

Conferencia presentada en: II Taller Internacional de Salud Animal. 10-13 de Abril/2007. Palacio de Convenciones, La Habana, Cuba

**LA INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL SECTOR
LECHERO: UN ENFOQUE EN LAS CONDICIONES DEL TRÓPICO AMERICANO**

**Ponce C. P.,
Centro de Ensayos para el Control de la Calidad de la Leche y Derivados Lácteos
(CENLAC). Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), San José de las Lajas,
La Habana, Cuba. Email: pastor@censa.edu.cu**

I. Caracterización de la situación.

El sector lácteo a nivel internacional está fuertemente influido por los altos precios de los insumos, elevación creciente de los precios de la energía, la ocurrencia de enfermedades emergente y reemergente de los animales, la tendencia a la reducción de los subsidios en los países de la Unión Europea, los profundos cambios climáticos y el elevado nivel de importación de algunos países asiáticos (Ponce, 2006). El agotamiento de las reservas de los llamados commodity en el mercado internacional, hacen que el precio de 1 tm de leche en polvo ronda actualmente los 3 500 dólares estadounidense (Infoleche, Marzo 2007), lo que significa que la obtención de un litro de leche equivalente sobrepase fácilmente los 40 centavos de dólar. Esta tendencia creciente se mantiene desde la pasada década del siglo pasado. En este mismo contexto, la ciencia y la tecnología se desarrollan aceleradamente y surgen nuevos campos de trabajo como la genómica y proteómica, la nanotecnología, el filtrado de bacterias, los envases inteligentes, nuevos fármacos y vacunas, la robótica aplicada y otros que ya son una realidad o lo serán en un futuro mediano. Enfocado en un contexto general, la lechería de los países en desarrollo, con particular referencia a las áreas tropicales mantiene una fuerte dependencia del mercado internacional, asociado al uso de prácticas y procesos que tienen más de 100 años de atraso.

Algunos países de la región de América Latina y el Caribe han experimentado un notable crecimiento que supera el 3% anual y han pasado en los últimos años, desde importadores netos, a tener cierto superávit en leche y derivados (Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica), unido a la capacidad exportadora alcanzada ya por Argentina y Uruguay. En el resto de los países y aun dentro de los señalados, lo más común es la baja productividad de los rebaños, prácticas de manejo muy rústicas, falta de refrigeración, mala calidad e higiene, productos sin pasteurizar, mercado marginal, etc. Una situación peor se observa en África y parte de Asia, donde los sistemas de producción y manejo del ganado siguen siendo de tipo nómada. Existe por tanto un gran trecho entre la tendencia actual del desarrollo de la ciencia en el campo de la ganadería y agropecuario en general, con el nivel de aplicación de las modernas tecnologías y conocimientos.

Aunque no existen datos confiables sobre el desempeño de la lechería, la experiencia práctica indica que los rendimientos medios no superan los 2500 kg/ ha, exceptuando la región Sur de América y algunas áreas en el resto del continente. La calidad de la leche no cumple con los requisitos básicos exigidos en los países más avanzados dentro de la propia región, debido a la alta contaminación microbiana, alto contenido de células somáticas, presencia de antibióticos y otros residuos, adulterantes y aguado. La existencia de un mercado marginal/artesanal de productos lácteos, básicamente de quesos frescos sin pasteurizar es el mayor problema en relación a la inocuidad. Debido al

alto porcentaje de leche destinada a estos fines (más del 30 por ciento y en algunos países más del 50%). En un reciente informe de la Federación Panamericana de Lechería (FEPALE, 2006), que resume las discusiones sobre el tema en el continente, se concluye que existe un escaso desarrollo de las actividades de I+D en el sector lechero con énfasis en la pequeña y mediana empresa e incluso prácticamente no existe en el área de Centroamérica y Caribe. Las proyecciones del desarrollo científico y tecnológico en función de la transformación necesaria del sector, debe considerar no solo las necesidades en I+D, sino también las particularidades socio-políticas, económicas y hasta sociológicas de los actores de la cadena agroindustrial.

II. Limitaciones biológicas, tecnológicas, organizacionales y del entorno socio-económico.

Desde un enfoque biológico, la limitación fundamental de la lechería en el trópico, continúa siendo los problemas asociados a la carencia de alimentos en cantidad y calidad durante el periodo seco. Aunque en teoría, las gramíneas tropicales, principal fuente de alimentación del ganado, aportan un considerable volumen de materia seca, en la práctica esta se ve reducida a menos del 50 por ciento en los periodos de menores precipitaciones, a lo que se une el bajo valor biológico y limitada digestibilidad. Las fluctuaciones en rendimientos en leche y en el estado físico de los animales son el problema más visible, pero el efecto negativo sobre el desempeño reproductivo tiene un impacto todavía mayor.

En el área industrial y comercialización, la pobre calidad y falta de procesamiento de la materia prima y la existencia de un amplio mercado marginal de productos de mala calidad, se convierte en la característica preponderante, con independencia de las amplias diferencias entre países y regiones (FEPALE, 2006)

Desde el punto de vista organizacional y socio-cultural, el problema básico lo constituye la falta de integración real en la cadena agroindustrial hasta la comercialización. El pequeño y mediano productor no especializado aporta más del 70 por ciento de la fuerza laboral vinculado a la lechería, aunque en volumen es generalmente menor al 40 por ciento. Tanto por la psicología, y condiciones sociales de este segmento del sector primario, existe generalmente una marcada predisposición a la no integración en organizaciones productivas dirigidas a incrementar el valor agregado de la materia prima y en tal caso, no existe una cultura de distribución y mercadeo de lácteos. Para el productor primario el asunto del precio de la leche se convierte en el problema básico de su finca, mucho más que la reducción de los costos, la mejora de la calidad y la aplicación de buenas prácticas de manejo. Por otra parte, la tenencia del ganado para el pequeño productor, se convierte en un asunto de supervivencia diaria que le genera alimento para su familia y un exiguo ingreso semanal carente de una visión como negocio, mientras para los medianos y grandes es común que la finca sea manejada por un capataz o encargado, mientras el verdadero dueño vive en la ciudad y las vacas se consideran como un capital de reserva. La pobre calidad de la materia prima y de los derivados lácteos, es una consecuencia de dicho problema, pues en la mayor parte de los casos, no existe un compromiso real por la mejora, ni un diferencial de precios que la estimule.

En un contexto nacional, el enfoque económico y las políticas para el sector han tenido una influencia sustancial a nivel de los diferentes países. La importación de considerables volúmenes de productos lácteos y sucedáneos como suero de quesería, caseinatos y grasas vegetales ha sido un excelente negocio para buena parte de la industria láctea del continente americano, que han obtenido dichos productos de áreas fuertemente subsidiadas de la Unión Europea e incluso de Estados Unidos. La entrada de lácteos subsidiados a precios bajos, ha limitado considerablemente la capacidad de competencia del productor nacional, con énfasis en los periodos de mayor producción, cuando no existe una política de apoyo interno al sector primario. Algunos países de la

región han alcanzado en los últimos años, cierto equilibrio entre ambos indicadores, favoreciendo el desarrollo lechero nacional con políticas de apoyo e integración del sector, lo que se expresa un rápido crecimiento y menor dependencia del exterior (Serrano, 2006). La situación actual de altos precios de los lácteos y la tendencia a la reducción de la protección en Europa puede contribuir a un cambio en las estrategias de desarrollo interno, que favorezcan al sector primario y a la pequeña y mediana industria. Un factor negativo de consideración lo constituyen los compromisos asumidos por varios países de la región dentro del Tratado de Libre Comercio para las Américas, donde de manera general el sector agrícola y el lechero en particular, parecen más desprotegidos.

III. La actividad de Investigación/Desarrollo e Innovación Tecnológica.

La inversión en actividades de I+D en América Latina y el Caribe no sobrepasa el 1 por ciento del PIB en ningún caso, siendo Cuba, Brasil y Argentina los mayores (Coloquio MIT, referido por Serrano (2006). Mientras en los países en desarrollo se reportan mas de 6 investigaciones por cada 1000 personas en edad laboral, esta cifra es 10 veces menor en América Latina y el Caribe (BID, 2006). No existe un dato claro sobre el sector lechero, pero por las mismas características de desempeño y crecimiento del mismo, es de suponer que esté muy por debajo de dicha media y sea de los más deprimidos.

El mayor volumen de investigación se localiza en el área de producción primaria, mientras las actividades de innovación y adopción de tecnologías son mayores en el área de procesamiento y menor en las áreas de distribución y mercadeo. Los países que mayor peso han tenido en el continente en los últimos 20 años, son Argentina, Brasil, Chile, México, Colombia, y Cuba. En el área de Centro América, el desarrollo de la lechería en Costa Rica es un ejemplo de la aplicación concreta de conocimientos y tecnologías en toda la cadena agroindustrial, (Vargas, 2006).

Según Castañeda (2006), la actividad de I+D en el área industrial se dirige a las grandes industrias, los proveedores de insumos, las pequeñas y medianas empresas (PYMES) y a la sociedad y el estado en general. En la caracterización realizada por la FEPAL (2006), las acciones de investigación y adopción de tecnologías se localizan mayormente en la gran industria, mientras el acceso a productos y tecnologías e incluso a la capacitación de las Pymes, proviene en gran medida de los proveedores de insumos y menos de los centros de alto nivel de especialización.

Una selección de las actividades de I+D más frecuentes, que se han desarrollado en el sector lechero del continente son las siguientes:

Alimentación animal: Nuevas variedades de pastos y forrajes, conservación de alimentos, sistemas silvopastoriles, optimización del uso de suplementos con fertilizantes y riego de los pastos.

Nutrición: Dietas integrales, microorganismos y enzimas que degradan la fibra, sustancias activadoras y reguladoras del rumen, balance catión-anión, uso de sustancias de sobrepaso del rumen.

Manejo: Uso de sistemas de ordeño de tecnología avanzada, optimización del ordeño

Genética: Nuevos cruzamientos y razas, marcadores moleculares para mejorar rendimientos en proteínas.

Reproducción: Manejo con métodos biotecnológicos integrando inseminación artificial, trasplante de embriones y sexado.

Salud: Nuevas vacunas contra la mastitis, diagnóstico y epidemiología molecular de la mastitis, estudio y manejo de los mecanismos de resistencia, nuevos medicamentos para el tratamiento de las enfermedades parasitarias y otras,

Fisiología: inducción natural de lactancia en novillas, mecanismos de resistencia a nivel molecular de células y bacterias, bienestar animal

Buenas Prácticas Agrícolas/lecheras: Trazabilidad, manejo ambiental, productos orgánicos, sostenibilidad de los sistemas pecuarios.

Costos: Gerencia de las fincas, manejo de costos

Procesamiento: Nuevas tecnologías para la pequeña y mediana industria, Inocuidad, nuevos productos incluyendo los funcionales, deshidratados, nuevos envases e incremento de la vida útil, reconocimiento de productos locales, gestión de calidad en HACCP e ISO. Quesos de varias especies.

Cadena lechera: Un enfoque organizacional y económico, técnicas de informatización en la cadena.

Mercadeo: Durabilidad de los productos con redes de frío, promoción interactiva, relación producto-cliente, competencia local.

Del listado anterior, la aplicación concreta en los países o áreas tropicales se limita básicamente al sector de la producción primaria, ya que en los aspectos de procesamiento, la característica fundamental es la compra o adquisición de tecnología y productos y el seguimiento de la competencia marcada por la gran industria.

Actualmente se observa una tendencia a favorecer la formación de recursos humanos como una acción imprescindible para aplicar adecuadamente los avances científicos y tecnológicos (Espíndola, 2005, FEPAL, 2006).

IV. Impacto de las actividades de I+D

A continuación se presenta una selección de 20 actividades de I+D provenientes del campo lechero a nivel mundial, que se utilizan en diferentes niveles en la práctica de la lechería del trópico americano.

- Las nuevas técnicas de roturación del suelo, siembra directa de pastos o con laboreo mínimo, uso racional del agua y métodos de pastoreo, han mejorado el estado de los mismos e incrementado el contenido de materia orgánica, aunque el tema del efecto adverso de la ganadería sobre los suelos y el ambiente en general es aun limitado.
- La obtención de clones de varias especies de *Cynodon coast cross*, *Pennisetum*, *Panicum*, *Brachiaria* etc, combinado con fertilización y riego han permitido la obtención de rendimientos entre 15-25 mil kg/ha.
- El desarrollo de nuevas variedades de gramíneas han permitido alcanzar más de 12% de PB e incrementar la digestibilidad en más de 20%, asociado a una mejor relación hoja/tallo y reducción en el contenido de lignina y hemicelulosa.
- El uso de dietas integrales ha significado un cambio sustancial en el manejo de la nutrición animal con mejoras del 25% en la respuesta productiva. Se han obtenido tecnologías para el uso de la caña y sus derivados en la alimentación del ganado, para la conservación de forrajes y heno durante el periodo seco.
- La combinación de medidas de bienestar animal (sombra, espacio, aspersores) y sistemas de semiestabulación con razas de alto potencial han permitido rendimientos de 25-40 kg/día por vaca en condiciones del trópico.
- Se han aislado nuevas bacterias y enzimas con mayor actividad celulolítica para favorecer la digestibilidad de los forrajes tropicales, aunque aun es muy incipiente.
- Además del campo de la aplicación en el campo de la genética/reproducción, la biotecnología ha tenido mayor impacto en la obtención de hormonas estimuladoras de la producción como la rBGH y enzimas coagulantes para quesos expresados en *E. coli* y otras bacterias.
- En los últimos 5 años han aparecido en el mercado más de 10 productos activadores/reguladores del rumen: Con bacterias celulolíticas vivas, levaduras, antibióticos inhibidores de la degradación ruminal, controladores del PH, intercambiadores de iones y amoníaco, balance de anión/catión.
- Los cruces de Holstein con Jersey en Nueva Zelandia han permitido rendimientos por encima de 500 kg de proteínas por lactancia. La selección del Gir lechero en Brasil y Carora en Venezuela constituyen ejemplos de razas lecheras de alta resistencia y

buena productividad en el trópico. El desarrollo de las razas Siboney de Cuba y Girolando constituyen ejemplos de la combinación de genes entre bos taurus y bos indicus por vías convencionales.

- El desarrollo de vacunas contra la garrapata (transmisión de hemoparásitos) y contra microorganismos productores de mastitis han cambiado las estrategias de control de ambas enfermedades.
- Se han desarrollado antibióticos de amplio espectro y rápida difusión, reduciendo el tiempo de espera para el uso de la leche.
- La identificación y diagnóstico rápido de bacterias patógenas, y diversas toxinas, han permitido mejorar el control sobre la inocuidad de la leche y sus derivados.
- El manejo de los residuos líquidos y sólidos tanto de las fincas como de la industria láctea, constituyen una práctica de primera importancia en el control ambiental.
- El mercado de leche y productos lácteos orgánicos se incrementa sustancialmente, en el continente.
- La aplicación de Buenas Practicas Lecheras se extiende rápidamente en las empresas mas avanzadas y se desarrollan técnicas para lograr la trazabilidad de los procesos y productos.
- Métodos de procesamiento para pequeña escala como el sistema Milk-Pro y otros, posibilitan pasteurizar y envasar en sachet hasta 1000 litros días. Se han introducido procesos y equipos que permite fabricar quesos madurados de alta calidad en plantas artesanales.
- El uso de microorganismos fermentadores específicos ha permitido el desarrollo de productos especiales en diversas comunidades de Asia y América Latina.
- En América Latina se ha producido el mayor crecimiento en cuanto al procesamiento de leche UHT y estéril.
- El desarrollo de organizaciones productivas integradas en cadena ha permitido la incorporación de la mujer (enfoque de género) con alta competitividad a nivel local en México, Ecuador, Perú y Bolivia, diversificando los productos artesanales
- La actividad de la Federación Panamericana de Lechería (FEPALE) y otras instituciones nacionales e internacionales han promovido el uso activo de la información y la capacitación para el sector lechero.

Los impactos directos de dichos resultados son difíciles de evaluar ya que no dependen solo de aspectos relacionados con la aplicación de una tecnología dada, aunque la evidencia mas concreta de sus beneficios esta en el sostenido crecimiento de la producción primaria y de la industria en la región.

V. Las limitaciones de la ciencia y tecnología

La utilización del pensamiento estratégico y de las técnicas de anticipación del futuro, es un sueño aun en el enfoque y desarrollo de la actividad de I+D. Tomando como referencia las características mas comunes de este proceso a nivel mundial (Rodríguez, 2006), existe una alta dependencia del conocimiento generado en los grandes centros mundiales, y mas que buscar oportunidades se copian y compran las existentes, no se invierte en áreas que generen resultados novedosos, existe un alto nivel de privatización y comercialización de los pocos resultados generados en los centros de mayor categoría, existe un limitado proceso de internalización de la ciencia, y carencia de una preparación y perspectiva social para asumir los cambios, entre otros aspectos.

Quizás la debilidad mayor de la actividad de I+D+I en el sector lechero de los países del trópico americano, es la poca capacidad de convertir los resultados en acciones prácticas concretas. La desvinculación de los centros de generación de conocimientos con la práctica social, la falta de una concepción integral de los resultados, junto a la carencia de recursos y pobre cultura técnica de los productores, son los factores que mas influyen en dicha situación. Los cuatro aspectos tienen que ver con la falta de una política

científica orientada e integrada a la solución de los problemas concretos del sector. Una evidencia de ello es que en los centros científicos y universidades se observa un gran interés en la publicación de una investigación y en el *currículum* de los especialistas, que en la aplicación concreta de sus resultados. Dicha percepción coincide en lo fundamental con las conclusiones a que llegó el análisis de la FEPAL en el pasado año 2006.

La situación anterior genera un problema aun mayor, y es la dependencia del desarrollo tecnológico a lo que ocurre en los países desarrollados: Razas, manejo, tecnologías, maquinarias, etc, etc, son copiados generalmente de condiciones y situaciones muy diferentes a las necesidades de la lechería tropical, donde hasta la base social y psicológica del hombre del campo y su cultura tienen mucho que ver con la adopción de dichos resultados. La política comercial de un fuerte proveedor de insumos y tecnologías influye de forma más decisiva, que la estrategia de desarrollo científico y tecnológico trazada de forma teórica a nivel de un país e incluso de la propia empresa.

Existe una visión muy limitada en cuanto al desarrollo de la cadena lechera, lo que es producto de la falta de un enfoque organizacional y gerencial de los procesos. En este sentido se observa un mayor hincapié en los aspectos vinculados al procesamiento de la leche y a la industria transformadora, que en los eslabones del sector primario y el mercadeo.

VI. La importancia de una política nacional en I+D+I en el sector lechero

Aunque en teoría, la mayor parte de los países de la región cuentan con un sistema de Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica, en la práctica esta afirmación es más de tipo estructural y menos real, o cuando mas se pueden observar solo en ejemplos particulares. El caso mas integral de una estrategia política coherente de I+D+I ha sido el de Cuba, quien utiliza cerca del 1 por ciento de su PIB en dicha actividad y ha logrado obtener múltiples resultados concretos pese a las serias limitaciones económicas por las que atraviesa durante años. Sin embargo, la carencia de soporte financiero y material para el apoyo en la aplicación de las tecnologías y productos ha limitado considerablemente su impacto, con énfasis en la cadena lechera, sin desconocer la influencia de otros factores de tipo socio-económicos. Argentina, Brasil, Costa Rica y en los últimos años también Colombia, han logrado avances sustanciales en el campo de las investigaciones pecuarias con soporte gubernamental, con una estructura coherente con el desarrollo de la producción primaria de leche (ej. INIA en Argentina y Uruguay, EMBRAPA en Brasil). En el área industrial, se han destacado las actividades de innovación y adopción de nuevas tecnologías, con énfasis en las inversiones realizadas por las grandes empresas lácteas. Estos ejemplos se corresponden con países que han estructurado una estrategia a corto y mediano plazo para lograr la autosuficiencia lechera y convertirse en exportadores netos de lácteos y de hecho lo han logrado.

Sin embargo, la mayoría de los países del área son dependientes del mercado externo y no existe conexión de la ciencia y la innovación, con lo que ocurre en el mercado internacional y las soluciones tecnológicas propias a dicha dependencia. Falta integración entre centros de investigación-universidades-institutos tecnológicos con programas concretos de desarrollo lechero en base a las demandas de los actores de la cadena láctea, carencia en la formación de recursos humanos capaces de responder a las necesidades reales del sector, falta de orientación científica y técnica con relación a la adopción de conocimientos y tecnologías que favorezcan el segmento de los pequeños y medianos productores e industria, carencia del soporte financiero para el desarrollo científico y tecnológico, entre otros. Los mejores científicos y técnicos de la lechería se forman en universidades y centros de países desarrollados, que en muchas ocasiones no retornan a sus países de origen, mientras los resultados mas novedosos van a manos de empresas extranjeras, que al final terminan en forma de productos comercializados en el propio país que las generó.

Se requiere de una voluntad política de los estados para ordenar y establecer una estrategia científica y de desarrollo tecnológico coherente en el sector lácteo, sin que ello excluya a ninguno de los sectores que pueden y deben contribuir a ello. Esto en su base, es una cuestión en el enfoque socio-económico y organizativo del sector, más que un asunto meramente de ciencia y tecnología.

VII. Una visión sobre el futuro.

A corto plazo, los aspectos organizacionales y socio-económico tendrán mayor impacto en el desarrollo de la lechería del continente, que los aspectos de tipo tecnológico. Un ejemplo de ello es que la organización del manejo de cualquier rebaño (formación de grupos, manejo de alimentos en la época de seca, uso de raciones, orden e higiene en el ordeño, garantía de sombra y agua para las vacas, control de la mastitis, etc), tienen generalmente un resultado mas rápido y visible, que las sustanciales inversiones en infraestructura y modernización a nivel de las fincas, sin una adecuada preparación de los recursos humanos para manejarlos. La aplicación correcta de un sistema de pago por calidad de la leche tendrá mayor impacto sobre dicho aspecto, que toda la capacitación y tecnología implementada sin dicha medida. La obligatoriedad en la pasteurización de la leche para la fabricación de quesos frescos, puede reducir rápidamente los problemas de inocuidad que presenta generalmente dicho producto, sin que ello implique una transformación sustancial en tecnología. Ello no niega para nada, la necesidad de transformar y modernizar el sector, y mucho menos de estimular la investigación e innovación, ya que una vez se solucionan los problemas más acuciantes en la cadena, entonces comienza el verdadero sentido del desarrollo lechero.

Otro aspecto de crucial importancia es el enfoque sobre el desarrollo del sector. El concepto de la sostenibilidad de los sistemas pecuarios y vinculados con ello del desarrollo local, debe ser bien entendido en el sentido de que generen productos para la comunidad y también excedentes, pues es la única manera de lograr independencia en cuanto a la seguridad alimentaria. No basta con producir leche y derivados lácteos en concordancia con el ambiente, con sentido social, con resultados económicos favorables, sino también hay que hacerlo en cantidad y calidad suficiente para cubrir las demandas de toda la población. No hay que temerle a la palabra intensivo, siempre que se ajuste a los preceptos de la sostenibilidad y tampoco sostenibilidad debe confundirse con sinónimo de pobreza.

Existe una estrecha relación entre las posibilidades de transformación del sector lechero a partir de los resultados de la investigación y la innovación, con la formación de recursos humanos. Se debe dotar a los directivos de organizaciones y empresas (entendido en su concepto mas amplio) en el acceso y dominio de la información actualizada, en las técnicas de administración y organización y en los enfoques estratégicos de la lechería según su nivel, a los técnicos y especialistas, en conocer los fundamentos teóricos y prácticos de las tecnologías y no solo ser simples repetidores, y a los productores de base dotarlos conocimientos prácticos de cómo hacer mejor las cosas. Son muy válidos el uso de las TICs con la e-learning o la e-extensión para la capacitación de los técnicos y profesionales que tienen acceso y dominio a las tecnologías informáticas, y de hecho han demostrado su utilidad, como señalada Espíndola (2005), pero también es cierto que la inmensa mayoría de los ordeñadores y muchos del personal que procesa la leche, la base esencial del sector productivo, son analfabetos informáticos e incluso analfabetos reales. Mas que el propio contenido de la formación de los recursos humanos para el trabajo en el sector, el éxito parece estar básicamente en como se estructura e imparte dicha formación y hasta en las capacidades personales de comunicación y habilidades prácticas de los técnicos con los productores de base.

VIII. Las líneas de mayor importancia.

A continuación se exponen las diez líneas o aspectos de innovación y desarrollo tecnológico a corto y mediano plazo., que según el autor, son de mayor importancia para lograr un avance sustancial del sector lechero en el trópico,

1. Técnicas de organización y gerenciamiento de empresas lecheras y núcleos u organizaciones productivas, en los tres segmentos de la cadena (fincas, industrias procesadoras y de tipo artesanal, distribución-comercialización). Incluye el manejo de costos como elemento básico.
2. Tecnologías de procesamiento y manipulación de alimentos fibrosos para el ganado. Nuevas variedades de pastos con resistencia y buen comportamiento en las condiciones de sequía.
3. Ordenamiento genético de los rebaños lecheros, entendido en el ajuste de las razas y cruces al potencial de explotación de las fincas. Mayor empleo de las técnicas biotecnológicas en la reproducción
4. Salud animal como parte sustancial de los conceptos de las Buenas Prácticas Agrícolas. Desarrollo de un enfoque más integral de la salud productiva del rebaño como respuesta al ambiente, que abarca su estado físico, la reproducción y los aspectos de bienestar animal en general, además de los volúmenes de leche.
5. Trazabilidad en la Cadena Agroindustrial Lechera.
6. Aplicación de las Buenas Prácticas Lecheras y de Manufactura con especial referencia a los pequeños productores y el nivel artesanal. En este aspecto se incluye lo referido al manejo ambiental.
7. Desarrollo de las tecnologías para el procesamiento artesanal con enfoque local, dirigido a mejorar la calidad de los productos autóctonos y diversificar la gama de los mismos. Incluye la búsqueda de soluciones tecnológicas a la fabricación de quesos frescos sin pasteurizar.
8. Desarrollo de métodos y tecnologías para el análisis de leche y derivados, con énfasis en el área del control de la inocuidad de los alimentos.
9. Técnicas y estrategias de conservación, distribución y mercadeo de leche y derivados con énfasis en las organizaciones locales.
10. Desarrollo de las técnicas para la capacitación y adopción de nuevas tecnologías al sector lechero según la estructura y características de los diferentes actores. Métodos de vinculación e interacción de las instituciones científicas con el sector lechero.

Existen otros muchos aspectos que pudieran ser incluidos en la relación anterior y que dependerán de las condiciones concretas de cada país e incluso áreas dentro del dicho país. La exclusión de líneas o temáticas propias de la investigación más básica y de punta, tienen que ver con las políticas e importancia que le confieren los gobiernos al sector científico y productivo. El objetivo fundamental debe encaminarse a lograr un mayor y rápido acercamiento entre la situación real de atraso del sector, referido al de mayor peso en la región (pequeños y medianos productores, procesamiento artesanal o sin proceso, distribución y mercado informal), con el nivel medio de desarrollo alcanzado a nivel mundial. En un futuro mediano, la innovación y adopción de tecnologías propias pueden tener un mayor impacto en la cadena agroindustrial, que la indiscutible importancia estratégica de dichas investigaciones.

IX. Conclusiones y recomendaciones

- Existe un importante atraso en la aplicación de los avances de la ciencia y la tecnología en el sector lechero de las áreas tropicales, con mayor énfasis en el segmento de los pequeños y medianos productores e industria. La poca capacidad de convertir los resultados en acciones prácticas concretas, la escasa vinculación

de los centros de generación de conocimientos con la práctica social, y la falta de una concepción integral de los resultados, junto a la carencia de recursos y pobre cultura técnica de los productores son los factores que mas influyen en dicha situación.

- La influencia del periodo seco, la falta de integración en la cadena agroindustrial y de políticas económicas nacionales coherentes, en relación a la protección interna del sector, son los factores de mayor influencia en el plano biológico, organizacional, y económico.
- La aplicación de los resultados de la ciencia y tecnología han tenido un positivo impacto en el crecimiento y desempeño de la lechería, con énfasis en los países del sur de América.
- Los aspectos organizacionales y socio-económico tendrán mayor impacto en el desarrollo de la lechería del continente, que los aspectos de tipo tecnológico, a corto-mediano plazo.
- El desarrollo sostenible de la lechería debe ser entendido también en términos de altos rendimientos y generación de excedentes tanto a nivel local como nacional y no solo de subsistencia o pobreza.
- La formación de recursos humanos orientado a las características y necesidades de cada nivel y eslabón de la cadena lechera, es tan importante como el propio desarrollo de la investigación e innovación.
- Se requiere de una voluntad política de los estados para ordenar y establecer una estrategia científica y de desarrollo tecnológico coherente en el sector lácteo.
- Se proponen 10 líneas o temáticas de innovación y desarrollo tecnológico de prioridad para lograr el desarrollo acelerado del sector.

X. Bibliografía consultada

Espindola D. (2005). TICs en la extensión rural: Un nuevo concepto?. Rev. Electr. 1: 2005. <http://www.iica.org.uy/redsonline>

Banco Interamericano de Desarrollo (2006). Education, Science and Technology in Latin American and the Caribbean.

Coloquio Colombiano de Harvard MIT (2005). Reportado por Serrano (2006). Harvard, USA 18-19 Nov/2005.

Castañeda R. (2006). I+D en la industria láctea: Algunas reflexiones. Trabajo presentado en Taller FEPALE sobre Necesidades de Formación de Recursos Humanos e I+D en la Industria Láctea. Nov/2006.

Serrano B.G. (2006). La adopción de tecnologías como estrategia para el mejoramiento de la competitividad de la cadena lechera. Trabajo presentado en Taller FEPALE sobre Necesidades de Formación de Recursos Humanos e I+D en la Industria Láctea. Nov/2006.

Méndez D.J. (2006). Tendencias de la innovación en el sector lácteo. Aula de Productos Lácteos/USC/España. Trabajo presentado en Taller FEPALE sobre Necesidades de Formación de Recursos Humanos e I+D en la Industria Láctea. Nov/2006.

FEPALE (2006). Análisis de oferta y necesidades de formación de recursos humanos e I+D en la industria láctea. Informe final de tres talleres en Colombia, Costa Rica y Uruguay. Nov/2006.

Rodríguez O.U.O. (2006). Ciencia y tecnología: Un acercamiento a las tendencias de su desarrollo actual. www.monografias.com

Ponce P.C. (2006). La expresión de la lactación en condiciones del trópico. Producción Primaria. 9º Congreso Pan-Americano do Leite. FEPALE/AGL. 20-23 de Junio/2006, Porto Alegre, Brasil.

Capellini, O. (2006). El mercado internacional de lácteos, barreras al libre comercio. En Tendencias e avanos do agronegócio do leite nas Américas. Libro Economía e Mercado. Pgs 49-60. 9no Congresso Pan-Americano do Leite. FEPALE/AGL. 20-23 de

Junio/2006. Porto Alegre, Brasil.

Clausen S. (2006). New challenges for milk production-environment, animal comfort and food safety. En Tendencias e avancos do agronegócio do leite nas Américas. Libro Economia e Mercado. Pags 95-112. 9no Congresso Pan-Americano do Leite.

FEPAL/AGL. 20-23 de Junio/2006. Porto Alegre, Brasil.

FAO (2006). Milk and Milk Products. FAO-Food Outlook. Nro 2, Dic/2006. Pgs 46-52.

Machado F. P., Cassoli D. L. (2003). Gestao empresarial da fazendas leiteiras. 6to Interleite. 21-23 de Agosto/Uberaba, Brasil.

FAO (2005). Ganadería: intensificación y sus riesgos. Reporte FAO/2005

European Technology Platform for Global Animal Health (2005). Final version. August/2005.