

COMPOSICION DE LA LECHE: UNA PERSPECTIVA DESDE EL TROPICO.

Pastor Ponce Ceballo

Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (censa), La Habana, Cuba.

Tel. 53—64-63145, fax, 53-64-91804, Email, pastor@censa.edu.cu

INTRODUCCION

La afirmación de que el mundo de hoy nada en un mar de leche es mucho mas cierta que las antiguas conjeturas sobre la sustentación de nuestro planeta en el universo. La diferencia fundamental estriba en que ese mar solo cubre las áreas de los países desarrollados, quienes con el 26 por ciento de la población y algo mas del 30 por ciento de los bovinos, producen el 80 por ciento del volumen total de leche. En el otro extremo se encuentran numerosos países cuyos índices de consumo percapita esta por debajo de los 50 litros y un mercado que depende esencialmente de la compra de derivados lácteos, fundamentalmente leche en polvo y aceite de mantequilla.

La región de América Latina y el caribe se perfila como una zona con grandes posibilidades potenciales para el desarrollo de la lechería. Esto esta dado fundamentalmente por las ventajas que ofrecen la explotación sobre pastos tropicales con un mínimo de insumos y sistemas de manejo sencillos, lo que posibilita la producción a bajo costo mas que los altos rendimientos por animal. En este marco, la calidad de la materia prima constituye un factor esencial de éxito de cualquier empresa lechera. Ya no se trata incluso de obtener una leche de alta calidad higiénico- sanitaria, sino también con una elevada riqueza en sus componentes, fundamentalmente en proteínas y grasa.

Este reporte constituye un resumen de múltiples investigaciones realizadas en Cuba desde el año 1975 hasta la actualidad.

LA LECHE EN LA ALIMENTACION HUMANA.

La leche continúa siendo uno de los alimentos más simple y completo que se conocen. Aunque en los países con gran disponibilidad han ocurrido sustanciales cambios en la alimentación tales como la disminución en el consumo de mantequilla, leche fluida y el incremento en productos concentrados y fermentados, (36, 43, 60); su peso total en la dieta se ha incrementado. La leche y sus derivados cumplen más del 20 por ciento de las necesidades energéticas, el 25 por ciento en proteínas y más del 50 por ciento en calcio (29, 43, 56, 6). Contrariamente, los países subdesarrollados registran bajos per cápitas de consumo debido, entre otras

razones, a la poca disponibilidad de productos, altos costos y falta de hábitos alimentarios. Según Maletnlema (1987), (40); existen en estas regiones más de un 20 por ciento de personas desnutridas con carencias básicas de proteínas, vitaminas y minerales de cuyos elementos, la leche es un excelente portador. Por ello, la necesidad de desarrollo del sector lechero en estos países rebasa la importancia estrictamente comercial.

Aunque la lactancia materna tiene una indiscutible importancia para el recién nacido; sobre un aporte similar de energía la leche de vaca es superior a la mujer en la mayor parte de los nutrientes (Tabla 1). Muchas de las limitaciones que se le señalan, tales como el alto contenido de colesterol en la grasa, la intolerancia digestiva a la lactosa y los problemas alérgicos provocados por algunas proteínas (29, 31, 38); están siendo resueltos por los propios avances tecnológicos de la industria. La producción y fabricación de leche fluida con baja grasa, la hidrólisis parcial de la lactosa con microorganismos lactofermentadores, el uso industrial de enzimas, la fabricación de leche enriquecida y humanizada son algunos ejemplos. Aun sin estos cambios tecnológicos, el primer problema sería producir más leche y que esta tenga una buena calidad nutritiva e industrial.

Excepto la grasa, los componentes lácteos varían poco en animales de una misma raza (Tabla 2), aunque estas pequeñas variaciones tienen gran importancia para la industria que manipula considerables volúmenes de leche. También la composición adquiere mayor interés para los granjeros toda vez que los sistemas de pago incluyen con frecuencia algunos indicadores como las proteínas y los sólidos no grasos (13,22) o combinaciones de datos con la grasa. Por ello, las posibilidades de incrementar variar los componentes tiene actualmente una importancia tan grande como la de obtener elevados rendimientos de leche por animal.

RAZAS, SELECCIÓN GENÉTICA Y COMPOSICIÓN LÁCTEA.

Generalmente las razas de mayor capacidad productiva muestran menor concentración en sus componentes lácteos. Entro de las razas especializadas del tipo bos-*taurus*, la vaca Holstein y Jersey se encuentran en extremos opuestos (tabla 3), por lo que preferentemente la leche de la primera es destinada al consumo como leche fluida y la segunda a la obtención de mantquilla y otros derivados. Los animales de tipo bos-*indico* como el Cebú y otras razas nativas de países tropicales tienen una menor producción pero alta riqueza en sólidos (55).

La utilización de estas diferentes inter-razas constituyen una vía para mejorar los rendimientos y también la composición. La utilización de la

raza Holstein en cruces con Cebú en zonas tropicales y con Jersey en las regiones templadas son ejemplo de dichas estrategias.

Considerando que más del 80 por ciento de la producción animal estaba basada en razas especializadas, el interés fundamental se ha dirigido a la selección intraracial. Pero existe una concentración biológica entre la selección directa por volumen total de leche o sus componentes y por la concentración de estos. Aunque la heredabilidad de las concentraciones de grasa y proteína se consideran de medias a altas (0,4–0,7), las correlaciones genéticas y fenotípicas con los rendimientos son negativos (16, 28, 67, 72). Mientras la variabilidad de la producción es alta; y que por esta causa ofrece mayores posibilidades de selección, en los componentes es baja pero estable.

Por ello, generalmente se acepta como mas conveniente seleccionar por producción de leche y rendimientos en sólidos que por sus componentes individuales (27, 42, 47). Sin embargo; la formación de índices de selección para mejorar los componentes también es una buena alternativa siempre que exista una justificación económica y se vincule con los sistemas de pago de la leche y los intereses de la industria (21, 42, 67). Este creciente interés se expresa en que muchos países de ganadería desarrollada incluyen dichos criterios en los índices de selección de sementales y rebaños elites, fundamentalmente en proteínas, grasa y sólidos. Ejemplo de ello es Israel que alcanza rendimientos superiores a los 9200 kg/lactancia (Tabla 4), pero ha establecido fuertes exigencias para invertir la creciente disminución de los sólidos. Según Heller y Ezra (1990), (71) , en el presente año se establecerá un sistema de pago que concede un mayor peso al contenido de proteína que a la grasa (3:1) y un descuento del 5 por ciento a la fracción líquida esperándose; con esta medida; incrementos anuales de 400, 17 y 10 kg de leche y grasa respectivamente en los próximos 10 años. Similar tendencia ocurre en Estados Unidos (3), Inglaterra (8), Dinamarca (39) y Canadá (49).

Por último; el desarrollo de la biotecnología y la manipulación de genes constituye la mas espectacular y novedosa posibilidad de mejorar o cambiar la composición láctea. La aplicación de las técnicas de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) en la identificación y clasificación de diferentes genotipos de caseinas en edades tempranas de los animales, permitirá la selección de vacas que produzcan leche con mejores características para la producción de quesos (21).

También se plantean como posibles el incremento de la sensibilidad y estabilidad al calor de la alfa, beta y kapa caseina la represión de la síntesis

de beta lactoglobulina y alfa lactoalbumina con la consiguiente reducción en las reacciones de alergias e intolerancia a la lactosa para el primero y segundo caso respectivamente (6, 21, 34). La introducción de nuevos genes en el genoma de animales superiores para la producción de proteínas extrañas en la glándula mamaria, tales como la síntesis de Beta lactoglobulina de la leche de oveja en ratones (59), es un ejemplo de estas posibilidades.

En el orden práctico, el descubrimiento que más ha revolucionado el sector lechero es la utilización de la hormona de crecimiento recombinante bovina (rBGH), obtenida en *E. Coli* para incrementar los rendimientos de leche por vaca entre un 5-25 por ciento sin cambios apreciables en la composición (10, 26, 66). Aunque aún existen aspectos discrepantes con relación a su amplia utilización, ello constituye una señal inequívoca del impacto que tendrá la biotecnología y dentro de ella la ingeniería genética de este campo en un futuro inmediato. Sin embargo dichas tecnologías son muy caras y de difícil acceso para los países de menor desarrollo. Entonces:

Cómo enfrentar este reto?.

Por una parte es necesario acelerar el trabajo de mejora genética de los rebaños a través de la introducción de nuevos genes de razas especializadas, la selección de animales nativos ya adaptados a las condiciones del trópico y mediante cruzamiento entre ambos genotipos. El acceso de los ganaderos a estas tecnologías constituye un factor fundamental, a lo que se une la adecuada organización y trabajo cooperado con las entidades que ofrecen el apoyo técnico.

Junto al incremento del potencial productivo de los animales es necesario garantizar una alimentación y manejo ajustada a los mayores requerimientos. La mejora de los pastos tropicales en otras fuentes de alimentos, sin descansar en la importación de concentrados o sus materias primas en el mercado externo es otra premisa indispensable para lograr un mínimo de ganancias.

El uso de estimuladores como la rBGH y otros avances de la biotecnología no deben marcar el desarrollo del sector lechero de la región en los próximos 10 años a diferencias de los países desarrollados. Sin embargo; la posibilidad de transformar y elevar la calidad de los alimentos fibrosos que no compiten con la alimentación pudiera tener un importante papel en la mejora de los rendimientos productivos. Para ello también se necesitan mejores animales.

COMPOSICIÓN DE LA LECHE EN DIFERENTES RAZAS Y CRUCES EN CUBA.

La estrategia de desarrollo genético lechero de los últimos 30 años en Cuba, estuvo dirigida por una parte a la obtención de animales de la raza Holstein Friesian puros y por absorción con Cebú (Holstein Tropical) y por otra a la creación de nuevos genotipos entre esta raza y el Cebú considerando las posibles ventajas de la complementación entre ambas razas (Fig. 1). Una premisa inicial de este programa lo fue el mejoramiento del potencial lechero a través de la compra de semen y hembras Holstein procedentes fundamentalmente de Canadá a finales de la década del 60 y la aplicación de la infraestructura tecnológica indispensable para la aplicación del programa.

En el período 1975-1981 se observó un fuerte efecto de la raza sobre la mayor parte de los componentes lácteos incluyendo los minerales y que se expresan en un incremento ascendente desde el Holstein al Cebú. De los cruzamientos, el 5/8 Holstein 3/8 Cebú, base de la formación del Siboney de Cuba: mantuvo un comportamiento intermedio entre sus parentales pero considerado satisfactorio para animales cuya producción lechera rebasó los 3000 kg/lactancia en condiciones desfavorables de explotación (Tabla 6). La proporción 3/4 Holstein – 1/4 Cebú (Mambí de Cuba), mantuvo una composición más cercana al Holstein lo que se ajustó a un mayor porcentaje de sangre de esta raza en su composición genética.

Sin embargo, un estudio comparativo de los componentes lácteos durante los 10 años posteriores (1980-1990) indican una depresión en las concentraciones de proteína, grasa, lactosa y SNGH tanto en el Holstein como en los cruzamientos interse (Fig. 2). Considerando que esta comparación se realizó partiendo de las mismas granjas y con ascendencia de similar origen en cada grupo racial, las causas de esta depresión parecen estar relacionada por una parte con el deterioro progresivo en las condiciones de alimentación y por otra con causas de origen genético.

En este sentido, en la primera etapa los rebaños se corresponden con animales importados de alto valor genético o de sus primeras generaciones en Cuba (para el Holstein) y de las poblaciones bases del Siboney o Mambí de Cuba para los cruzamientos, mientras en la segunda se corresponden los animales de varias generaciones de cruzamiento interse (cruces) en proceso de estabilización genética.

Teniendo en cuenta que estos estudios abarcaron fundamentalmente de áreas destinadas al trabajo directo de selección situadas en las provincias

habaneras y que pudieran ser expresión de las características de esta región, la investigación se extendió al resto de las cuencas lecheras del país.

Excepto para el contenido de grasa donde se observan ligeros incrementos desde el Holstein al Cebú (Fig. 3), e contenido de proteínas y sólidos no grasos (Fig. 4,5) se mantuvo estable o sin cambios significativos en animales Holstein, mestizo Holstein y Mambí. El Siboney en Cuba presentó un comportamiento intermedio, pero el inferior a la Suiza Parda, Cebú y Jersey. Estos últimos sólo tienen un valor de referencia, pues el peso relativo dentro del rebaño nacional es bajo. Las concentraciones de calcio y fósforo tampoco indican variaciones inter-raziales de consideración, aunque de forma general son bajas (Fig. 6).

Considerando que más del 70 por ciento del rebaño nacional está formado por animales del tipo Holstein puros o mestizos. Una vía para aumentar la calidad nutricional de la leche y disminuir los bajos rendimientos que se observan en la industria, puede ser el incremento del grado de rusticidad de los animales mediante una mayor participación del cebú y criollo así como el ampliado del programa Siboney de Cuba hacia aquellas áreas con peores condiciones de explotación y que están actualmente ocupadas por animales Holstein. Otra vía es la introducción dentro de los esquemas actuales de selección de algunos índices de componentes lácteos, considerando sus rendimientos y/o composición porcentual. Un estudio para estos fines se lleva a cabo por el CENLAC en las pruebas de progenie de sementales Siboney en Cuba.

ALIMENTACIÓN: UN FACTOR DECISIVO SOBRE LA COMPOSICIÓN LÁCTEA.

Considerando a animales de la misma raza y potencial productivo, los aspectos de mayor influencia asociados a la composición son:

- el nivel de consumo de materia seca
- la calidad y digestibilidad de la fibra
- el balance de energía/proteína de la ración

De los componentes lácteos, la grasa es el más variable y con más posibilidades de modificarse mediante la manipulación de dieta, a diferencia de las proteínas y aún en menor medida la lactosa y los minerales (4, 30, 47). Sin embargo, en la práctica ocurren significativas variaciones debido tanto a los factores fisiológicos como nutricionales.

Los pastos y forrajes de gramíneas constituyen la base de alimentación de la vaca lechera en el trópico. Comúnmente, la baja densidad de nutrientes y

poca digestibilidad de la fibra limitan considerablemente el consumo de materia seca y la capacidad para cubrir todas las necesidades durante el período de lactación. En tales circunstancias ocurre una disminución en la producción lechera y un incremento en el contenido de grasa con pocos cambios y el resto de los componentes (7, 18, 30, 62) si las afectaciones no son profundas. Este comportamiento está generalmente por una parte a la menor producción de precursores glucogénicos y por otra al incremento del acetato ruminal y movilización de reservas corporales que generan una mayor disponibilidad de sustratos para la síntesis de grasa (5, 9, 30, 44). Una reducción en el contenido de grasa y el resto de los sólidos ocurre cuando existe una pobre digestibilidad de los alimentos fibrosos y se emplean alimentos voluminosos de mala calidad como son algunos ensilajes de gramíneas y pastos pasados de época de cosecha, lo que provoca una disminución del pH ruminal y alteraciones en los patrones de fermentación (30, 37, 45,64).

Un efecto similar se produce cuando se emplean dietas con caña de azúcar o mieles ambos con un alto contenido de carbohidratos fácilmente fermentables y la inclusión de forrajes o heno de buena calidad es muy reducido (7, 23, 64). En tales circunstancias ocurre una pobre digestibilidad de la fibra y se reduce la producción de acetato con afectaciones en el ecosistema ruminal.

La utilización de dietas con alto nivel de concentrado y baja fibra produce un aumento en los precursores glucogénicos fundamentalmente de ácido propiónico, lo que favorece los rendimientos en leche pero deprimen el contenido de grasa, fenómeno conocido como síndrome de baja grasa. La reducción en la síntesis de novo de grasa (2, 13, 14, 65) la producción de metil-malonato que interfiere dicha síntesis (15) y el efecto estimulador del propionato sobre la secreción de la insulina y consecuentemente el efecto lipogénico desde esta (2, 14), son las causas más probables de este fenómeno.

En cuanto al contenido de proteínas, sólo se afecta cuando el aporte de proteína verdadera en la ración es muy bajo o existe un marcado desbalance energético en la misma (12, 47, 48, 63). Según Ermey, (1978); el incremento del nivel de proteína bruta desde un 10 hasta un 16 % produce un ligero aumento en la leche, pero niveles superiores sólo elevan el contenido de nitrógeno fundamentalmente de urea (12, 48). Al nivel energético de la ración se le reconoce un efecto más pronunciado sobre el contenido de proteína de la leche que sobre el nitrógeno total, reportándose una mejora sustancial cuando el balance es positivo (18, 30, 47, 48, 63). El balance energía/proteína explica entre un 21 y un 43% de las variaciones en

la relación proteína/grasa de la leche, señalándose como un indicador de particular sensibilidad a dichos cambios (35, 63) et al, 1985 (48), la urea en leche también puede ser utilizada como un indicador de la utilización del nitrógeno de la dieta en su relación con el aporte de energía y no vinculado al consumo total de materia seca.

La lactosa, aunque es un componente de gran dependencia energética ya que se sintetiza fundamentalmente a partir de la glucosa (5, 44, 50); no varía con los cambios en la alimentación y sí con la calidad de ésta. Una de las razones de su estabilidad es la capacidad de absorber agua y regular la isomolaridad de la leche en relación con el plasma (50, 53). Sin embargo, en francos estados de desnutrición y limitada disponibilidad de sustratos glucogénicos ocurre también una disminución asociada generalmente con bajas concentraciones de proteínas (50, 54, 57).

Con relación al contenido mineral de la leche; estos son más afectados por el efecto fisiológico o trastornos en la glándula mamaria, que por la alimentación. Las etapas de carencias de minerales son súpticas por los propios depósitos orgánicos (25, 32) aunque si estas son prolongadas y existen dificultades en el equilibrio de esos en la dieta y en la absorción a nivel intestinal, ello puede reflejarse en algunos de los componentes como el calcio, fósforo y magnesio (54, 68, 69).

Otras características que afectan la composición láctea es el tamaño de las partículas, el peso específico y la frecuencia de ingestión de los alimentos. Cuando el forraje es finamente dividido en partículas menores de 6 mm ocurre una disminución en el contenido graso de leche (24, 70) lo que está asociado a una disminución de la rumia, menor producción de saliva y consecuentemente menor aporte de bicarbonato con disminución de pH ruminal. El pequeño tamaño de las partículas y el poco peso específico provocan el efecto de flotación con un incremento de la velocidad de pasaje y menor digestibilidad de la fibra, lo que ocurre con dietas con caña de azúcar, ensilajes o forrajes muy sólidos (24, 37, 70). El fraccionamiento de alimentos concentrados y el incremento en la frecuencia de alimentación producen una menor respuesta productiva y aumento en la grasa de la leche (17, 19). En los países de ganadería desarrollada, la manipulación de la dieta constituye un elemento fundamental para corregir la composición láctea (47). Sin embargo, en áreas tropicales es poco lo que se conoce al respecto, toda vez que existe una gran variabilidad en la calidad y tipo de alimentos, en las condiciones de manejo de los rebaños y en la aplicación de los conceptos más modernos de explotaciones de lecheras. Este aspecto deberá convertirse también en una necesidad de las personas que trabajan en dicho sector en un futuro inmediato.

EFFECTO DE DIFERENTES SISTEMAS Y TIPOS DE ALIMENTOS SOBRE LA COMPOSICIÓN LÁCTEA EN CUBA.

Un conjunto de investigaciones llevados a cabo en los últimos 5 años por el CENLAC en colaboración con el Instituto de Ciencia Animal (ICA) han puesto énfasis en la influencia de la alimentación sobre los componentes lácteos.

EFFECTO DEL NIVEL DE ENERGÍA DE LA RACIÓN.

Para evaluar este efecto se utilizaron 6 vacas Holstein-Friesian estabuladas y divididas en dos grupos, uno de los cuales recibió una dieta balanceada a base de forraje y concentrado que cubrió el total de los requerimientos energéticos (Dieta 1) y el segundo una similar en composición pero que sólo cubrió el 72% de sus requerimientos (Dieta 2), manteniéndose ambos bajo este régimen durante los primeros 100 días de lactancia. Las concentraciones de lactosa, calcio y fósforo fueron afectadas significativamente por los bajos niveles de energía en la dieta 2 (Tabla 7), lo que también se expresó en pérdida de peso de 30 kg para dicho grupo y diferencias productivas cercanas a 1 kg diario (68).

El estudio se continuó con un mayor número de animales distribuidos en 3 lecherías de 120 vacas cada una, pertenecientes a una misma granja pero categorizadas de acuerdo a la disponibilidad y calidad de los pastos y demás alimentos en Buena (1), regular (2) y Mala (3). Estos reflejaron también un comportamiento similar al descrito anteriormente en cuanto al contenido de lactosa, fósforo y magnesio (Tabla 8). La grasa fue superior en la granja 3 y estuvo inversamente relacionada con las menores producciones de este rebaño (Tabla 9). El efecto de déficit de alimentos en la vaquería 3 y en menor medida en la 2, también afectó las curvas de lactancia de dichos animales, ya que en los dos primeros casos no se observó el pico de lactancia característico (fig. 7) propio de animales subalimentados en el primer tercio de lactación y que concuerda con lo reportado en el país (51, 52, 55). En términos de rendimiento de cada uno de los componentes evaluados, éstos fueron claramente mayores en el rebaño categorizado como bueno con independencia del contenido porcentual de éstos.

EFFECTO DE DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN.

Un programa integral de investigaciones para evaluar el efecto de diferentes sistemas de alimentación sobre la productividad de la vaca

lechera fue realizado en el país durante los años 1986-1990, incluyendo la influencia de dichos sistemas sobre la composición láctea.

Para ello se emplearon un total de 396 vacas de la raza Holstein distribuidas en 6 lecherías y en diferentes experimentos cuyas características se describen en las tablas 10 y 11. Una visión resumida de estos resultados permiten clasificar los sistemas estudiados en dos grandes grupos: los que representan bajos sólidos en la leche y menores rendimientos productivos y los que combinan satisfactoriamente ambos indicadores (fig. 8). Los sistemas basados en forraje de caña integral molida, ensilaje de gramíneas y bagacillo de caña predigerido como dieta básica durante el período seco (diciembre – abril) también provocan el deterioro en el estado físico de los animales (1), aunque la utilización de forraje verde de calidad y reguladores de la actividad ruminal mejoran sustancialmente la respuesta a dichos alimentos (46, 58). Las causas primarias de las alteraciones en los componentes lácteos deben estar relacionadas con una acentuada disminución en el consumo de materia seca, la mala calidad y digestibilidad de la fibra y el pobre aporte de energía en las dietas del grupo 1, acción que se invierte en la época de lluvia al incrementarse la disponibilidad de pastos (fig. 9).

Actores asociados a las limitaciones y bondades de ambos grupos de sistemas han sido reportados en Cuba por diversos autores (17, 41, 58, 64). El índice proteína/grasa (p/g) se mantiene más bajo en el primer grupo que en el segundo a diferencia de las correlaciones entre la lactosa y producción de la leche (tabla 12), comportamiento que se ajusta a lo señalado por Journet y Remond 1981 (35) en el sentido que la relación p/g es un indicador sensible al déficit energético de la ración, lo que ha sido confirmado por Senra et al 1989 (58) en el estudio de estos sistemas. El incremento de proteínas de segundo grupo, sin cambios sustanciales en grasa explican los mayores valores de dicho índice. La aparición de correlaciones significativas entre las concentraciones de lactosa y producción láctea fue señalada por Ponce y Bell (53, 55) como una expresión de limitaciones en el aporte y/o utilización de la energía, toda vez que dicho componente sólo se altera por razones fisiológicas o cuando se mantienen estas limitaciones y la vaca lechera no tiene posibilidades de cubrir las altas demandas energéticas y de otros nutrientes, afectando con ello la capacidad de síntesis de lactosa y la producción láctea.

Sin embargo, las posibilidades de disponer de fuentes alternativas de alimentos durante la época de mayor carencia de pastos constituye una premisa para el desarrollo ganadero en las áreas tropicales y por tanto se trata de mejorar la calidad en estos alimentos. En el caso de Cuba, los

amplios volúmenes de alimentos que se derivan de la agroindustria azucarera, el desarrollo de sistemas de pastoreo que permitan una mayor calidad y disponibilidad de alimentos y la utilización de leguminosas mediante un cuidadoso manejo deben contribuir favorablemente a la obtención de mejores rendimientos en leche y con una mayor calidad, sin de compra de costosos insumos en el mercado internacional.

SUSTITUTOS DE CONCENTRADOS, ADITIVOS Y SUPLEMENTOS.

Adicionalmente a los estudios referidos sobre diferentes dietas y sistemas de alimentación, también se evaluó el efecto de otras fuentes de alimentos y sales minerales sobre la composición láctea. Estos fueron: Saccharina, Gicabú, Zeolita, Bicarbonato de Sodio y Fosfato de Calcio. Estas investigaciones también fueron realizadas en colaboración con el Instituto de Ciencia Animal (ICA). La Saccharina, un alimento derivado de un proceso de fermentación en seco de la caña de azúcar, enriquecido con nitrógeno o proteico y sales minerales (11) y utilizados como sustituto del 50, 70 y 90% % de los concentrados, posibilitó el mantenimiento de la producción de leche por encima de los 10 kg diarios por animal sin afectaciones de la composición láctea (tabla 13). Sin embargo, la sustitución del Gicabú, un producto obtenido a partir de la cachaza deshidratada (residuos de los centrales azucareros) y tratada con ácidos débiles, produjo una disminución significativa de todos los componentes lácteos a un 30, 45 y 60 % de sustitución del concentrado (tabla 14), acompañado por pérdida de peso en los animales. También se ha descrito daños anatomopatológicas en el rumen, hígado, bazo y riñón de animales machos consumiendo básicamente este alimento.

El alto contenido de fibra y las propias características de las partículas indican la necesidad de utilizar Gicabú acompañado de otras fuentes de alimentos con mayor densidad nutritiva y mejor calidad de la fibra.

La utilización de aditivos mejorados del ecosistema ruminal como la zeolita al 2 % han sido utilizados en el país con efectos beneficiosos sobre la grasa de la leche (20) y cuyos resultados se muestran en la fig. 10. Sin embargo, la utilización de zeolita en dietas en las cuales se sustituyó el 50% de concentrado por miel final enriquecida o evitó la disminución del contenido de grasa en la leche (tabla 15) a diferencia del uso del Bicarbonato de Sodio que si logró mantener el contenido graso y mejorar las concentraciones de fósforo.

Estas diferencias en las respuestas deben estar dadas en que el Bicarbonato es una sustancia con capacidad buferante del pH ruminal con efecto

reconocido en el incremento de la grasa (61), mientras la Zeolita tiene una mayor capacidad intercambiadora de iones que reguladora, mejorando, con ello la actividad de los microorganismos.

En este sentido, la utilización de sales de Fosfato de Calcio como una fuente de suplementación mineral a vacas en lactación mejoran significativamente la mayor parte de los componentes lácteos incluyendo una elevación sustancial de las concentraciones de Calcio, Fósforo y Magnesio (tabla 16). Estos resultados pudieran estar asociados por una parte con diferencias en el aporte de estos minerales con relación a la dieta control (pastos, forrajes y concentrados) y por otra parte una mejora de la actividad de la microflora ruminal consecuentemente, un incremento en la digestibilidad de los alimentos y la propia absorción de los minerales, lo que pudiera explicar el incremento tanto de las concentraciones de sólidos como de los minerales en la leche. Las diferencias en producción de leche fueron superiores a 2 kg/diarios entre animales suplementados y control desarrollo de sistemas.

CONCLUSIONES GENERALES.

- Aunque existen condiciones desfavorables para un crecimiento rápido en el sector lechero de la mayor parte de los países situados en las zonas tropicales y subtropicales del planeta, una premisa para lograrlo es el desarrollo del sistema que se sustenten en la mejora de las características productivas de los animales unido a un increment en la capacidad nutritiva de los pastos y forrajes y otras fuentes convencionales de alimentos en los períodos carenciales, sin que ello conlleve a grandes gastos de insumos y dependencia de mercados externos.
- La evolución de los sistemas de pago al conceder un mayor peso al contenido de sólidos en la leche y a las propias necesidades de industria, indican que este factor debe ser considerado en un futuro mediato a un nivel de importancia similar a los rendimientos por animal.
- Es conveniente aumentar los conocimientos sobre la influencia de los factores genéticos y nutricionales en la composición láctea y sobre esta base aplicar dichos conceptos al manejo práctico de las explotaciones lecheras.

Tabla 1. Valor nutricional de la leche en relación con los requerimientos en niños.

Nutrientes	Unidad %	A Vaca	B Mujer	C Necesidades	Densidad de Nutrientes	
					A/C	B/C
Proteína	g	4,80	1,20	1,80	2,70	0,70
Calcio	mg	188,00	42,00	56,00	3,30	0,70
Magnesio	mg	20,00	5,40	7,30	2,70	0,70
Fósforo	mg	150,00	21,00	38,00	4,00	0,60
Iodo	mg	6,50	14,00	4,20	1,60	3,30
Vitamina E	mg	0,15	0,90	0,40	0,35	2,20
Vitamina B ₁₂	mg	0,65	0,04	0,16	4,10	0,30
Vitamina D	mg	0,08	0,08	1,00	0,08	0,08

Extractado de Jennes R. (1986), sobre la base de 100 Kcal.

Tabla 2. Composición de la leche en vaca, cabra y mujer

Indicador	Unidad	Vaca	Cabra	Mujer
Energía	Kcal	272,0	296,0	289,0
Grasa	g	3,8	4,5	4,1
Proteína	g	3,3	3,3	1,3
Lactosa	g	4,7	4,6	7,2
SNG	g	8,7	8,8	9,0
Ca	mg	120,0	130,0	34,0
Mg	mg	12,0	20,0	3,0
P	mg	95,0	110,0	14,0
Fe	mg	0,05	0,04	0,07
Vitamina A	mg	35,0	40,0	60,0
Vitamina D	mg	0,03	0,06	0,025
Vitamina E	mg	0,85	-	0,34

Referido por Maletnlema T.N. (1987), sobre la base de 100 g de leche

Tabla 3: Producción y composición de la leche en diferentes razas.

Indicador	Holstein	Ayrshire	Brown Swiss	Guer nesy	Jersey
Leche (Kg)	7078,00	5247,00	5812,00	4805,00	4444,00
Grasa (%)	3,70	3,99	4,16	4,87	5,13
Grasa (Kg)	264,00	211,00	244,00	236,00	230,00
Proteína (%)	3,11	3,34	3,53	3,62	3,80
Proteína (Kg)	226,00	177,00	210,00	177,00	175,00
SNG (%)	8,45	8,52	8,99	9,01	9,21
SNG (kg)	601,00	449,00	526,00	436,00	411,00

Referido por Wilcox et al. (1971), datos de 28 000 lactancias, 2 948 toros y 325 rebaños.

Tabla 4: Evolución de la producción de leche, grasa y proteína en Israel.

Año	No. de rebaños	No. De Vacas	kg de Leche	Kg de Grasa	Kg de Proteína
1939	31	2372	3847	139,3	-
1949	88	8733	4044	142,1	-
1959	181	16917	5344	186,6	-
1969	212	34132	6271	204,4	-
1979	212	51947	7855	256,9	-
1989	245	72645	9092	288,0	273,0
1990	255	75040	9227	287,0	275,0

Referido por Weller J. I. And Ezra E. (1990).

Tabla 5: Composición de la leche de vacas Holstein, Cebú y sus cruces en el período 1975 – 1981.

Indicador	Holstein	$\frac{3}{4}$ H $\frac{1}{4}$ C	$\frac{5}{8}$ H $\frac{3}{8}$ C	F ₁ (H – C)	R ₁ $\frac{3}{4}$ C $\frac{1}{4}$ H	Cebú
Proteína	3,00	3,30	3,42	3,52	3,54	3,83
Grasa	3,32	3,66	4,01	4,00	4,08	4,39
Lactosa	4,56	4,62	4,62	4,44	4,50	4,85
SNG	8,26	8,62	8,74	8,66	8,76	9,43
ST	11,58	12,28	12,75	12,66	12,84	13,82
Calcio	108,70	117,50	280,80	-	-	136,00
Fósforo	82,60	90,13	94,80	92,40	90,00	103,00
Magnesio	10,00	11,70	11,60	11,50	13,00	13,84
Sodio	46,00	46,70	46,70	57,70	53,90	55,90
Potasio	166,70	166,10	155,20	137,70	130,40	143,90

Referido por Ponce y Bell (1986). Componentes en g por ciento y minerales en mg por ciento. Datos de 46080 lact.

Tabla 7: Componentes de leche afectados por la dieta.

		Lactosa mmol/l	Ca mmol/l	P mmol/l
Dieta 1	- +	140,20	28,20	30,70
	EE	0,97	0,41	0,49
Dieta 2	- +	133,70	26,00	26,60
	EE	1,12	0,48	0,57
F		***	*	***
		11,45	6,69	17,25
		* P < 0,5	*** P < 0,001	

Tabla 8: Efecto de las condiciones de alimentación sobre los componentes lácteos.

Componente	Vaquería	
<u>Lactosa</u>	1	4,80 ^a
	2	4,80 ^a
	2	4,60 ^b
Fósforo	1	27,40 ^a
	2	27,10 ^a
	3	25,10 ¹
Magnesio	1	4,15 ^a
	2	4,06 ^{ab}
	3	3,98 ^b

Letras desiguales difieren $P < 0,05$
Referido por Villoch et al (1991)

Tabla 14: Efecto de diferentes niveles de sustitución de pienso comercial por gicabú sobre la calidad nutricional de la leche.

		-----Nivel de constitución-----			
Componestes n		Control	30	45	50
Proteína	232	3.25 ^a	3.07 ^b	3.05 ^b	3.00 ^b
Grasa	232	3.41 ^a	3.17 ^b	2.82 ^c	2,80 ^c
Lactosa	238	4.88 ^a	4.80 ^a	4.79 ^a	4.67 ^a
SNG	231	8.84 ^a	0.56 ^b	0.55 ^b	0.38 ^c
ST	224	12.44 ^a	11.36 ^b	11.36 ^b	11.36 ^b

Letras desiguales difieren significativamente, (DUNCAN) P < 0,05

Tabla 15: Efecto de la sustitución del 50% de pienso comercial con iel enriquecida y adición del 4% de Zeolita (b) y Bicarbonato de Sodio (c).

Componente	Control		
	A	B	C
Grasa	3.93 ^a	3.54 ^b	3.79 ^a
Proteína	3.17	3.17	3.16
Lactosa	4.62	4.64	4.66
S.N.G	8.49 ^a ^b	8.39 ^b	8.52 ^a
S.T.	12.42 ^a	12.06 ^b	12.34 ^a ^b
Fósforo	25.28 ^a	24.62 ^a	26.60 ^b
Producción	9.53	9.13	8.84

Letras desiguales (DUNCAN) P < 0,05

Tabla 16: Efecto de la sustitución del 50% de pienso comercial con iel enriquecida y adición del 4% de Zeolita (b) y Bicarbonato de Sodio (c).

Componente	Control	20 g/di	50 g/día
Grasa	3.29 ^c	3.51 ^b	3.72 ^a
Proteína	3.00 ^b	3.19 ^a	3.29 ^a
Lactosa	4.80 ^{ab}	4.77 ^a	4.84 ^b
S.N.G	8.50 ^c	8.66 ^b	8.83 ^a
S.T.	11.75 ^a	12.17 ^b	12.57 ^b
Ca	25.65 ^a	27.98 ^b	27.10 ^c
P	26.61 ^a	27.39 ^a	29.48 ^b
Mg	3.84 ^a	4.30 ^b	4.45 ^b
Na	33.50 ^a	37.80 ^b	39.90 ^b

Letras desiguales (DUNCAN) $P < 0,05$

Este reporte es parte de una publicación en la Rev Salud Animal (1986), dos publicaciones en la Rev. Cubana de Vet. (1987) y varias publicaciones internacionales incluyendo un capítulo de un libro.