

Impacto de la producción estacional de leche sostenible en la ganadería bovina del trópico bajo y la sierra de América Latina. (Impact of seasonal production of sustainable milk in bovine cattle in the low tropics and the Sierra of América Latina).

Raúl V. Guevara Viera¹; Guillermo E. Guevara Viera¹; Carlos S. Torres Inga¹; Lino M. Curbelo Rodríguez²; José A. Bertot Valdés²; Paola J. Lascano Armas³; Cristian N. Arcos Álvarez³; María X. Bravo Álvarez¹; Luis R. Galarza Álvarez¹; José Luis Urdiales Arévalo; Carlos de Loyola Oriyes²; Alberto S. Atzori⁴; Gonzalo Estuardo López Crespo.

¹**Facultad de Ciencias Agropecuarias, Campus Yanuncay, Universidad de Cuenca, Azuay, Ecuador.** Correo del autor para la correspondencia: raul.guevara@ucuenca.edu.ec

²**Universidad de Camagüey” Ignacio Agramonte Loynaz” Cuba, Carretera Circunvalación Norte, entre Avenida 26 de Julio y Camino Viejo de Nuevitas, Camagüey, Cuba.**

³**Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; Carrera de Medicina Veterinaria; Campus “CAREN”. Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador**

⁴**Universidad de Sardinia, Sardinia, Italia,** Correo del investigador: asatzori@uniss.it

Resumen

Se discuten posibles factores que pueden afectar la eficiencia bio-económica de los sistemas lecheros que se puedan desarrollar en América Latina con énfasis en Ecuador, como alternativa a la producción lechera anualizada tradicional. Se revisaron investigaciones de Camagüey, Ciego de Ávila y otras zonas del país, y de algunas zonas de Ecuador desde marzo de 1988 hasta febrero de 2015 en 243 fincas, de ellas 236 fincas lecheras de empresas ganaderas cooperativas estatales en Cuba evaluadas hasta el 2013 y siete fincas privadas en Ecuador. Se utilizaron estadísticas de producción de leche, productividad y calidad de los pastos tropicales y sus relaciones con el consumo según la carga animal, los patrones de partos estacionales en vacas lecheras como alternativa a los patrones anualizados, la evaluación de períodos de ocurrencia y momentos de parto dentro de época. Las ventajas del proceso de movilización de reservas corporales en vacas lecheras, el estatus reproductivo del rebaño y sus efectos sobre la producción láctea, su economía y rentabilidad, así como la perspectiva de implementación de estos sistemas estacionales como alternativa. Se confirman científica y económicamente las posibilidades de la producción estacional de leche con pariciones concentradas en más de 60 % al inicio de la etapa lluviosa, como alternativa viable y sostenible a la clásica producción de leche anualizada que practican los sistemas ganaderos en Cuba y Ecuador, con potenciales ahorros de capital por una menor importación de lácteos y alimentos concentrados y menores costos operacionales y unitarios de la leche producida, con ventajas ambientales por la mínima agresión al medio con esos cambios tecnológicos y la reducción de los costos de la fabricación nacional de leche en polvo.

Palabras clave: sistemas de producción estacional de leche, producción anualizada, concentración de partos al inicio de lluvias, economía, ambiente

Abstract

Potential factors that may affect the bio-economic efficiency of dairy systems that can be developed in Latin America are discussed, with emphasis on Ecuador, as an alternative to traditional annualized milk production. Investigations were reviewed in Camagüey, Ciego de Ávila and other areas of the country, and in some areas of Ecuador from March 1988 to February 2015 in 243 farms, of which 236 dairy farms of State cooperative livestock farms in Cuba evaluated until 2013 and seven private farms in Ecuador. Statistics on milk production, productivity and quality of tropical pastures and their relationships with consumption according to the animal load, patterns of seasonal births in dairy cows were used as an alternative to the annualized patterns, the evaluation of periods of occurrence and moments of birth within epoch. The advantages of the process of mobilizing body reserves in dairy cows, the reproductive status of the herd and its effects on dairy production, its economy and profitability, as well as the perspective of implementation of these seasonal systems as an alternative. The possibilities of seasonal milk production are confirmed scientifically and economically with calvings concentrated in more than 60% at the beginning of the rainy season, as a viable and sustainable alternative to the classic annualized milk production practiced by livestock systems in Cuba and Ecuador, with potential capital savings for a lower importation of dairy products and concentrated foods and lower operational and unit costs of the milk produced, with environmental advantages due to the minimal aggression to the environment with these technological changes and the reduction of the costs of the national manufacture of milk powdered.

Keywords: seasonal milk production systems, annualized production, concentration of deliveries at the beginning of rains, economy, environment

Introducción

La alternativa estacional para la producción de leche con aprovechamiento oportuno y racional de la más alta productividad de los pastos y forrajes en la etapa primavera-verano, representa una vía factible para lograr estos propósitos para el trópico bajo y la sierra, como lo demuestran diversos estudios a campo en los sistemas comerciales que presentan esta tendencia en sus pariciones (Soto, 2010; Loyola, 2010; Guevara et al., 2013), por lo cual el objetivo de esta reseña es discutir sobre de posibles factores que pueden afectar la eficiencia bio-económica de los sistemas lecheros que se desarrollen en las zonas de trópico bajo y sierra de América Latina con ejemplos válidos de Cuba y Ecuador como alternativa a la producción lechera anualizada tradicional.

Productividad y calidad de los pastos y forrajes tropicales y sus relaciones con el consumo en pastoreo según la carga animal.

Pérez Infante (2010) considera que es necesario precisar la relación que se establece entre el pasto y el animal y ayudar al ganadero a decidir en la principal causa de sus problemas de alimentación y manejo del ganado. Jordán et al. (1995) refieren que es factible incrementar la producción de leche con leguminosas como Leucaena, provocando reducción en el suplemento de alimentos concentrados a emplear en la ración y así alcanzar en vacas Holstein producciones de hasta 15 kg/vaca/día, sin producir efectos adversos durante las diferentes épocas del año.

Una opción en la que vale la pena meditar, como indican García López (2003) y Guevara et al. (2003) es con relación a la época de parto de la vaca lechera, en sincronía con el inicio de crecimiento de la hierba y el efecto que este hecho puede tener en la lactancia del animal, en su economía de mantenimiento, producción y en el aprovechamiento del pasto y sus nutrientes, que permite lograr la reducción de alimentos suplementarios y por ende la disminución de los gastos operacionales (Mc Meekan, 1963; Clayton y Jones, 1988 y Senra, 2007; Guevara et al., 2013; Soto et al., 2017).

Domínguez *et al.* (2015) encontraron que los mejores bimestres de producción de leche fueron los del periodo lluvioso, donde se producen los mayores rendimientos de materia seca, lo que permite una mayor oferta por animal por día y a su vez posibilita una mayor selección de los animales con relación al periodo poco lluvioso. Asimismo, estudios llevados a cabo en escenarios de Camagüey y Ciego de Ávila (Guevara *et al.*, 2013; Pedraza y Justiz, 2015) demostraron que el efecto de la época en la producción de leche está más asociado al aumento de la disponibilidad de pastos, que a la menor temperatura ambiental de la época de seca, donde decrece la producción de biomasa.

Factores que pueden afectar la eficiencia bioeconómica y ambiental en sistemas estacionales de producción de leche en el tiempo como son la conjunción del parto de la vaca con la época de mayor crecimiento de la hierba, lo cual permite, además de las ventajas indicadas, ordenar todo el flujo zootécnico de las fincas, mejorar las tasas de crecimiento de los reemplazos y concentrar todos los esfuerzos en una época más favorable del año lo que se ha logrado en países paradigmas de estos modelos como Nueva Zelanda (Mc Meekan, 1963; Clayton y Jones, 1988; Holmes, 2006; Guevara et al., 2013).

El sistema estacional, que se pudiera considerar en algunas zonas lecheras de la región, se registra en la literatura especializada como éxito económico y biológico indiscutible en varios países, como Nueva Zelanda, donde llegan a producir la leche a base de pastos a más bajo costo a nivel mundial (Holmes, 2006); otros ejemplos muy similares son Irlanda, el sur de Australia, Argentina, Uruguay, Chile, algunas regiones de Estados Unidos y Canadá (Comerón, 2000; Best, 2004; Forgey, 2003). En Cuba, cuando por una estrategia inducida de partos o por el azar se produce una concentración de pariciones en los inicios del crecimiento de la hierba, se han logrado resultados positivos en varios trabajos (García López et al., 2005; Guevara et al., 2013).

Período de ocurrencia y momento de parto dentro de época. Utilización de las ventajas del proceso de movilización de reservas corporales en vacas lecheras.

En el caso de sistemas de producción donde son normales los modelos estacionales de producción de leche como en Uruguay, Argentina, Chile, Sur de Australia, Nueva Zelanda, Irlanda y Centro-Este de Estados Unidos, los arreglos de las estrategias de parición anual se concentran, en gran medida, a fines de la etapa invernal y comienzos de la primavera; esto supone ventajas desde el punto de vista de ganar tiempo dentro del proceso de máximo aprovechamiento del mayor crecimiento de la hierba y de los mecanismos de movilización de reservas corporales (grasa, glucosa, aminoácidos, minerales, etc.) en la vaca lechera para garantizar la producción láctea inicial y no

comprometer el proceso reproductivo que sigue (Comerón, 2000; Forgey, 2003; Best, 2004; Holmes, 2006; Bertot, 2007; Loyola, 2010).

Esto también contrarresta la depresión del consumo periparto-posparto por capacidad física del animal y se ha estimado que posterior a este período se produce entre 35 y 47 % de mayor aprovechamiento del forraje producido en función de la carga animal, lo que fue informado en los trabajos de Clayton y Jones (1988) en granjas lecheras de Nueva Zelanda y en los estudios sobre la respuestas a diferentes cargas por Bryant et al., (1999) lo que ha sido corroborado en las informaciones del servicio de investigación ganadera de este país que reportan las tasas de productividad de la hierba para diferentes regiones y épocas, y recomiendan los momentos adecuados de pariciones para mejor aprovechamiento de los recursos forrajeros (Clayton y Jones, 1988; López-Villalobos et al., 2000; Holmes, 2006).

En Cuba, Guevara et al. (2013) al revisar 167 trabajos de investigación en el tema con vacas de mediano potencial en pastoreo para producción de leche a diferentes niveles de insumos (N 200 a 350 kg/ha, riego y suplementación frente a variantes en seco, sin fertilización y con baja suplementación), calcularon que las tasas de productividad de la hierba en el primer grupo de trabajos se movieron en rangos de 31 a 53 kg/ha/día en la etapa poco lluviosa y entre 57 y 82 kg/ha/día en la etapa lluviosa, lo que permitió alcanzar una franja de producción de leche equivalente a 7,1 hasta 10,4 kg/vaca/día y entre 10,6 y 23,9 kg/ha/día con cargas de 1,2 a 2,6 vacas/ha anuales. Estos resultados coinciden con los que indican otros investigadores del país al evaluar el potencial de varios pastos con buenos rendimientos en especies explotadas con altos insumos y producciones superiores a los 10 kg/vaca/día y más de 2500kg/ha/anuales, de igual modo, Simón (2005) obtuvo respuestas entre 8,5 y 10,0 kg/vaca/día para vaquerías en el occidente de Cuba que desarrollaron sistemas silvopastoriles con leguminosas como *Leucaena leucocephala* asociada al pastizal.

A pesar de las condiciones de bajos insumos, seco, poca suplementación y afectaciones por déficit de lluvias al crecimiento de la hierba, Guevara et al. (2013) reportan que en varios estudios a campo y evaluaciones hechas a unidades lecheras en diferentes zonas de Camagüey, las que presentaron un arreglo de sus pariciones con tendencia a más concentración de los partos en etapas de máximo crecimiento de la hierba, tuvieron mayor respuesta en producción de leche y en sus índices de eficiencia alimentaria y bioeconómica, cuando las concentraciones estaban entre 60 y 82 % de los partos anuales entre marzo y septiembre con cargas desde 0,8 hasta 1,74 vacas/ha/día y estimados de rendimientos anuales del pasto entre 5 y 12tms/ha.

En Ecuador existen posibilidades para desarrollar estos enfoques de producción y llevarlos a cabo en la práctica productiva en modo racional, prueba de ello son los resultados que se pudieron medir en cuatro fincas (una es el Hato Bovino de la ESPAM-MFL, etapa Mayo 2013-Abril2015) y tres fincas ganaderas de doble propósito de los Cantones Bolívar y Chone de la provincia de Manabí en la región costa y también para la provincia de Cotopaxi en tres fincas de ganado con más especialización hacia la producción lechera, donde predomina el Holstein y mestizos de Holstein y Jerseys.

Así, para las cuatro fincas de la región costa entre los factores se midieron en sus efectos están para dos años, la estrategia seguida por la ocurrencia de pariciones anuales con valores entre 67,2 y 83% de los partos al inicio de lluvias, el empleo de forrajes verdes como el Maíz (*Zea Maíz*) y *Pennisetum* (Hierba Elefante) molidos suministrados a vacas en pastoreos de asociaciones de gramíneas y leguminosas en ambas regiones y la valoración en la sierra del papel de la genética Neo Zelandesa presente en cierta medida en un ható (27,3 %) todo lo cual, resultó en ventajas bio-económicas de estos rebaños reflejadas en las respuestas obtenidas en producción/vaca y por área con valores por encima de 9,2 kg/vaca/día y por ha mayores a 2700 kg/año en lactancias medias de 256 días/ vaca con diferencias a favor de concentraciones de partos anuales superiores al 70% al inicio del periodo de máximo crecimiento de la hierba (Guevara et al., 2016).

En este mismo sentido, en un análisis de tres rebaños en Cotopaxi ya en la zona de la sierra y con la inclusión también de forraje molido de maíz como planta entera y la presencia de genética Neozelandesa en el mismo, la ocurrencia de pariciones de casi la mitad del rebaño (39,1- 48,2%) al inicio de la época de máximo crecimiento, determinó que los animales de estos grupos respecto a los que parieron en periodos menos favorables, presentaron un incremento en su producción de 518 kg de leche en la lactancia promedio de 272 días y esto se logró con participación de 22-26 animales derivados de genética Neozelandesa con vacas de bajos pesos vivos en estos rebaños (Lascano et al., 2017) de las cuales sabemos sus atributos como grandes cosechadoras de pastos y convertidoras a leche con gran nivel de grasa, proteína láctea, sólidos totales, mayor eficiencia biológica y económica, costos unitarios operacionales reducidos y menos necesidades de nutrientes para mantenimiento respecto a vacas mayores en tamaño como los tipos Americano y Canadiense en el Holstein (Holmes, 2006; Guevara et al., 2013; Lascano et al., 2017).

Estatus del rebaño en la esfera reproductiva y efectos sobre la producción láctea, su economía y rentabilidad

Según Álvarez (2003) y Bertot (2007) se debe aspirar a una adecuada composición reproductiva del rebaño expresado en: gestantes (50 a 60 %); recentinas (16 a 18 %); inseminadas (25 a 30 %); vacías (menos de 5 %) y problemas (menos de 2 %). En una explotación integral donde se desarrollen todas las categorías, el flujo zootécnico debe guardar la siguiente relación: 50 % de vacas, 20 % de terneros, 10 % de añojas y 20 % de novillas; sólo así se logra un reemplazo mínimo del 20 % anual que asegura una edad promedio del rebaño adecuada.

En Cuba, en la etapa 1980 a 1995 de este programa de investigación se hallaron diferencias acentuadas en mayor producción de la época lluviosa mayo-octubre, con un total de 2 422 000 kg, lo cual es casi un patrón en el tipo de comportamiento de nuestros sistemas por la mayor pluviosidad de esa época, su marcado efecto sobre los pastos y forrajes, e incluso, sobre el consumo total de alimentos y agua. Lo anterior determinó mejores lactancias con superioridad sobre el período seco de noviembre-abril de menor disponibilidad de pastos y forrajes (García López, 2003; Pérez Infante, 2010).

Los resultados demostraron el papel decisivo de la época de parición (bimestre, trimestre, momento dentro de época, período abril-agosto y época lluviosa y seca) e influir en modo positivo en la eficiencia bio-económica de los sistemas lecheros cuando las concentraciones de partos al inicio de lluvias son iguales o mayores a 60 y 70 % del total anual, con una intensificación de hasta 66 % de esta ocurrencia hasta 12 semanas al inicio de lluvias, lo que provocó un diferencial de respuesta superior ($P < 0,05$) en leche producida total anual en rango de 21 506 a 46250 kg anual a favor de mayor concentración-intensidad en períodos de 4 a 5 años y que en vaquerías casos como objeto de estudios por más de siete años mantienen diferencias respecto a las restantes de 17 056 a 22 725 kg anuales con 81,6 % de partos en lluvia, con el 68 al 79 % ocurriendo entre abril-agosto y de este por ciento 65,2 en las primeras ocho semanas desde el inicio de abril.

Los gastos operacionales totales y por hectárea, se reducen en todo el estudio para los tratamientos de más concentración-intensidad en 35,1 % y 29,7 %, respectivamente, lo que provocó disminución sensible de los costos por kilogramo de leche para los escenarios analizados en los casos de mayor concentración de pariciones al inicio de lluvias, lo cual se fundamenta en menores gastos de alimentos suplementarios para sistemas con 69 % o más partos en lluvia y más alta concentración-intensidad en abril-agosto, incluso en escenarios con déficit forrajero anual por efectos de veranos y sequías prolongadas (Soto, 2010; Loyola, 2010; Guevara et al., 2013).

Este proceso pudo ser validado en vaquerías-casos y se demostró en corto-mediano plazo que para 25 escenarios analizados, los sistemas con 69 a 82 % de parición abril-agosto y 61,5 a 66,3 % de estos, ocurriendo en las primeras 8 a 12 semanas; cargas de 1,03 a 1,55 vacas/ha y suplementación de 0,46 kg de Norgold a partir del 3er kilogramo de leche, logran una respuesta de 7,2 a 8,6 kg de leche/vaca por empleo de técnicas silvopastoriles con *Leucaena* cv Perú-Pastos nativos mejorados, producciones de 1 722 kg/ha anuales y costos variables/kg de leche entre \$1,61 y \$0,86 MN, con rentabilidad sobre el capital operacional entre 12,1 y 16,5 %, índice este último de fundamental respuesta a introducción de cambios tecnológicos.

En los escenarios que se usaron como casos reales de validación de los procesos simulados con incrementos en la concentración de pariciones hasta 81 y 86 % y las intensidades hasta 78 y 82 % entre abril y agosto y aumento en el nivel alimentario, se encontró que la producción de leche pudo llegar hasta el rango de 8,6 a 10,3 kg/vaca/día y se logra un diferencial de incremento respecto al escenario base de 506+- 32,5 kg/ha anual de leche, con rentabilidades sobre el capital operacional en el rango de 22,6 a 25,3 %, corroborado en varios de los estudios de casos de validación (Soto, 2010; Guevara et al., 2013; Soto et al., 2017).

Existe interacción entre las variedades de pasto y la carga y la estación de parto de las vacas en la época de inicios del máximo crecimiento de la hierba y más exactamente con el momento de parto dentro de época. se pueden obtener con gramíneas tropicales producción láctea entre 9 y 11 kg/d durante la época de lluvia con mayoría de partos de 65-78 % de los partos anuales en esta etapa del año, con carga de 3.0 vacas/ha en bermuda cruzada, 4.0 vacas/ha en pangola y 5.0 vacas/ha en pasto estrella.

Los indicadores de sostenibilidad agroambiental se calcularon para metano y otros indicadores como N, P, S, energía y tierra para producción de leche y GWP para los métodos de Cederberg y Mattsson (2000) y Clark (2001). Las emisiones se calcularon utilizando modelos de GEI de toda una granja, basados en la metodología del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2010) con un paso de tiempo anual. Las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O se sumaron en función de su factor de equivalencia en términos de equivalentes de CO₂ (CO₂-e: 100 años): 1 para CO₂, 25 para CH₄ y 298 para N₂O. Hubo un coeficiente de emisión en kg de CO₂-eq. por kg de leche corregida por energía (ECM) en el sistema de parto de primavera (1.27) en comparación con el convencional (1.20).

En estos casos, las respuestas sobre la producción de leche fueron grandes en el rango de 21506kg - 46250kg respecto a otros sistemas no estacionales de producción lechera de leche, y en algunos estudios de casos en siete años las respuestas diferentes alcanzaron 22 725 kg con 81% la primavera con un 65,2% en las primeras ocho semanas de este período. Estos resultados son coincidentes con muchas experiencias en países en los que los sistemas estacionales de partos como Nueva Zelanda, Australia del Sur, algunas regiones de los Estados Unidos y Argentina y Uruguay, pero los niveles de producción de leche en nuestro caso son menores (Colman y Kaiser, 1974; Holmes, 2006; Kristensen et al., 2011, Flysjö et al., 2012, Guevara et al., 2013, Gerber et al., 2013; Sarhan, 2013).

Los costos operacionales disminuyeron en todo momento con el patrón de parto en la primavera temprana en 35.1% - 29.7%, y fue un factor importante debido a los bajos gastos en alimentos concentrados. En muchas investigaciones sobre la producción de leche a partir de pastos con patrones estacionales de parto, esta variante alcanzó costos bajos respecto al parto no concentrado debido a los menores gastos en concentrados para la alimentación (Holmes, 2006; et al; Guevara et al., 2012; Zehitmeier et al., 2012).

Influencia de la concentración de partos en la temporada de primavera en algunos indicadores de sostenibilidad agroambiental de las explotaciones lechera de la costa y la sierra en América Latina.

Se obtuvo un 15 - 33 % de reducción del uso de energía / kg de producción de leche (%) 26 - 39 Reducción del potencial de calentamiento global calculado como emisión de metano (%) 27 - 31 Rango de equilibrio de nitrógeno (kg / ha / a) 7.2-16.4 Reducción de la salida S descargada (%) 14-29 Reducción de la salida P descargada (%) 11-36. Los resultados de indicadores de sostenibilidad agroambiental sobre patrón de mayor eficiencia alcanzaron, con bajos suplementos, menores costos de energía por kg de leche producida por vaca y ha en los sistemas con alta concentración de partos en primavera con respecto a los otros sistemas con desorden en patrón de parto, donde se requiere más tierra / kg.

El potencial de calentamiento global (GWP) en los sistemas con alta concentración de partos a comienzos de la primavera fue de aproximadamente 31-27% menor que la producción de CO₂-Metano, basada en una mejor relación forraje-concentrado (81% otros sistemas, y balanzas positivas de nitrógeno con valores de -7,2 kg./ha./año a 16,4 kg./ha./ año y valores de 14-29% y 11-36% de menor descarga del azufre (S) y Fósforo (P) al medio ambiente, respectivamente. La energía necesaria en sistemas completos con alta concentración de partos en los patrones tempranos de primavera fue de 26-39% menor que los otros sistemas lecheros y confirman la sostenibilidad de los sistemas de producción lechera estacional en las fincas lecheras cubanas.

En coincidencia con el estudio de Kristensen et al (2011) describen una visión general esquemática de los hot-spots del análisis LCA y los estudios Sarhan (2013) que describen las emisiones de terneros lecheros a sistemas de producción de carne que generalmente son muy inferiores a las de los sistemas de vacas de parto sin patrón, como resultado de que las emisiones de GEI de las vacas se destinan principalmente a la producción de leche para los sistemas lecheros. De acuerdo con estos hallazgos (Flysjö et al., 2012) en el estudio de la relación entre la leche y la producción de carne de vacuno en los estudios de LCA y CF de la leche se supone que la carne de vaca lechera y la sustitución de terneros lecheros son menos eficientes.

Cederberg y Mattson (2000) y Kilelu et al., (2013) informan que la producción de un sistema vacuno-ternero en Europa emite 0,14 kg de CO₂-eq / 0,05 kg de proteína animal, que es más que la diferencia entre los dos sistemas de producción evaluados (1,18 kg de CO₂-eq para el sistema convencional y 1,03 para sistemas de concentración de partos de primavera). Los sistemas lácteos de parto de primavera analizados en este estudio emiten menos gases de efecto invernadero por unidad de leche de lo previsto, con emisiones menores de 1,09 kg de CO₂-eq / kg de leche, así en otros ambientes Capper et al. (2009) calculó que las emisiones de la industria láctea estadounidense serían de 1,35 kg de CO₂-eq por kg de leche, centrándose en la producción convencional. Hallazgos similares se encuentran en los estudios de Herringshaw (2007) en algunos sistemas lecheros diferentes para intensidad e insumos en USA y Zotto et al., (2009) en Nueva Zelanda.

Propuestas de modelos de sistemas de producción estacional para algunas zonas de trópico alto y bajo de América Latina.

Aguirre-Villegas et al (2017) indican que a pesar de ser los productos lácteos componentes principales de la dieta humana, también contribuyen de manera importante a los impactos ambientales globales. En este estudio se evaluaron las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), la intensidad energética neta (NEI) y el uso de la tierra de sistemas lecheros confinados con niveles crecientes de pastos en la dieta, de igual modo Patton Pierce y Horan (2016) plantean que la productividad de los sistemas de pastoreo en América está limitada principalmente por la escala y la eficiencia de los sistemas aplicados a la extensión de tierra de pastoreo y la sala de ordeño y que el metano entérico fue el mayor contribuyente a las emisiones de GEI.

En definitiva, entre los factores clave para lograr mayor productividad con el potencial genético de las vacas, se encuentran una mayor eficiencia de uso de las pasturas (más producción y cosecha de MS/ha) y la incorporación de estrategias de complementación y suplementación con forrajes-leguminosas más persistentes y estables en el año para minimizar los riesgos, tanto del clima como los eventuales del mercado (Gallardo, 2012). Según Geary et al. (2014), las explotaciones del perfil de producción de leche estacional resultan en menores costos y mayor beneficio neto de la finca, con relación al perfil de producción de leche menos estacional.

Sin embargo, en las pesquisas realizadas en fincas lecheras pertenecientes a cooperativas de créditos y servicios en Cuba, Guevara et al., (2013); Martínez et al., (2015) y Uña et al. (2015) hallaron resultados positivos solo en las que presentaron mejores condiciones tecnológicas, relacionadas con el mayor aprovechamiento de la tierra con forrajes y estrategias de pariciones estacionales de primavera-verano.

Una propuesta general de modelo estacional (Fig. 1), considera modificar esencialmente el trabajo en la esfera reproductiva considerando un reordenamiento de la ocurrencia de la parición anual en función de optimizar el uso de la hierba, los insumos disponibles y los recursos humanos con un desarrollo en escalones explicados como sigue:

1. Diagnóstico de la factibilidad bio-económica de la aplicación de propuestas tecnológicas y resultados científicos a diferentes escalas de impacto.
 - a. Formación de comisiones de expertos, con profesionales de la producción e investigadores a nivel de provincia.
 - b. Identificar los aspectos fundamentales de la problemática de la ganadería en cada territorio (componentes del ecosistema y manejo zootécnico).
 - c. Evaluación de los principales resultados alcanzados en la investigación en la provincia acerca de los modelos de producción de leche (Ej. modelos estacionales).
 - d. Alternativas para la mejora de la base alimentaria (pastos y forrajes).
 - e. Posibilidades económicas para enfrentar cambios a diferentes escalas y plazos (estrategia de desarrollo local).
2. Reestructuración del modo de gestión empresarial de la ganadería.
 - a. Determinar el modo de producción cooperativa de producción de leche más eficiente y extenderla a todo el territorio.
 - b. Estructura estatal territorial para la asistencia técnica y prestación de servicios (extensión rural, comercial, salud animal, reproducción, maquinaria, agrotecnia y unidades de cría).
 - c. Revisión de los convenios con los productores y cooperativas acorde a las potencialidades, necesidades y perspectivas de desarrollo del país.
3. Establecimiento de un sistema de monitoreo y control sistemático del comportamiento de los índices de sostenibilidad de la tecnología o modelo de producción aplicado.

Estructura general del modelo de producción lechera estacional

Para implementar un sistema o modelo de producción es imprescindible tener en cuenta un gran número de factores biológicos, tecnológicos y socioeconómicos pero, a la vez, es muy importante que estos actúen de forma armónica y proporcional, de manera que se alcance una producción eficiente y sostenible. El modelo estacional para las zonas lecheras relevantes en Cuba (Fig. 1) considera modificar esencialmente el trabajo en la esfera reproductiva considerando un reordenamiento de la ocurrencia de la parición anual con un mayor índice porcentual hacia los meses de abril agosto en función de optimizar el uso de la hierba, los limitados insumos y mejorando la eficiencia bioeconómica del proceso.

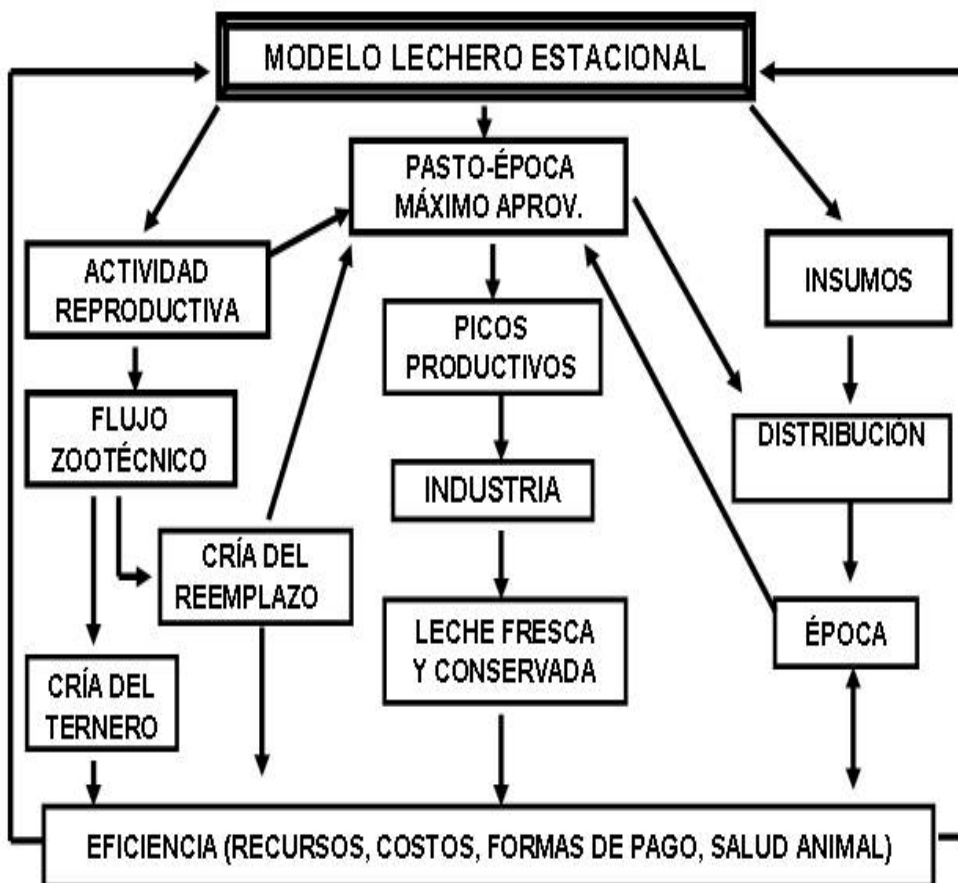


Fig.1. Diagrama general del funcionamiento de un modelo de sistema de producción lechero estacional eficiente, desde la base hasta la industria (Soto, 2010; Guevara et al.,2013).

Un nivel porcentual de parición del 69 al 79 % más ha sido reportado por Guevara *et al.* (2013) y Soto *et al.* (2010) en estudios realizados en 236 fincas del municipio de Jimaguayú con tendencias a la producción estacional (Fig. 2) y aumentos significativos de la producción de leche y una reducción de los costos de \$ 0.40/kg MN con respecto a aquellas que mostraban una ocurrencia de nacimientos irregular durante el año. Estos resultados, son coincidentes otros autores en Camagüey (Spencer *et al.*, 2012) para escalas de micro-lecherías con 12-15 vacas y evaluaciones realizadas recientemente en la provincia de Ciego de Ávila (Rodríguez, 2014).

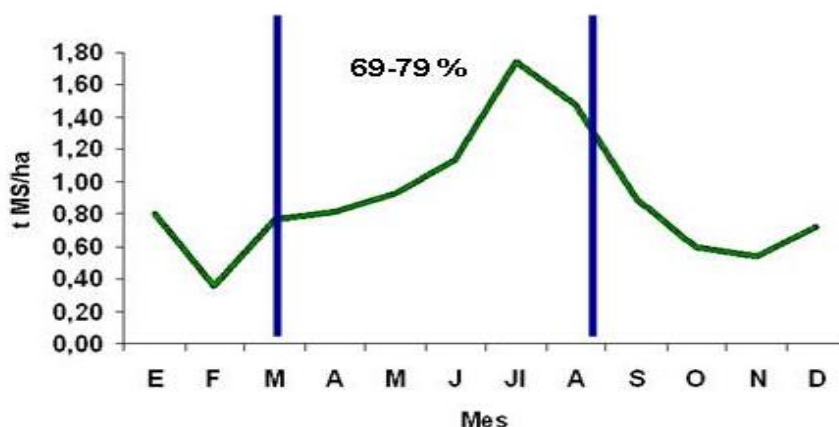


Fig. 2. Concentración porcentual de la parición anual en correspondencia con el periodo de mayor producción de MS (Soto, 2010).

Entonces, es posible inferir que la aplicación de un sistema estacional en una zona o territorio puede, en una primera etapa, atenuar la deficiencia del lácteo en el periodo poco lluvioso con la oferta de leche producida en el periodo lluvioso, conservada convenientemente y, en una segunda etapa, considerar resultados que muestren un superávit que permita llegar al mercado y generar ingresos que se reviertan en el proceso productivo (Holmes, 2006; del Risco et al., 2007; Macoon et al., 2011; Guevara et al., 2013; Gonzáles, 2015). En estudios realizados en la provincia de Camagüey durante más de 20 años (Bertot, 2007) se ha reportado la tendencia sostenida de una estacionalidad en los mayores valores del indicador de vaca vacía entre los meses de mayo a octubre, así como las menores cifras de bajas de hembras en la reproducción (Fig. 3).

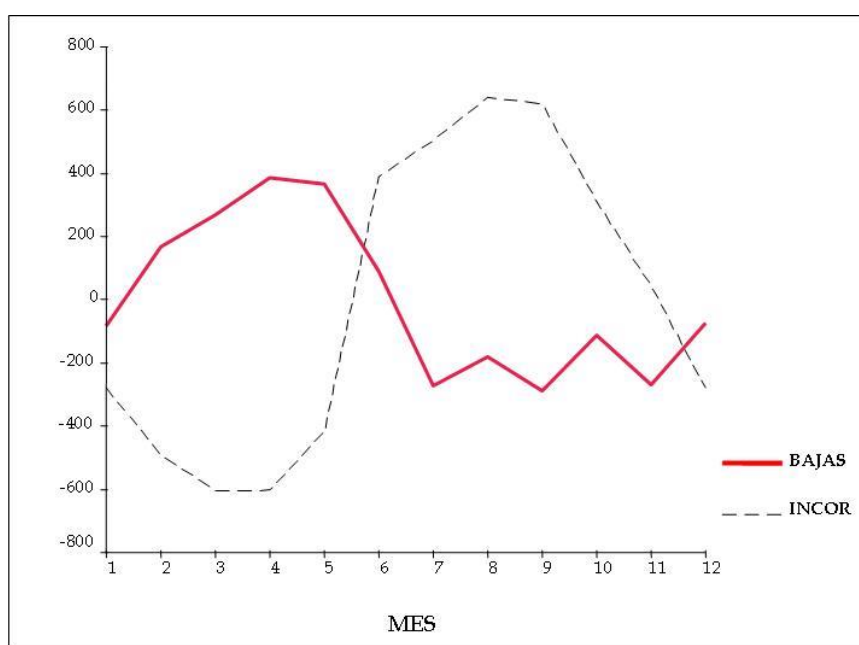


Fig. 3. Índices de estacionalidad para las incorporaciones y las bajas de la reproducción en Camagüey (Bertot, 2007; Santiesteban et al., 2007).

La principal limitante para el desarrollo y proyección en el tiempo de este tipo de sistema de producción la constituye el alto grado de eficiencia reproductiva que han de alcanzar los rebaños. Dichas reservas son fundamentales para ser utilizadas como fuente de energía en un periodo caracterizado por existir altos requerimientos, mientras el consumo voluntario está fuertemente disminuido. Los resultados demuestran la conveniencia de adelantar las pariciones a fines del periodo poco lluvioso.

Tabla 1. Reordenamiento de la estrategia reproductiva hacia partos estacionales.

PARÁMETROS	MESES											
Inseminaciones	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
Diagnóstico de gestación	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nacimientos	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3

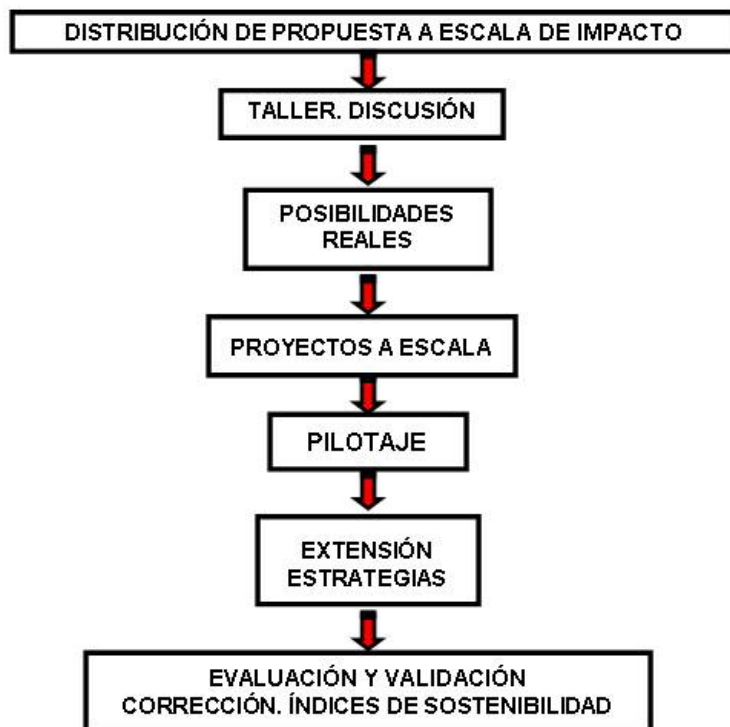


Fig. 4. Secuencia de trabajo para la aplicación de la propuesta de modelos de producción lechera estacional.

Conclusiones

Teniendo en cuenta las posibilidades reales de los sistemas ganaderos de Cuba y Ecuador puede resultar que la concentración de los partos (70-80 %) en el periodo de mayor crecimiento de la hierba incrementa la eficiencia bioeconómica de la producción de leche, con limitada dependencia de insumos externos. Una estrategia reproductiva que determine partos concentrados, permite ordenar el flujo zootécnico de la finca, mejorar la tasa de crecimiento de los reemplazos y concentrar todos los esfuerzos y recursos posibles en una época más favorable del año; ello posibilita elevar la eficiencia en la cadena producción primaria-industria-comercio-consumidor. La implementación del modelo lechero estacional, implica la valoración casuística de los factores productivos que componen el sistema de producción de leche y el monitoreo sistemático de los indicadores de eficiencia.

Reconocimientos

Este trabajo contó con el apoyo financiero inicial del Centro de Estudios para el Desarrollo de la Producción Animal de la Universidad de Camagüey en Cuba

(CEDEPA) como programa de investigación y su trabajo integrado para el análisis económico y productivo de leche con profesores de la ESPAM-MFL de Manabí, Universidad de Cotopaxi y Universidad de Cuenca en Ecuador.

Referencias Bibliográficas

Álvarez, J.L. (2003). Manejo reproductivo. La hembra en desarrollo y la vaca en su vida útil. Taller de Lechería, 1 y 2 de abril de 2003, Sancti Spíritus, Cuba: Sociedad Cubana de Lechería (SOCUL), Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA), 13pp.

Bertot, J. A. (2007). Modelo estructural para mejorar la organización y el control de la reproducción de sistemas vacunos lecheros. Tesis de Doctorado en Ciencias Veterinarias, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba, 112 pp.

Best, B. (2004). La estacionalidad de la producción lechera como una alternativa rentable. Unidad de producción Higiene y calidad de la leche, Dpto de Ciencias Pecuarias, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Concepción, Chile, 14pp. Extraído en enero de 2005, desde <http://www.chillan.udec.cl/leche>.

Bryant, J. (1999). Effects of Different Stocking Rates on Grazing Cows for Milk Production. Ruakura Farmers 28th Conference, New Zealand, 11p.

Capper, J.L., Cady, R.A., Bauman, D.E. (2009). The environmental impact of dairy production: 1944 compared with 2007. *Journal of Animal Science* 87, 2160-2167.

Cederberg, C and Mattsson, B., (2000) Life cycle assessment of milk production a comparison of conventional and organic farming. *Journal of Cleaner Production*, 8, 49-60.

Cederberg, C. and Stadig, M. (2003). System expansion and allocation in life cycle assessment of milk and beef production. *International Journal of Life Cycle Assessment* 8, 350-356.

Clark, H., (2001) Ruminant methane emissions: a review of the methodology used for national inventory estimations. Report for Ministry of Agriculture and Fisheries, Wellington, New Zealand, 1-8pp.

Clayton, D. y Jones, V. (1988). Low Costs of Milk Production from Pastures. Ed. Butterworths, pp. 1-58.

Colman, R. L. y Kaiser, A. G. (1974). Effect of Stocking Rates on Milk Production from Cows Grazing a Tropical Grasslegume Pasture. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb*, 14, 159.

Comerón, B. (2000). Análisis de sistemas lecheros de la cuenca de abasto, sur Argentina Resúmenes del XIV Reunión ALPA, Montevideo, Uruguay. p 8.

De Loyola, C.; Guevara, R. V.; Guevara, G. F.; Curbelo, L. M. & Soto, S. A. (2010). Intensificación simulada de la parición al inicio del período lluvioso con base forrajera mejorada. Eficiencia bioeconómica. *Revista de Producción Animal*. 22 (2):14-20.

De Loyola, C.; Guevara, R. V.; Soto, S. A.; Garay, Magaly & Ramírez, J. A. (2015). Momento óptimo para intensificar la parición a partir de indicadores de la producción láctea de rebaños bovinos comerciales en Camagüey. *Revista de Producción Animal*. 27 (3)14-22.

Del Risco, G. S., Guevara, R., Guevara, G., Curbelo, L. y Soto, S. (2007). Evaluación del comportamiento productivo de vaquerías comerciales en relación con el patrón de pariciones anuales. I. Análisis comparativo de la eficiencia de los patrones. *Revista de Producción Animal*, 19(1)13-19.

Domínguez, A. M.; Morales, Y. & Sánchez, J. A. (2015) Influencia del índice temperatura-humedad sobre la producción de leche por época del año en vacas. *Memorias de V Congreso de Producción Animal Tropical*. Mayabeque, Cuba: Instituto de Ciencia Animal. [CD-ROM].

Flysjö A, Cederberg C, Henriksson M, Ledgard, S. (2011). How does co-product handling affect the carbon footprint of milk? Case study of milk production in New Zealand and Sweden. *Int J Life Cyc Assessm*, 16:420-430.

Forgey, K. (2003). How and Why Improve Milk Production with Seasonal Model Dairy Huds, Indiana. *Farm Bull*. pp. 3-7.

Gallardo, M. (2012) *Factores nutricionales que afectan la producción y composición de la leche*. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, 16pp. <http://www.engormix.com/producir19o26sarticulos538GDL.htm>. [31/07/2011].

García López, R. (2003). Alternativas tropicales de manejo y alimentación para vacas lecheras (pp. 1100), Foro de Ganadería, Tabasco, México, 22pp.

García López, R.; Betancourt, J. A.; Guevara, R.; Fajardo, H. y Évora, J. C. (2005). Época de parto, un asunto de interés para ganadería de leche y carne en el trópico. Artículo presentado en I Congreso Internacional de Producción Animal. III Congreso Internacional sobre mejoramiento animal, Palacio de Las Convenciones, Ciudad de La Habana, Resúmenes, pag 6, Cuba.

Geary, U.; López-Villalobos, N.; Garrick, D. J. & Shalloo, L. (2014). Spring calving versus split calving: effects on farm, processor and industry profitability for the Irish dairy industry. *J. Agr. Sci-Cambridge*. 152 (3):448-463.

Gerber PJ, Steinfeld H, Henderson B, Mottet A, Opio C, Dijkman J, Falcucci A, Tempio G. (2013). Tackling Climate Change Through Livestock. A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 29p.

González, C. (2003). Influencia del patrón de pariciones anuales en el plano nutricional en la producción de leche de novillas y la eficiencia bioeconómica de cooperativas lecheras. Tesis de Maestría en Producción Animal Sostenible. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba, 106pp.

González, Ivette. (2015). Cuba busca el esquivo despegue de la producción lechera. Inter Press Service (IPS).21pp, <http://www.ipsnoticias.net/2015/06/cuba-busca-el-esquivo-despegue-de-la-produccion-lechera/>.

Guevara, G.; Guevara, R.; Figueredo, R.; Spencer, María; Campollo, Clara y Curbelo, L. (2003). Efecto del cambio de tecnologías sobre la producción de leche en una vaquería Comercial. *Rev. Prod. Animal*. Vol 17, No 1: 34-42.

Guevara, R., del Risco, G. S., Guevara, G., Curbelo, L. y Soto, S. (2007). Evaluación del comportamiento productivo de vaquerías comerciales en relación con el patrón de pariciones anuales. II. Estudio de caso. *Revista de Producción Animal*, 19(2), 93-97.

Guevara, R., Guevara, G., Curbelo, L., del Risco, G. S., Soto, S., Estévez, J. A. y

Andújar, O. (2007). Posibilidades de la producción estacional de leche en Cuba en forma sostenible. *Revista de Producción Animal*, Número especial, 19-27. Versión digital. ISSN 0258-6010.

Guevara, R.; Spencer, M.; Soto, S.; Guevara, G.; Curbelo, L.; Loyola, C.; Bertot, J. (2012). Influencia de la estrategia de pariciones anuales en la eficiencia bioeconómica de microvaquerías en una empresa pecuaria. I. Concentración de partos en lluvia y seca. *Rev. prod. anim.*, 24 (1)12-19. Versión digital. ISSN 0258-6010.

Guevara, R.; Guevara, G. y Curbelo, L. (2007). Posibilidad de la producción estacional de leche en Cuba (Conferencia de postgrado). Maestría de Producción Animal Sostenible (Mención Bovino). Centro de Estudios para la Producción Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba, 32pp.

Guevara, R.; Guevara, G.; Curbelo, L.; Del Risco, Sonia; Senra, A.; Soto, S.; García López, R.; Estévez, J.; Andújar, O. (2009). Posibilidades de la producción estacional de leche en Cuba en forma sostenible. Documento presentado en opción al Premio CITMA, Camagüey, Cuba. *Rev. Prod. Anim.*, 22 (2): 87-95.

Guevara, R.; Soto, S.; Curbelo, L.; De Loyola, C.; Guevara, G.; Bertot, J. A. *et al.* (2010). Factores que pueden afectar la eficiencia bioeconómica y ambiental en sistemas estacionales cubanos de producción de leche. *Revista de Producción Animal*. 22 (2):87-95.

Guevara, R.; Spencer, M.; Soto, S.; Guevara, G.; Curbelo, L.; De Loyola, C. *et al.* (2013). Influencia de la estrategia de pariciones anuales en la eficiencia bioeconómica de microvaquerías en una empresa pecuaria. I. Concentración de partos en lluvia y seca. *Revista de Producción Animal*. 24 (1):1-6.

H.A.Aguirre-Villegas. T.H.Passos-Fonseca. D.J.Reinemann. R.Larson. (2017). Got pasture? How grazing intensity affects the environmental impacts of dairy systems , *Journal of Dairy Science*, Vol 99, 1:393-402.

Herrera, R. S. (2015). El Instituto de Ciencia Animal, cincuenta años de experiencia en la evaluación de gramíneas de importancia económica para la ganadería. *Rev. cubana de Cienc. agríc.* 49 (2):221-232.

Herringshaw, A. L. (2007). Evaluation of greenhouse gas emissions from three dairy production systems in Iowa—conventional grazing and combination conventional/grazing Iowa State University, 16pp.

Holmes, C. (2006). Seminario de trabajo sobre el sistema de producción de leche pastoril en Nueva Zelanda. Visita de trabajo a la Universidad de Buenos Aires. Boletín de industria animal, 3-5pp.

IPCC. (2010). Intergovernmental panel on climate change guidelines for national greenhouse gas inventories - Ch. 10: Emissions from livestock and manure management.

Jordán, H.; Reyes, J.; Valdés, G.; Milagros, Milera; Ruíz, R. y Guevara, R. (1995). Mesa redonda sobre los principales resultados de investigaciones en PRV en el país (pp. 12-13), resúmenes del Evento por el XXX aniversario de la muerte de A. Voisin, Instituto de Ciencia Animal, Habana, Cuba.

Kilelu CW, Klerkx L, Leeuwis C. (2013). Untravelling the role of innovation platforms in supporting co-evolution of innovation: contributions and tensions in a smallholder dairy development programme. *Agric Syst*, 118:65-77.

Kristensen, T, , Mogensen, L. , Knudsen, M T. (2011). Effect of production system and farming strategy on greenhouse gas emissions from commercial dairy farms in a life cycle approach. *Livestock Science*, Volume 140, Issues 1–3, September, Pages 136–148.

Lascano, P., Arcos, C., Guevara, R., Guevara, G., Serpa, G., Torres, C. et al. (2017). Diagnóstico de sistemas lecheros de Cotopaxi para su mejoramiento. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, Vol 1, No 1: 17-24.

López Villalobos, N.; Holmes, C. W. y Garrick, D. J. (2000). *The Milk Production System in New Zealand*. Palmerston North, New Zealand: Institute of Veterinary, Animal and Biomedical Sciences, Massey University, 15pp.

Loyola, C. J. (2010). Efectos de la intensificación de la parición y del período de ocurrencia de los partos, al inicio de la época lluviosa, sobre indicadores bioeconómicos de vaquerías comerciales. Tesis de Doctorado en Ciencias Veterinarias, Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte y Loynaz, Camagüey, Cuba, 118pp.

Macoon, B.; Sollenberger, L. E.; Staples, C. R.; Portier, K. M; Fike, J. H. & Moore, J. E. (2011). Grazing management and supplementation effects on forage and dairy cow performance on cool-season pastures in the southeastern United States. *J. Dairy Sci.* 94 (8):3949-3959.

Martínez, J.; Torres, Verena; Jordán, H.; Guevara, G. & Hernández, N. (2015). Clasificación de fincas lecheras pertenecientes a cooperativas de créditos y servicios. *Revista de Producción Animal*. 27 (1): 11-18.

Mc Meekan, C.P. (1963). Stocking Rate in Grazing Animals an Tool for Management on Dairy Farm, NZDS (pp. 8-16).

Mena, M. (2014). Efecto de patrones de concentración de parición en el periodo abril-agosto en la eficiencia bioeconómica en vaquerías comerciales de Ciego de Ávila. Tesis en opción al Título de Máster en Producción Animal Sostenible. Universidad de Camagüey, Cuba, 92pp.

Patton, D., Pierce, K.M., B. Horan. (2016). Effect of stocking rate on milk and pasture productivity and supplementary feed use for spring calving pasture fed dairy systems, *Journal of Dairy Science* Volume 99, Issue 7, July, Pages 5904-5915.

Pérez-Infante, F. (2010). *Ganadería eficiente. Bases fundamentales*. Ed. Nieve C. Cardice, MINAGRI. La Habana, 265 pp.

Santiesteban, D; Bertot, J. A.; Vázquez, R.; De Loyola, C.; Garay, Magaly; de Armas, R. *et al.* (2007). Tendencia y estacionalidad de la presentación de estros en vacas lecheras en Camagüey. *Revista de Producción Animal*. 19 (1):73-77.

Senra, A. (2009). Impacto del manejo del ecosistema del pastizal en la fertilidad natural y sostenibilidad de los suelos. *Rev. AIA*. 13 (2):3-15.

Simón, L. (2005). Impacto bioeconómico y ambiental de la tecnología del silvopastoreo racional. En (L. Simón ed.). *El Silvopastoreo: Un nuevo concepto de pastizal*. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba-Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. p. 203

Soto, S. (2010). Influencia de la distribución y concentración de parición sobre la eficiencia bioeconómica de la producción de leche en vaquerías de la cuenca de Jimagüayú, Camagüey. Tesis de Doctorado en Ciencias Veterinarias, Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba, 112pp.

Soto, S. A.; Guevara, R.; Estévez, J. & Guevara, G. (2008). Análisis del efecto bioeconómico de la inclusión de cultivos de ciclo corto como integración al sistema de producción lechera. *Revista de Producción Animal*. 20 (2):115-123.

Ugarte, J. (1995). Factores no nutricionales que afectan la producción de leche (pp. 110-115), XXX Aniversario del ICA, Seminario Científico Internacional, Octubre 25-27, 1995.

Uña, F.; Soto, S. A. & Yordi, Idania. (2015). Comportamiento estacional de indicadores bio-económicos. *Revista de Producción Animal*. 27 (1): 9-16.

Vargas, J. C.; Benítez, D. G.; Torres, V.; Ríos, S. & Soria, S. (2015). Factores que determinan la eficiencia de la producción de leche en sistemas de doble propósito en la provincia de Pastaza, Ecuador. *Rev. Cubana Cienc. agríc.* 49 (1):17-19.

Vibart, R. E.; Washburn, S. P.; Green, J. T. Jr.; Benson, G. A.; Williams, C. M.; Pacheco, D. & Lopez-Villalobos, N. (2012). Effects of feeding strategy on milk production, reproduction, pasture utilization, and economics of autumn-calving dairy cows in eastern North Carolina. *J. Dairy Sci.* 95 (2):997-1010.

Zehetmeier M, Baudracco J, Hoffmann H, Heißenhuber A. (2012). Does increasing milk yield per cow reduce greenhousegas emissions? A system approach. *Animal*, 6:154-166.

Zotto, R.D., Penasa, M., De Marchi, M., Cassandro, M., López-Villalobos, N., Bittante, G. (2009). Use of crossbreeding with beef bulls in dairy herds: Effect on age, body weight, price, and market value of calves sold at livestock auctions. *Journal of Animal Science* 87, 3053-3059.