas bajas en fibra puede ser un factor que contribuye a los casos a menudo fatales de enterotoxemia, ya que esta es originada por cambios del pH cecal causando un crecimiento excesivo de ciertas bacterias (*Clostridium perfringes*, *E. Coli*) que produce toxinas peligrosas que al ser absorbidas por el cuerpo, pueden producir muchos problemas llegando a ser fatales (Alimentación y suplementos alimenticios). De igual forma, el artículo "Enterotoxemia o clostridiosis" describe que esta enfermedad causa una patología entérica a menudo mortal entre las primeras 24 a 72 horas, donde los animales son sensibles entre la 3ra y 6a semana coincidiendo con el destete.

A partir de la inclusión de heno en la ración diaria, se vio una considerable reducción de la mortalidad, llegando hasta un porcentaje del 0% en los tratamientos T3 y T4, posiblemente debido a que la fibra proporcionada influyó en una mejor motilidad intestinal, haciendo que la permanencia del alimento por el tracto intestinal se diera de forma normal, permitiendo así una menor acumulación y posterior sobre-fermentación del alimento consumido, evitando la creación de condiciones necesarias para que los microorganismos perjudiciales como *Clostridium perfringes*, *E. Coli* se desarrollen y provoquen la muerte de los conejos por la liberación de toxinas.(Iglesias, 2008)

3.7 ANÁLISIS ECONÓMICO

3.7.1 Costos variables.

La relación costo del agua y consumo de cada tratamiento (Cuadro 17), permite ver que a mayor contenido de suero de leche fermentado en el agua de bebida, hay un aumento en los costos variables, reflejándose notoriamente en el tratamiento T4 con un valor de \$422.11 en comparación al tratamiento testigo.

Cuadro 17. Costos variables

Tratamiento	Costo Agua (\$)	Costo Suero (\$)	Total costos (\$)	Aumento de Costos (\$)
T0	0,17	0,00	0,17	0
T1	0,20	120,61	120,81	120,64
T2	0,13	213,73	213,86	213,69
T3	0,09	323,37	323,46	323,29
T4	0,00	422,28	422,28	422,11

Fuente: Autores del trabajo 2008.

3.7.2 Beneficio bruto de campo

A pesar del aumento de los costos variables por la inclusión de suero de leche fermentado en el agua de bebida diaria, el cuadro 18 permite observar que en cuanto al beneficio bruto de campo, con el tratamiento T4 se obtuvo un incremento en la producción y venta de carne en un 26.4% frente al tratamiento testigo T0, seguido de los tratamientos T2, T3 y T1 con ganancias de 15.84%, 12.32% y 5.28% respectivamente.

Cuadro 18. Beneficio bruto de campo

Tratamiento	Total kg de carne	Precio (\$/Kg)	Beneficio bruto de campo (\$)	Diferencia (%)
T0	6,52	11.000	71.720	0,00
T1	6,58	11.000	72.380	- 0.92
T2	7,24	11.000	79.640	- 11.04
T3	7,02	11.000	77.220	- 7.67
T4	7,90	11.000	86.900	- 21.16

Fuente: Autores del trabajo 2008.

3.7.3 Beneficio neto de campo

Los tratamientos en los que se incluye suero de leche fermentado en el agua de bebida diaria, presentan una mayor rentabilidad en comparación al tratamiento testigo, debido a que presentaron una notable ganancia de peso para la venta. En el cuadro 19, se observa que el tratamiento T4 es el que alcanza el mayor beneficio con 20,57%, seguido del tratamiento T2 con un 10,74% de rentabilidad, ratificando que el uso de suero de leche fermentado permite un mejor aprovechamiento del alimento consumido en el levante de conejos.

Cuadro 19. Beneficio neto de campo

Tratamiento	B.B.C. (\$)	C.V. (\$)	B.N.C. (\$)	Porcentaje (%)
T0	71.720	0,17	71.719,83	100,00
T1	72.380	120,81	72.259,20	100,75
T2	79.640	213,86	79.426,14	110,74
T3	77.220	323,46	76.896,54	107,21
T4	86.900	422,28	86.477,72	120,57

Fuente: Autores del trabajo 2008.

CONCLUSIONES

La inclusión de suero de leche fermentado en el agua de bebida en todos los tratamientos, no afectó el consumo de concentrado de la dieta, por lo contrario los tratamientos T1, T2 y T3, tuvieron un consumo respectivo de 75.28 gr., 25.67 gr. y 13.95 gr. más que el tratamiento testigo (agua potable 100%), al final de la evaluación.

El uso de suero de leche fermentado posiblemente influyó en un mejor aprovechamiento del alimento concentrado, haciendo que la ganancia de peso tuviera un comportamiento por encima del tratamiento control, destacándose el tratamiento T4 con un peso promedio de 1675 gr. siendo éste más alto que los tratamientos T0, T1, T3 y T2 en 150 gr., 133 gr., 88.9 gr. y 67.8 gr.; así mismo permitió que la conversión alimenticia en los tratamientos T4, T2 y T3 con 2.51, 2.84 y 2.91 respectivamente, fuera más eficiente que la del tratamiento testigo, el cual obtuvo un índice de 3.11 al final de la evaluación.

Gracias a sus características probióticas, la inclusión de 40% de suero de leche fermentado en el agua de bebida diaria, permite que la morbilidad durante la etapa de levante de conejos disminuya, reflejándose esto en el tratamiento T2 en donde el porcentaje total de animales enfermos fue de 6.6% al final del ensayo, siendo bajo en comparación al tratamiento testigo T0, el cual obtuvo un 17.7% de conejos enfermos.

Debido a sus características de herbívoros, en los conejos es indispensable el suplemento de forraje en la dieta, bien sea en forraje verde dejándolo a la sombra de un día para otro o en forma de heno, ya que la fibra influye en la motilidad del sistema digestivo, previniendo la presencia de trastornos digestivos y haciendo que el alimento consumido tenga una velocidad de tránsito normal.

Pese al aumento en los costos variables por la inclusión de suero de leche fermentado en el agua de bebida diaria de los conejos, al final de la evaluación se pudo ver un mayor beneficio neto de campo reflejado en una notable ganancia de peso para la venta, especialmente en el tratamiento T4 en donde se alcanzó el mayor rendimiento con un 20.57% más que el tratamiento testigo, corroborando que el uso de este probiótico permite un mejor aprovechamiento del alimento consumido en la etapa de levante de conejos.

RECOMENDACIONES

El conejo como buen herbívoro, necesita para su dieta una dosis elevada de fibra para prevenir la aparición de trastornos digestivos (Pomphile). Es por eso que es importante que en ensayos posteriores relacionados con el agua de bebida, se incluya forraje en forma de heno en la dieta, ya que este por su bajo contenido de humedad, no afecta los resultados que se puedan obtener en el transcurso del mismo.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el presente trabajo, en donde constatamos la aceptación de este producto de origen natural por parte de los animales en niveles hasta de un 100 %, sería importante que se realizara un nuevo ensayo en conejos de raza pura, para así obtener datos más específicos que puedan determinar si la inclusión de este producto en la dieta diaria de los animales, es una alternativa viable que mejora el aprovechamiento del alimento concentrado, a la vez que influye en la disminución de la morbilidad y mortalidad en la etapa de levante.

Sería importante realizar una evaluación con suero de leche fermentado en conejas gestantes, en busca de mejorar parámetros productivos como: aumento en el tamaño y peso de la camada, tratando de alcanzar los resultados que Hidalgo y Mora citados en Seminario Internacional Sobre Sistemas Sostenibles De Producción En Especies Menores 2006, obtuvieron en la evaluación de cerdas gestantes, logrando resultados como mayor porcentaje de nacidos vivos y tamaño de camada significativamente superior al nacimiento, con el empleo de probióticos.

Se recomienda continuar con trabajos de este tipo, debido a que es una novedosa línea de investigación hasta ahora muy poco abordada y con la que se puede dar un aprovechamiento a este subproducto (suero) de la industria láctea, tan dañino para las fuentes de agua por su alta demanda biológica (DBO) y química (DQO) de oxígeno.

BIBLIOGRAFIA

1. ALIMENTACIÓN Y SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS. [Citado 25 septiembre 2008]. Disponible en la página: <http://www.anacweb.com/modules.php?name=News&file=article&sid=208>

2. ALPÍZAR, José Fabio. Alimentos para Conejos. Aspectos básicos de alimentación para la producción intensiva. [en línea]. España. 2006. [Citado 25 septiembre 2008]. Disponible en la página: http://www.engormix.com/alimentos_conejos_aspectos_basicos_s_articulos_949_CUN.htm

3. BARRERA DÍAZ, José Guillermo. Evaluación del Efecto de la Inclusión de un Probiótico Comercial en la Dieta de Oreochromis Sp en la Etapa de Reversión Sexual. [en línea]. Cundinamarca. 2001. [Citado 12 marzo 2008]. Disponible en la página: <http://www.ustadistancia.edu.co/web/academia/investigacionpublicacionesArticulos.cfm?Publicacion=1&Edicion=2&Articulo=50>

4. CABALLERO, Niurys y ACOSTA, R. Uso de mezcla de pienso con suero de leche fresco y fermentado en la alimentación de la última etapa de cría y primera de preceba. [en línea]. Instituto de Investigaciones Porcinas La Habana. Cuba. [Citado 25 septiembre 2008]. Disponible en la página: <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/viencuent/caballero.htm>

5. CABRERA, Yanet y FADRAGAS, Alejandro. Probióticos y salud: una reflexión necesaria. [en línea]. Ciudad de La Habana. 2005. [Citado 12 marzo 2008]. Disponible en la página: www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/encuentros/viii_encuentro/duilio.htm - 246k -

6. CARABAÑO, R. et al. Necesidades de fibra en conejos. [en línea]. España. 1997. [Citado 25 septiembre 2008]. Disponible en la página: http://209.85.165.104/search?q=cache:49mgPc79zpAJ:www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/97CAP_IV.pdf+fibra+en+conejos&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=co

7. CARRIZO MARTÍN, Jesús. Equilibrio en la flora intestinal del conejo. [en línea]. España. 2003. [Citado 12 marzo 2008]. Disponible en la página: <http://www.avicultura.com/docscu/CU2003Oct323-326.CV.pdf>

8. COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO DEL CONEJO. [en línea]. Argentina. [Citado 25 septiembre 2008]. Disponible en la página: http://www.equidiet.com.ar/rd.php/sections/print_content.do?sectionId=6&contentId=193

9. DAMGAARD, Frede. Probióticos en la granja, Como hacer que trabajen?. [en línea]. Dinamarca, 2006. [Citado 15 marzo 2008]. Disponible en la página: http://www.engormix.com/probioticos_granja_%E2%80%93_cómo_s_articulos_901_POR.htm

10. ENTEROTOXEMIA O CLOSTRIDIOSIS. [Citado 25 septiembre 2008]. Disponible en la página: <http://www.anacweb.com/modules.php?name=News&file=article&sid=457>

11. FÁSSAC, José Luís. Conejos. [en línea]. Argentina. [Citado 25 septiembre 2008]. Disponible en la página: <http://www.veterinariaexoticos.com.ar/conejos.htm>

12. FERNÁNDEZ, Abel Omar. et al. Efecto de una dieta alternativa sobre parámetros productivos en conejos Nueva Zelanda Blancos durante la etapa crecimiento-ceba. [en línea]. Cuba. 2003. [Citado 25 septiembre 2008]. Disponible en la página: <http://comunidad.veterinaria.org/articulos/articulo.cfm?articulo=31101&pag=1&area=1&buscar=&donde=1>

13. IGLESIAS, Isabel. Fibra en la alimentación de los conejos. [en línea]. España. 2008. [Citado 25 septiembre 2008]. Disponible en la página: http://www.doncanito.com/cuidados_para_los_conejos_de_com.htm

14. INDA CUNNINGHAM, Arturo Enrique. Opciones para darle valor agregado al lactosuero de quesería.[en línea]. México. 2000. [Citado 25 septiembre 2008]. Disponible en la página: http://www.science.oas.org/OEA_GTZ/Libros/Queso/cap4_que.htm

15. JIMÉNEZ, Judith; GARCÍA, Mariano. Propiedades Nutraceuticas de las Proteínas del Suero de Leche. [en línea]. México D.F. 2006. [Citado 15 marzo 2008]. Disponible en la página:
<http://www.alfa-editores.com/carnilac/Oct%20-%20Nov%202006/nutraceuticas.pdf>

16. LA ALIMENTACIÓN. [Citado 25 septiembre 2008]. Disponible en la página:
http://www.ecocan.com.ar/cnejos/link_c_s/alimen.htm

17. LOMBANA GRAJALES, Henry Alberto. Manual agropecuario. Quebecor Word. Bogotá. 2002.

18. LÓPEZ, Fredy. Suplementación con morera (*Morus alba*) para vacas Holstein en lactancia en la meseta de Popayán. 2002. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.

19. MANUAL DE NUTRICION ANIMAL: La alimentación de los conejos. [Citado 25 septiembre 2008]. Disponible en la página:
<http://www.conejosyalomas.com.ar/articulos023.asp?ootkey=178&ootest=3>

20. MARIN CÁRDENAS, A. et al. Estudio del efecto en lechones lactantes del probiótico de la biomasa proteica obtenida por la tecnología de cultivo de Lactobacilli y levaduras en miel "B". [en línea]. 2007. [Citado 15 marzo 2008]. Disponible en la página:
http://pigtrop.cirad.fr/ez_pigtrop_sp/subjects/animal_nutrition/probiotic_in_piglets

21. MARZO, Isabel; COSTA-BALTORI, Pere y URDÍ, Laia. Nuevas estrategias en la alimentación del conejo: Aditivos y Alternativas al Uso de Antibióticos. [en línea]. 2001. [Citado 15 marzo 2008]. Disponible en la página:
http://www.engormix.com/nuevas_estrategias_alimentacion_conejo_s_articulos_371_CUN.htm

22. MEJÍA-SILVA, Willian. et al. Evaluación de dos probióticos sobre parámetros productivos en lechones lactantes. [en línea]. 2007. [Citado 15 marzo 2008]. Disponible en la página:
http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/ZootecniaTropical/zt2504/pdf/mejia_w.pdf

23. METAUTE, Gustavo. Manual de producción cunícola. Servicio Nacional de Aprendizaje "SENA". Centro Latinoamericano De Especies Menores "CLEM". Tuluá. Valle del Cauca. 1989. Actualización 2005.

24. MORTALIDAD POSDESTETE. [Citado 25 septiembre 2008]. Disponible en la página: http://www.ecocan.com.ar/cnejos/link_c_s/mort_nid.htm

25. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of rabbits, second revised edition. [en línea]. 1997. [Citado 12 marzo 2008]. Disponible en la página: www.nap.edu

26. POMPHILE, Julián. Balanceado para Conejos ¿Barato o Seguro?. [en línea]. 2005. [Citado 25 septiembre 2008]. Disponible en la página: http://www.engormix.com/balanceado_conejos_barato_o_s_articulos_582_CUN.htm

27. PURINA. El Sistema Digestivo del Conejo. [en línea]. México. 2004. [Citado 12 marzo 2008]. Disponible en la página: <http://www.nutrimientospurina.com.mx/Documents/SISTEMA%20DIGESTIVO%20DEL%20CONEJO.pdf>

28. SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS SOSTENIBLES DE PRODUCCIÓN EN ESPECIES MENORES. (1º: 2006: Popayán). Memorias I Seminario Internacional sobre Sistemas Sostenibles de Producción en Especies Menores. Popayán: UNICAUCA, 2006.

29. SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE. Centro Latinoamericano de Especies Menores. Proceso de producción de Lactobacillus. Tuluá. 2007.

30. TELLEZ IREGUI, Gonzalo. Sistemas de producción pecuaria. s.l. McGraw-Hill Latinoamericana. 1990.

31. URRIBARRÍ, Lauris. et al. Producción de ácido láctico a partir de suero de leche, utilizando *Lactobacillus helveticus* en cultivo continuo. [en línea]. Maracaibo. 2004. [Citado 25 septiembre 2008]. Disponible en la página: http://www.serbi.luz.edu.ve/scielo.php?pid=S0798-22592004008000003&script=sci_arttext

31. www.solla.com