

Estrategias para el mejoramiento de la producción bovina en Panamá

Edil E Araúz S., Reinaldo de Armas, Neftalí Aparicio Ruiz, Félix Guerra A., Arturo Y. Fuentes C., Edgar A. Polo, Katherine L. Montes
Universidad de Panamá

Estrategias microclimáticas y medidas de manejo para reducir el estrés calórico, favorecer el bienestar animal y mejorar la producción bovina de leche en Panamá (E. E. Araúz S.)

Introducción

El estrés calórico que se produce en el medio tropical es considerablemente comprometedora para el funcionamiento vital, la conducta y el desarrollo de las funciones relacionadas con la capacidad reproductiva y de producción en el ganado bovino; ya que se alcanza un índice temperatura-humedad para bovinos que oscila entre 76 y 89; correspondiendo a las categorías de estrés calórico ligero y moderado. Sin embargo, el mismo se compromete aún más cuando interviene la radiación solar directa a través del pastoreo con una baja velocidad del viento (Curtis, 1981; Dikmen y Hansen, 2009). En consecuencia, el microclima se torna tenso para el ganado bovino; alterando a corto plazo la circulación, respiración, balance hídrico y mineral, perfil hormonal metabólico, termogénesis (Araúz, 2006, 2006b, 2015; Araúz *et al.*, 2010); la conducta (pastoreo, consumo de alimentos y agua, actividades sociales, el comportamiento reproductivo y la actividad física); mientras que a mediano y largo plazo se afecta

la eficiencia en la utilización de los alimentos al incrementarse los requerimientos nutricionales (Baumgard *et al.*, 2006) y emplear la energía, el agua y los minerales para la termólisis activa (Arauz, 2014), se alteraran los procesos reproductivos, se reduce la producción de leche (Guerra *et al.*, 2008), se compromete el sistema inmunológico y se deteriora la salud en general. De tal manera, que toda la influencia del estrés calórico tiene repercusiones negativas que se traducen en pérdidas económicas considerables vinculadas con las alteraciones fisiológicas y el deterioro de la reproducción, producción y la salud; las cuales son registradas por el productor en menos leche producida y comercializada, aumento en los problemas de fertilidad, menores nacimientos por año y menores ingresos diarios, mensuales y anuales.

En consecuencia, se requieren una serie de estrategias y medidas para reducir y/o evitar el estrés calórico diurno tropical al modificar o impedir que los factores de predisposición (radiación solar, temperatura del aire, disponibilidad de agua y alimentos) incidan en el ganado lechero; manteniendo el entorno del animal más próximo a la termoneutralidad para ofrecer el bienestar, contribuir con la expresión del potencial biológico, genético y funcional (West, 2003; Arauz, 2015) y reducir las pérdidas económicas implícitas (St-Pierre *et al.*, 2003; Guerra *et al.*, 2008); lo cual es esencial para mejorar la producción y productividad en la ganadería lechera tropical.

Estrategias microambientales para reducir el estrés calórico del ganado bovino

Debido a que hay variantes microclimáticas según la altitud y la época anual, las estrategias microambientales requieren de la caracterización del medio físico y de la identificación del grado de alteraciones que se produce en el ganado lechero, especialmente durante el periodo de producción. No obstante, las fincas dedicadas a la producción bovina de leche en el trópico deben adecuar el entorno físico a través de las siguientes medidas para reducir o evitar el estrés calórico y proveer el mayor bienestar posible al ganado lechero:

1. Utilizar cercas vivas con la inserción de árboles o núcleos de árboles (frutales, maderables, mejoradores del suelo, fuentes de proteína y para sombra) con una altitud de 8 a 15 metros y amplitud de base de 6 a 12 metros para mantener la temperatura del aire de 5 a 10 °C por debajo del aire expuesto a la influencia de la luz solar.
2. Procurar el establecimiento de árboles céntricos en los potreros o mangas de pastoreo para garantizar la disponibilidad de un área sombreada, tomando en cuenta el tamaño de los lotes de vacas que accedan a una determinada manga de pastoreo.



Figuras: 1, 2, 3 y 4: Empleo de la sombra natural estratégica para bovinos en el trópico.

Fuente: Arauz, 2006b.

3. Utilizar sombra artificial en las áreas de espera para ordeño, para alimentación y otras como bebederos y sectores para el descanso de los animales; utilizando sarán calibre 70, 80 o 90, de una altura de 3.5 a 4.5 metros, o techos de zinc pintados de blanco a una altura de 6 a 8 metros de altura para una semiestabulación de 2 a 6 horas.



Figuras 5 y 6: Uso del sarán para reducir la radiación solar en el ganado bovino.

4. Procurar disponibilidad de agua a través de bebederos ubicados en los potreros, en los caminos hacia la galera y en la sala de descanso, sala de espera para ordeño y sala de alimentación especial (suplementación) para garantizar el consumo de agua.
5. Proteger los bebederos y las líneas de conducción del agua para evitar que reciban la influencia directa de la radiación solar, ya que ello calienta la tubería y el agua y reduce el consumo de agua propiamente; así como reforestar alrededor de las fuentes de agua viva en la finca.
6. Programar el horario de la suplementación especial, de manera que coincida con las horas de mayor presión calórica y radiación solar directa; es decir, entre las 10 am y 4 pm en la época seca en el trópico, haciendo que mientras las vacas son suplementadas, sean protegidas de la radiación solar directa.
7. Evitar el exceso de animales por área en las salas de alimentación, descanso y espera para el ordeño, partiendo de la base de 8 a 12 m²/animal.
8. Utilizar ventiladores dentro de las galeras para facilitar la pérdida calórica por convección forzada; combinando abanicos que produzcan un desplazamiento de aire a 6.5 millas por hora con el uso de la humidificación de la piel de los animales.

Estrategias de alimentación y soporte nutricional lactacional

En vista de que la época seca representa el mayor estrés calórico y la menor disponibilidad de forraje verde, se deben emplear las siguientes medidas en la alimentación de las vacas en producción para cuidar el entorno nutricional y la salud metabólica con miras a garantizar el entorno interno para la reproducción y producción:

1. Utilizar pasto de corte durante la semiestabulación en las horas de mayor calor.
2. Suministrar ensilaje, heno, melaza, alimento concentrado y otros factores alimentarios en conjunto; cumpliendo con la materia seca (3.0 a 4.0 % pv), carbohidratos estructurales (15 a 17 %), fibra ácido detergente (21 a 19 %), fibra neutro detergente (28 a 25 %), proteína total (12 a 17 %), proteína no degradable (4 a 6.0 %), proteína degradable (7.9 a 10 %), energía neta lactacional (1.43 a 1.72 Mcal/kg) –todos en base seca–; así como el suministro de minerales y vitaminas liposolubles (NRC, 1989, 2001).
3. Agrupar a las vacas por producción, estado lactacional, condición corporal y estado reproductivo, para administrar la dieta cumpliendo con los requerimientos nutricionales ajustados por locomoción, termólisis activa, crecimiento y grasa láctea ponderal.
4. Prevenir el balance energético y proteico negativo simultáneo extremo después del parto, ya que el estrés calórico amplifica los efectos negativos en la producción y reproducción, reduciendo la eficiencia de la vaca en ambas vías.

5. Utilizar levaduras o el cultivo de levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) como aditivo en la dieta, para el mejoramiento de la digestión y absorción de nutrientes; siendo 10 a 12 gramos de procreatin por animal/día o cultivo de levadura (Diamond XVP) 60 a 75 g/ animal/día; mientras que otras opciones deben darse según el fabricante.
6. Incrementar el contenido de potasio en la dieta (1.2 % de la materia seca) para compensar las pérdidas sudorativas, urinarias, fecales y lácteas; sin subestimar el contenido de calcio (0.43 a .65 %), fósforo (0.28 a .49 %), sodio (0.18 %), cloro (0.25 %), magnesio (0.20 a 0.25 %), manganeso (40 ppm), hierro (50 ppm), cobre (10 ppm) y cobalto (0.10 ppm), todos en base seca (NRC, 1989, 2001).

Estrategias reproductivas y nutraceúticás

1. Mantener un programa de detección de celos y el seguimiento reproductivo desde el puerperio hasta la verificación de la preñez, para evitar la amplificación de los intervalos entre partos, el atraso en la reactivación de los ovarios (anestro) y las irregularidades del ciclo estral que amplifica el estrés calórico sobre el estrés nutricional y lactacional.
2. Utilizar la hormona de liberación gonadotrópica (GnRH) en el período postparto (15 a 75 días) en vacas bajo estrés calórico, para estimular la actividad de la pituitaria, incrementar la síntesis de FSH y LH, y normalizar la actividad cíclica de los ovarios.
3. Emplear los factores nutraceúticás minerales (fósforo, selenio, iodo, hierro, cobre, zinc y cobalto), las vitaminas AD₃E y el complejo B como coadyuvantes del control hormonal reproductivo, para normalizar el ciclo estral en la vaca lechera, mejorar la fertilidad postpartal y reducir las pérdidas económicas reproductivas por estrés calórico.
4. Verificar la temperatura rectal de las vacas en celo y, si ésta es superior a los 39.5 °C, proceder a enfriar la vaca mediante baños y convección forzada por dos a tres horas.
5. Utilizar 2.5 ml de GnRH inmediatamente después de la inseminación o el servicio natural, para promover el proceso de la ovulación y con ello la luteinización.
6. Procurar el uso de los protocolos reproductivos para realizar la inseminación a tiempo fijo; suministrando la sombra natural o artificial durante y después de la inseminación artificial, para cuidar la fertilidad y beneficiar el desempeño reproductivo.
7. Utilizar vitamina E y selenio vía inyectable en la época seca, ya que actúan como antioxidantes y protectores del tracto genital, estimulantes del sistema inmunológico, moduladores de las glándulas urogenitales y amortiguadores oxidativos.

Conclusión y recomendación estratégica

El medio tropical oferta las condiciones físicas que determinan el estrés calórico entre ligero a severo para el ganado lechero, especialmente en la época seca, cuyos efectos tienen una influencia negativa sobre la reproducción y capacidad de producción, las cuales se traducen

en pérdidas económicas cuantiosas. Por ende, es necesario implementar las medidas de adecuación microambiental y el manejo para mitigar, reducir o prevenir el estrés calórico en el ganado lechero. Estas medidas son todas factibles y van de la mano con el cuidado del medio ambiente y la bioseguridad animal; al mismo tiempo que incrementan la productividad en la ganadería lechera tropical.

Aplicación de las biotecnologías reproductivas para el mejoramiento genético de la producción bovina en Panamá (R. De Armas)

Introducción

En Panamá se han realizado importantes adquisiciones de semen, embriones y animales para el mejoramiento genético de la ganadería bovina nacional y también se han empleado las biotecnologías reproductivas; sin embargo, los niveles de adopción a nivel de campo han sido bajos. Esta situación es motivada por los altos precios del semen, embriones y animales; así como por los altos costos de las técnicas, falta de personal capacitado y la falta de programas de mejoramiento genético adecuados para la producción de semen y embriones a nivel local (De Armas, 2011). Diferentes instituciones han desarrollado programas de capacitación en transferencia de embriones e inseminación artificial; como la Universidad de Panamá y el Instituto PROMEGA, quienes han formado más de 500 técnicos inseminadores en los últimos años, sin demeritar otras entidades privadas y estatales. Pero aún falta mucho por hacer en la capacitación a nivel de productores y mediante la educación continua de los profesionales.

Las biotecnologías reproductivas se refieren a aquellas que no trabajan a nivel genómico; tales como: sincronización e inducción de la ovulación; inseminación artificial y congelación de semen, y producción de embriones por superovulación o *in vitro*.

Sincronización e inducción de la ovulación. La necesidad de los sistemas de explotación intensivos de implementar la inseminación artificial (IA), ha sido el motor impulsor de las investigaciones desarrolladas para generar las técnicas de sincronización e inducción del celo. Estos tratamientos han permitido el agrupamiento de los partos de acuerdo con la planificación productiva, disminución de costos por mantenimiento de contenedores y aprovechamiento del personal dedicado al celaje; aportándonos ventajas en comparación

con el sistema convencional de IA todo el año, el cual es poco aplicable en grandes explotaciones de ganado de carne y leche (De Armas y Abrego, 2011).

En la actualidad, en Panamá hay muchas explotaciones que utilizan la sincronización estral para la aplicación de los programas de inseminación artificial y transferencia de embriones. En su mayoría, estos trabajos se están desarrollando en fincas lecheras por razones tecnológicas y económicas. Sin duda, el empleo de la inseminación artificial a tiempo fijo, que en un inicio tuvo muchos detractores, hoy es una práctica cotidiana y los trabajos de investigación desarrollados en nuestro país son muy alentadores (Mojica, 2013).

Inseminación Artificial. La técnica de IA ha sido motivo de numerosas investigaciones, las cuales han logrado simplificar y elevar considerablemente sus resultados en la práctica. Una confirmación de esto son las millones de inseminaciones que se realizan anualmente a nivel mundial. En contraste, en Panamá se insemina menos del 5 % de los vientres del rebaño nacional. Esta realidad está influida, en parte, por la poca proyección del sector sobre el empleo y alcance de esta técnica. La baja disponibilidad de estructuras que garanticen el suministro de nitrógeno líquido a un precio cómodo, contenedores e insumos y la falta de sistemas de control y soporte técnico son algunas de las limitantes técnicas y económicas (De Armas, 2015).

Aunque los índices de preñez alcanzados en la IA con semen sexado son más bajos que los que se logran con semen convencional (se disminuye la tasa de preñez por la IA entre un 15 y 20 %) y no se recomienda su uso para la inseminación en vacas. Los trabajos desarrollados en Panamá muestran resultados prometedores (Montilla *et al.*, 2013), que justifican su empleo en las explotaciones lecheras donde los nacimientos de hembras son una limitante para el hato.

También en el tema de congelación de semen de toros del rebaño nacional se han realizado diferentes investigaciones, tales como las desarrolladas en el Centro de Investigaciones en Biotecnologías Agropecuarias (CIBA) de la Universidad de Panamá (De Armas *et al.*, 2011 a y b, 2012 y 2013).

En la actualidad, en nuestro país se ha estado tomando conciencia de la necesidad del empleo de estas técnicas, e instituciones tanto privadas, estatales y profesionales independientes brindan los servicios de congelamiento de semen e inseminación artificial entre las que podemos citar: Centro de Reproducción Genético Ganadero, S. A., en Santiago de Veraguas; Universidad de Panamá en PROMEGA, en la Ciudad Panamá, y el CIBA e IDIAP, en

Chiriquí (Congelación de Semen en el Centros de IA). Mientras que la congelación de semen en fincas en nuestro país es desarrollada por profesionales nacionales y extranjeros.

La mayor limitante no resulta de los costos, sino de la falta de conocimiento y promoción sobre la importancia de esta técnica y la no existencia de programas de evaluación genética a nivel de rebaños. Debemos tener en cuenta que, para poder seleccionar los toros candidatos para la Inseminación artificial, no solamente es importante su valor genético, ya que hay características que a pesar de ser de baja heredabilidad, como son las reproductivas, tienen un efecto importante en el rebaño, por lo que la no existencia de instituciones que realicen pruebas de progenie a nivel nacional (sólo se hacen en muy pocas fincas, por interés personal de los propios productores), lo que no garantiza que se congele el semen de los mejores toros para su disseminación masiva. Por estas razones la educación y difusión de las bondades de esta técnica debe ser asumida por todos los participantes en la cadena de producción pecuaria; además del aporte de otras instituciones (MIDA, IDIAP, universidades).

Transferencia de embriones. En Panamá se ha venido observando un incremento en la aplicación de programas de superovulación durante la última década y, más recientemente, en la producción *in vitro* y transferencia de embriones con más de 500 transferencias de embriones anuales en fincas. A su vez, se han realizado importaciones de embriones congelados de Alemania, Australia, Brasil, Canadá y Estados Unidos. Sin embargo, resulta contrastante que la mayoría de estos trabajos se han practicado en explotaciones de ganado de carne; quedando la ganadería de leche dependiente de la inseminación artificial. La simplificación de la técnica, el incremento en los resultados y la disponibilidad de profesionales entrenados ofrecerían una gran oportunidad a la industria lechera y cárnica en Panamá; la cual deberá, en los próximos años, lograr un incremento en su nivel de rentabilidad, como única respuesta a la globalización del mercado y a los nuevos tratados comerciales con otros países. Es posible que la poca información disponible en publicaciones sobre los resultados obtenidos en el país sea la causa de esta realidad. A pesar de esto, algunos de los trabajos realizados en Panamá (Guerra *et al.*, 2012 y 2013; De Armas, 2012 a y b, 2013 y 2014; Solís *et al.*, 2012) muestran resultados comparables a los alcanzados a nivel internacional en la producción de embriones *in vivo* por superovulación y por superovulación *in vitro*.

Debemos plantear que los más bajos resultados de preñez de los embriones producidos *in vitro* contra los producidos *in vivo* (40 vs 60 %) hacen que el costo por preñez en Panamá esté entre 450.00 y 600.00 B/ contra 300.00 a 400.00 B/. Sin duda, esto debe cambiar en un futuro próximo, equilibrándose ambos costos; no obstante, estas operaciones resultan caras para la mayoría de los productores.

A continuación exponemos ejemplos de ofertas de este tipo de servicio en el país: empresas extranjeras como Born Animal Biotechnology Panamá (Brasil), Gertec Embriones Panamá (Brasil), Profesionales Extranjeros (USA, Colombia y Costa Rica) y también empresas y entidades nacionales entre las que tenemos, Centro de Reproducción Genético Ganadero, S. A., Embryotec, S. A., CIBA (FCA-Universidad de Panamá), IDIAP (MIDA) y profesionales nacionales (Chiriquí, Azuero y Panamá).

Conclusiones y recomendaciones

Se concluye que es necesario incrementar el empleo de las biotecnologías reproductivas como herramienta incuestionable para el mejoramiento genético bovino nacional como vía de incrementar la producción y productividad en el país.

El empleo de todas estas biotecnologías, y mayormente las reproductivas, va a estar condicionado a la posibilidad de contar con la infraestructura necesaria y el personal capacitado para ejecutarlas, pero también al soporte estatal a estas iniciativas tecnológicas.

Recomendamos incrementar los programas de capacitación a los productores para incentivar el uso de las biotecnologías reproductivas, continuar con la capacitación de profesionales y técnicos; así como apoyar y desarrollar investigaciones que permitan incrementar los resultados y abaratar los costos para que las mismas puedan ser más accesibles con un mayor impacto económico a todos los ganaderos. Además, las instituciones del estado (MIDA, IDIAP, Universidad de Panamá y otras) deberán combinar sus recursos y capacidades para apoyar en la docencia, investigación y extensión, para la consolidación y desarrollo de los programas tecnológicos en las áreas estratégicas del país.

Importancia del examen andrológico y la evaluación de toros para potenciar el mejoramiento genético y la fertilidad en las fincas ganaderas en Panamá **(N. A. Ruiz)**

Introducción

El impacto del aumento de la fertilidad y la selección genética adecuada de animales es importante para mejorar la producción en el hato de leche y/o carne. Sin embargo, el mayor be-

neficio es el progreso de la productividad en los rebaños comerciales que dependen de los parámetros genéticos según las características andrológicas del reproductor (toro) seleccionado.

El sistema reproductivo del hato nacional se fundamenta en la monta natural, siendo la fertilidad afectada por diversos factores, tales como: potencial genético de los progenitores (modelo toro-vaca), perfil nutricional durante el ciclo de vida, condiciones medioambientales, salud-enfermedades-parásitos y el manejo del rodeo.

A pesar del conocimiento y las tecnologías emergentes, todavía en Panamá, tal como en otras latitudes, falta el consenso sobre la contribución relativa de los distintos factores vinculados con la fertilidad del macho bovino. Chenoweth (2011) indica la inexistencia de una prueba única que prediga confiablemente la fertilidad del semental.

Antecedentes de la andrología en Panamá

Los primeros reportes de las características andrológicas de bovinos en Panamá incluyen los trabajos pioneros de Degracia *et al.* (1986) de la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Panamá, conjuntamente con el Banco Nacional de Panamá, quienes realizaron muestreos en una gran cantidad de toros en diversas provincias del territorio nacional. Sin embargo, no fue hasta los años 90 que comenzamos a realizar estas pruebas a nivel de fincas de hatos comerciales y en animales de exposición. Con toda esta experiencia y resultados no alentadores –con un 32 % de animales no aptos para la reproducción (n= 1900 sementales evaluados en el país) según la fertilidad en campo– propusimos a las entidades bancarias incluir junto con los exámenes de salud en las solicitudes de crédito, el examen de salud reproductiva (Examen Andrológico) para la compra de sementales, sugerencia que fue acogida varios años después.

Posteriormente surge el programa de mejoramiento ganadero “Un mejor semental” del Ministerio de Desarrollo Agropecuario, iniciando operaciones en el año 1997. Recibió recursos presupuestarios en el año 1998 por la suma de \$3 000 000; del total asignado, el 90 % fue ejecutado en la adquisición de sementales para los productores (*Gaceta oficial digital*, 2012) y hasta la fecha se ha mantenido el programa con presupuesto gubernamental e ininterrumpidamente se han venido entregando los sementales (razas tipo carne y tipo leche) a pequeños productores con fincas de hasta 100 ha. Es con este programa que la selección de toros toma mayor importancia, para hatos comerciales (por sus características fenoraciales, de biotipo y el análisis andrológico), masificándose las evaluaciones de salud reproductiva de los toros,

destacándose la fertilidad como el componente productivo de mayor importancia en la selección funcional para el mejoramiento animal.

En Panamá por ejemplo, se estima que 58.7 % de los 1 721 000 millones de bovinos (*Gaceta oficial digital, 2012*) está compuesto por hembras en edad reproductiva, la mayoría de ellas sometidas a sistema de monta natural, dado que la inseminación artificial de estas hembras se encuentra restringida a menos del 2 %. En consecuencia, las pérdidas en la productividad podrían ser expresivamente minimizadas con el análisis andrológico de los sementales, al eliminar por segregación biológica y técnica a los toros con baja capacidad reproductiva. Al mismo tiempo, se podría potenciar la productividad del rebaño al utilizar toros con superioridad genética cuyas evaluaciones andrológicas garanticen la aditividad genética de los caracteres y características funcionales y económicas ligadas a la fertilidad.

La comprensión de la importancia del examen andrológico para predecir la aptitud reproductiva y la obtención de las características genéticas se fundamenta en los estudios para la búsqueda de nuevos criterios de selección de toros. El conocimiento de los perfiles cualitativos y cuantitativos en la producción seminal y del comportamiento sexual de sementales (libido y capacidad de servicio), dotados de alta fertilidad y genéticamente superiores, es importante en el incremento de la fertilidad general del rebaño.

Una de las características utilizadas para auxiliar la evaluación de reproductores es el formato testicular según Bailey *et al.* (1996), quienes verificaron que toros con la menor circunferencia escrotal (CE) y los testículos más alargados podrían tener mayor volumen y/o peso testicular que otros toros con testículos de formato ovoide o esférico y con producción espermática comparable a aquellos de mayor diámetro. Vale Filho *et al.* (1999) encontraron correlaciones genéticas favorables entre la CE y las características físicas y morfológicas del semen. Viu *et al.* (2006) concluyeron que, además de la CE, el volumen, peso y formato testicular pueden ser parámetros útiles en la selección de reproductores; especialmente sobre las características del semen de los cebuínos. En Panamá, Aparicio (2001) encontró correlación positiva, en la razas cebuínas, de la circunferencia escrotal con el peso y la edad (Cuadro 1). En otro estudio, Aparicio (datos no publicados) también encontró que la CE es un parámetro útil como indicador de la producción espermática (Cuadro 2).

Cuadro 1. Correlación simple de la circunferencia escrotal con el peso y la edad en razas Cebú de 24 a 48 meses de edad.

RAZA	CE * PESO	CE * EDAD
Gir n=73	0.8381	0.7655
Nelore n=47	0.4315	0.5729
Brahman n=250	0.8416	0.8325
Indobrasil n=50	0.8674	0.8013

Cuadro 2. Correlación simple de la producción de semen de toros a diferentes edades con la circunferencia escrotal.

Edad en meses (n=561)	Correlación simple CE * Producción de semen
18 a 24	0.89
30 a 40	0.78
41 a 50	0.70
51 a 70	0.32
Más de 70	0.12

Es importante aclarar, tal como lo indican estos resultados, que la CE es un indicador para la producción de semen, la cual pierde el valor en los toros mayores a cinco años.

Recomendación estratégica

El empleo del examen andrológico se recomienda como una herramienta técnica para contribuir con el crecimiento genético y productivo de los rebaños de carne y leche en Panamá; ya que la misma enfatiza en la prevención de enfermedades reproductivas, identifica los machos con la mayor fertilidad y permite emplear los reproductores con la mayor capacidad genética funcional, aspectos que en conjunto potenciarán la eficiencia total en los sistemas de la producción bovina tropical.

La moringa: experiencias agronómicas y producción de biomasa como banco forrajero y fuente proteica para la alimentación bovina en Panamá

(F. Guerra A.)

Introducción y antecedentes

El Banco Interamericano de Desarrollo (2001) indicó que gran parte del territorio de América Latina se encuentra ubicado en la zona tropical. La mayoría de estos países son muy sufridos en conseguir proteína de bajo costo, ya que la mayoría se encuentran en zonas donde se ha dependido de la soya como fuente proteica para la producción animal; incluyendo mono-gástricos y rumiantes. Esto se debe por la escasa existencia de materiales genéticos en este cultivo, dado por sus requisitos edáficos y climáticos. Sin embargo, dentro del trópico existe una gran gama de especies forrajeras con un alto contenido de proteína, las cuales pueden representar una alternativa más viable económicamente para establecer los bancos forrajeros de proteína, para la alimentación y nutrición de los rumiantes.

En Panamá, actualmente se está estudiando y extendiendo el uso de una especie como fuente de alta nutrición, cuya proteína del follaje es del orden de 29 %, aproximadamente, con una digestibilidad del 73 % y cuyo contenido y calidad de sus aminoácidos es similar a los encontrados en la soya. Esta especie es la *Moringa oleífera* –moringa o Jacinto Blanco, como mejor se le conoce en la región de Azuero, Provincia de los Santos, corregimiento del Manantial (Guerra, 2014). Esta especie se encuentra en nuestro país hace varios años, según Geilfus (1994); sin embargo, no se había divulgado hasta que la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá inició proyectos de investigaciones + desarrollo (I+D) desde el año 2000 en la provincia de Chiriquí.

Investigación de la moringa y experiencias en Panamá

Estas investigaciones han sido principalmente en la línea de adaptación, densidades de árboles para la producción de semilla y ensayos de densidades en cultivo para producción de biomasa (Guerra y Tejedor, 2015); siendo las mismas en el campo de la agronomía y caracterización del cultivo bajo las condiciones edáficas y climáticas del trópico húmedo en Panamá.

En los últimos años esta especie ha sido sembrada en los patios de las casas como alternativa nutricional y medicinal, mientras que en algunas fincas se utiliza para producir forrajes

para la alimentación bovina. La mayoría de las semillas han sido llevadas de las parcelas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, cuyo origen es Florida (USA) y Nicaragua. Además, algunas personas las han traído de la India, Colombia y de otros países.

Para la siembra de árboles productores de semilla y de aceite recomendamos el arco seco del país; ya que el exceso de humedad deteriora la semilla como se ha detectado en provincias de alta precipitación como en Chiriquí. Se ha observado también que en nuestro país florece todo el año, pero en la época de lluvia la floración aborta y no produce frutos o cápsulas. Sin embargo, en cultivo en alta densidad para producir biomasa se desarrolla muy bien en lugares de alta precipitación, siempre y cuando el suelo sea bien drenado.

Sistema de siembra y producción de biomasa

Hemos ensayado el cultivo de alta densidad para producir biomasa en siembra y cosechar manualmente; utilizando un sistema de dos surcos a 60 cm, por calle de 1.00 a 1.20 m, como se observa en la Figura 1; resultando en 44 444 plantas/ha, con espaciamiento entre planta de 25 a 50 cm. Los rendimientos de biomasa en el primer corte a los 60 días después de la siembra ha sido de 9.4 ton/ha de material fresco (1.6 ton/ha de materia seca al 17 % M.S.)



1.20 m 0.60 m 1.20 m

Figura 1. Cultivo de *Moringa oleifera* con población de 44 444 plantas/ha, espaciamiento entre planta de 0.25 m.

Fuente: Almengor et al. (2010).

El otro sistema que se ha ensayado es el de siembra y cosecha mecanizada con 285 714 plantas/ha a un espaciamiento entre surco de 70 cm y de 5 cm entre plantas; con rendimiento de biomasa fresca en el primer corte a los 60 días después de la siembra (dds); de 15.50 ton/ha y de 2.6 ton/ha de materia seca (MS) que representa un 17 %. Además, también hemos ensayado poblaciones de un millón de plantas/ha (1 cm x 1 cm), con calle de 60 cm, de acuerdo con el tipo de tractor con relación al ancho de trocha y de sus mismas ruedas

(Figura 2) con un rendimiento de 29 ton/ha de materia fresca (tallo + hojas), 4.90 ton/ha con 17% de materia seca al primer corte (60 dds); sin embargo, la mortalidad de plantas ha sido de un porcentaje considerable por motivo del tipo de cuchillas utilizado en el corte.

Figura 2. Sistema de siembra y cosecha mecanizada, un millón de plantas/ha, espaciada a 1 x 1cm entre plantas, con calle de 0.60 m.

Fuente: Guerra, Castillo y J. Corella (2008).



0.60 m

La altura de corte puede ser de 10 a 20 cm de la superficie del suelo (Figura 3), cuando se trata de siembra y cosecha mecanizada, pero en el sistema de siembra y cosecha manual puede ser de 10 a 100 cm de altura (ver las siguientes figuras).



Figura 3. Altura de corte 10 a 20 cm de la superficie del suelo.

Fotos: Guerra F. 2014



Figura 4. Cosecha del cultivo en alta densidad de *Moringa oleifera* en la parcela de los terrenos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.

Todos estos sistemas de cultivo de alta población para producir biomasa de moringa para la siembra y cosecha manual o mecanizada requieren buen manejo agronómico con fertilización, que puede ser dado por abonos orgánicos producidos en las mismas fincas.

Plagas y enfermedades

Con relación a plagas y enfermedades, se ha detectado que la arriera del género *Atta* es el enemigo principal, así como el hongo mal de semillero (*Rhizoctonia*) (Figura 5) y el comején (*Himeagea mandibularia*), como se observa en la Figura 6.



Figura 5. *Rhizoctonia* en la base.



Figura 6. Ataque de comején.

Fuente: Guerra y Tejedor (2015).

Conclusiones

La moringa presenta una buena adaptación a las condiciones edáficas y climáticas de Panamá cuando se toma en cuenta que los suelos sean drenados, se evitan áreas con exceso de humedad y si se emplean las medidas agronómicas convencionales para los cultivos forrajeros tropicales.

La producción de biomasa y el contenido de proteína de la moringa indican que ésta es una alternativa para proveer proteína de bajo costo para los rumiantes (bovinos, caprinos y ovinos) en Panamá y otros países tropicales; tal como se ha encontrado en la Universidad Agraria de Nicaragua.

Recomendación

Se recomienda manejar la moringa a través de programas comunitarios con financiamiento del Estado y de la empresa privada, para que se desarrollen proyectos de investigaciones + desarrollo con una extensión estratégica; para mejorar el modelo de alimentación para la producción bovina tropical, disminuyendo así las deficiencias proteicas que afectan el ciclo de vida y la productividad del bovino, a bajos costos en la alimentación y así lograr un aumento en la productividad bovina de carne y leche.

Importancia técnica y administrativa de la planificación de fincas para el mejoramiento integral de la producción bovina y su eficiencia en Panamá

(A. Y. Fuentes C.)

Introducción

El ingreso de Panamá a los Tratados de Libre Comercio, los nuevos retos técnicos, todo aunado a un cambio de época, han generado para el sector agropecuario, y en particular para la industria bovina de carne y leche, la necesidad de una adecuación técnica y administrativa para alcanzar una mayor producción, productividad y eficiencia; lo que implica un mejor manejo de los recursos, capacitación y adopción de tecnologías integrales en ganadería. Panamá, en la actualidad, no abastece la demanda nacional de producción de leche y carne; lo que hace necesario el mejoramiento de los sistemas de producción, a través de la implementación de tecnologías integrales. Para ello, el punto de partida es la planificación de las fincas que permita la adecuación en el número y tamaño de las mangas de acuerdo con las categorías de animales (vacas en producción, vacas secas, vacas prontas, terneras, novillas en crecimiento y novillas servidas); permitiendo un ordenamiento territorial de la finca (Villanueva *et al.*, 2008). Además, es necesario determinar el potencial de la finca en términos de carga animal o unidades ganaderas por hectárea (Ug/ha); siendo necesario evaluar el rendimiento y la calidad bromatológica de los forrajes para determinar el potencial para la producción de leche (10 lt/vaca/día) y producción de carne (600 gr/animal/día) a base de forraje como meta técnica de una finca ganadera; siendo necesario ajustar el sistema de acuerdo con el periodo de descanso óptimo según la época, piso ecológico, especie forrajera y categoría animal. Por otro lado, Panamá tiene una marcada época seca y lluviosa, con una variabilidad de duración según la zona (atlántica y pacífica); es necesario planificar la utilización y conservación de las alternativas forrajeras durante la época seca o periodos críticos para garantizar la productividad anual sostenida de la finca productora de leche y/o de carne.

Aspectos a considerar en la planificación de fincas ganaderas

1. **Área efectiva forrajera.** Se refiere al área de la finca que tiene establecido el pasto mejorado, área para establecer el pasto; es decir, el área que le permita al ganado el pastoreo. Existen áreas que no permiten el pastoreo y que no deben ser consideradas, tales como: caminos, corrales, infraestructura, fuentes de agua, bosques y áreas protegidas.
2. **Sistema de producción ganadero.** Es primordial definir las necesidades tecnológicas y el manejo según los sistemas de alimentación a pastoreo, semi estabulación y estabulación.

3. **Piso ecológico.** Las fincas ubicadas a mayor altura sobre el nivel del mar cuentan con menos horas luz por efecto de la nubosidad y, por ende, las especies forrajeras disminuyen su crecimiento. De esta manera, las fincas ubicadas a más de 600 msnm requieren entre 24 y 30 días de descanso y las fincas ubicadas a menos de 600 msnm requieren un descanso de 21 a 24 días; afectando así el número de cuadras que requiere cada finca según el piso ecológico y geográfico.
4. **Topografía.** En las fincas con topografía quebrada se limita el pastoreo, la carga animal y se incrementa el gasto energético de los animales; por lo que se hace necesario establecer estrategias, al momento de diseñar las mangas, que permitan el máximo aprovechamiento del forraje y a su vez el descanso de los animales.
5. **Humedad.** La época seca prolongada limita la disponibilidad y calidad de los forrajes, siendo importante determinar la duración de la época seca en las fincas y de esta manera planificar las necesidades de alternativas forrajeras para corte y conservación.
6. **Fertilidad de suelo.** Las fincas con suelos fértiles tienen una mayor disponibilidad y calidad de forraje y, por ende, pueden incrementar la carga animal y tener una mayor productividad de carne y leche. Además permiten establecer el programa de fertilización y enmienda de suelo con mayor facilidad.

Importancia y utilidad de la planificación ganadera

1. **Número y tamaño de las mangas.** Con la planificación en una explotación ganadera, se ajustan el tamaño, de acuerdo con las diferentes categorías animales, y el área en cada finca (Delgado *et al.*, 2008).
2. **Potencial de finca.** Permite definir la cantidad máxima de animales, es decir, la carga en cada categoría animal según el sistema de producción y la productividad en kilogramos de carne o leche por hectárea.
3. **Manejo integral.** La planificación permite integrar e implementar las buenas prácticas ganaderas para maximizar la productividad (Villanueva *et al.*, 2008).
4. **Infraestructura y equipo.** Con el potencial de la finca se permitirá definir el tamaño óptimo de infraestructura y los equipos para la finca ganadera.
5. **Plan de inversión y manejo administrativo.** Es necesario en toda finca ganadera establecer un presupuesto de inversión de forma tal que no afecte el flujo de ganancia de la operación ganadera; siendo la planificación una herramienta fundamental en el manejo técnico-administrativo.

Uso de tecnología en la planificación de la finca ganadera

La utilización de GPS y los programas de medición de terreno (Mapsource) han permitido facilitar la medición de las fincas ganaderas y establecer los criterios en la planificación de finca, tal como se muestra en la Figura 1.

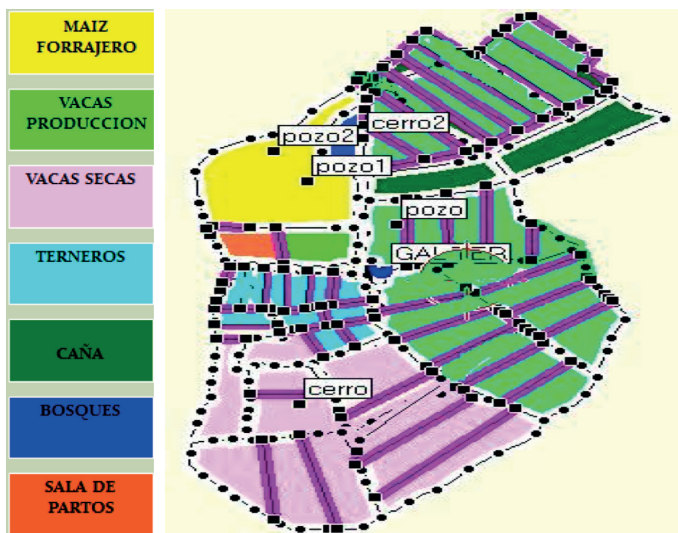


Figura 1. Planificación de fincas ganaderas.

Conclusión

La planificación de una finca ganadera es un proceso que integra las tecnologías que optimizan la productividad, eficiencia y competitividad. Permite definir los objetivos, estrategias y la base fundamental en el plan de desarrollo de un sistema de producción ganadero.

Tecnologías para el manejo de desechos orgánicos y aguas residuales en explotaciones ganaderas en Panamá (A. Y. Fuentes S.)

Introducción

El manejo de desechos orgánicos es un componente necesario en los sistemas de producción de leche o carne, debido a que la acumulación de estiércol contamina el medio ambiente. Sin embargo, permite a los ganaderos obtener un valor agregado a través de la producción de abonos orgánicos y/o energía.

Situación actual del manejo de desechos orgánicos y aguas residuales en las explotaciones ganaderas en Panamá

El manejo de los desechos orgánicos y aguas residuales tiene importancia en las explotaciones ganaderas intensivas (Mellado, 1994), considerando el concepto intensivo como aquellas fincas con mayor nivel de tecnologías implementadas y mayor uso de los recursos, especialmente por el uso de la tierra (Duque y Restrepo, 2006), cuando la carga animal es alta (> 2.5 U.G.) en los sistemas de semiestabulación y estabulación; ya que estas fincas también producen una gran cantidad de estiércol que requiere de los tratamientos respectivos para la producción más limpia.

En un estudio realizado en 22 fincas productoras de leche grado A en Panamá se demostró que el 60 % no contaba con un solo punto de recolección de las aguas residuales en la galera de ordeño. Quedó en evidencia la necesidad de la adecuación de las infraestructuras, debido a que si se tienen varios puntos se dificulta el tratamiento de las aguas residuales, a través de un separador de sólidos, biodigestor, canales de sedimentación o lagunas de oxidación. Dependiendo del declive del terreno donde se ubica la galera, se podrían unificar las aguas residuales en un punto de menor altura con respecto a la galera de ordeño. El área del piso de concreto en la sala de espera tuvo un promedio de 121.3 m², con 32 vacas/galera y un promedio de 3.7 vacas m²; siendo ligeramente inferior a lo establecido de 4.5 m² según lo afirmado por Mellado (2004). El tiempo que las vacas tardaron en el ordeño fue 3.6 horas/día. Se observa que la cantidad de estiércol depende del número de vacas y el tiempo de ordeña o de estancia en la galera, promediando 2.5 libras de estiércol/vaca/hora. El tiempo de lavado de la galera de ordeño fue 1.05 horas, lo que representó un gasto de 634 litros/galera/día y de 19 litros/vaca/día; superior a lo encontrado por Duque y Restrepo (2006) de 12.5 litros/vaca/día.

Descripción de las tecnologías para el manejo de desechos orgánicos en explotaciones ganaderas de Panamá

El estudio para las explotaciones ganaderas demostró que las tecnologías utilizadas para el manejo de las aguas residuales fueron: *manholl*, separador de sólidos y biodigestor. Mientras que las tecnologías utilizadas para el manejo de desechos orgánicos son: tinas de almacenamiento de estiércol para la producción de bocashi y lombricompost. El bocashi y lombricompost representaron un nivel de utilización de 26 y 20 %, respectivamente. Sin embargo, un 46 % de los productores prefiere un sistema completo de manejo de desechos orgánicos (*manholl*, separador de sólido y tina de almacenamiento de estiércol) y un 13 % desea utilizar la tecnología del biodigestor.

La tecnología de producción de abono orgánico tipo bocashi es la más utilizada por su rápida preparación (21 días). El bocashi es un abono orgánico que no contamina y sirve para mejorar la estructura y fertilidad del suelo, al aumentar la biodiversidad microbiana e incorporar microorganismos benéficos para el desarrollo (Botero, 2004).

La lombricultura es una biotecnología que utiliza a una especie domesticada de lombriz –la roja californiana (*Eisenia foetida*)– como herramienta para descomponer el estiércol y obtener humus a los 4-6 meses. La materia orgánica se puede manejar en cajones, canastas plásticas o en hileras (Restrepo, 1996 y 2002).

Las tinas de separación de sólidos constan de 3 compartimientos individuales de concreto con una dimensión de 2 m x 2 m con 80 cm de profundidad. El agua de la última tina se podrá utilizar en las pasturas, ya sea por gravedad o por aspersión, a través de una bomba de agua, bomba de tractor o bomba estiercolera (Navas, 1997). Este sistema es una estructura de cemento conformada por dos a tres tinas con dimensiones de 2 m de ancho por 4 m de largo, 80 cm de altura y un desnivel de 5 % en el piso. Cuenta con una rampa para facilitar el manejo del estiércol y permitir su mezclado con el aserrín. Debe ser volteado cada 2 días, como mínimo, para evitar la pérdida de nitrógeno. La temperatura no debe superar los 60 °C (Mendoza, 1997).

El biodigestor es una alternativa para producir energía y darle valor agregado a los sistemas de producción ganaderos. El biodigestor es un recipiente –plástico, de concreto o bolsa plástica doble de polietileno– donde se deposita materia orgánica producida por los animales (estiércol), el cual se fermenta anaeróbicamente (sin oxígeno), produciendo gas metano (CH₄).

El tiempo de retención de la mezcla estiércol-agua en el biodigestor es 25 a 40 días, y la mezcla debe tener una relación de 4:1 de agua y estiércol. Las ventajas del biodigestor es descontaminar las aguas residuales y producir energía; encontrando que un kilogramo de estiércol produce 0.05 m³ de metano.

Conclusiones

Las explotaciones ganaderas requieren de adecuaciones en su infraestructura para el manejo de desechos orgánicos. Es vital que las aguas se unan en un solo punto.

El estiércol bovino es una materia prima de importancia económica en los sistemas de producción bovina, pues puede ser utilizado para la producción de abonos orgánicos (bocashi, lombricompost y biofermentos) y energía (a través de los biodigestores).

El bocashi es el abono orgánico de mayor interés por los productores de leche de la provincia de Chiriquí.

Una sola tecnología no es suficiente para manipular toda la materia orgánica que libera el ganado bovino en los corrales o salas de ordeño. Son necesarias las combinaciones de tecnologías y el manejo de desechos orgánicos más viable, rentable y eficiente en los sistemas de producción de leche.

Recomendación

El empleo de las tecnologías para el manejo de los desechos y aguas residuales es un componente esencial para que los modelos y sistemas de producción bovina de leche y carne puedan ser desarrollados para cuidar el medio ambiente (suelo, agua y aire); proveer un mayor bienestar a los animales; producir con mayor bioseguridad ambiental; y propiciar el buen uso y la conservación del medio ambiente. Acciones, éstas, que son parte de una producción animal más limpia con alta calidad y bioseguridad.

Utilidad de los sistemas silvopastoriles para la producción bovina en Panamá (E. A. Polo y K. L. Montes)

Introducción

Una de las formas más eficientes de asociaciones de pasturas con árboles son los sistemas silvopastoriles; modalidades de sistemas agroforestales que se caracterizan por integrar en la misma área física pasturas, animales y cultivos arbóreos. El establecimiento de los sistemas silvopastoriles es planeado considerando la posibilidad de hacer la distribución espacial de los árboles, de modo que reduzca la competencia por luz; permitiendo mayor persistencia y eficiencia de los sistemas como un todo. Los principales sistemas silvopastoriles son:

1. **Árboles dispersos en potreros.** Este tipo de sistema silvopastoril es una asociación de arbustos, árboles y palmas con múltiples usos en el espacio de los potreros ganaderos. Esta práctica se puede dar en forma natural por la combinación de árboles y arbustos con las pasturas o como resultado de un proceso de sucesión vegetal, pero también se puede dar por medio de la intervención del hombre a través del manejo selectivo de

bosques que fueron transformados en pasturas, o bien con la introducción de árboles en pasturas ya existentes.

2. **Cercas vivas.** Este tipo de sistema silvopastoril se caracteriza por líneas de árboles y arbustos separados por distancias cortas que sostienen alambres eléctricos, de espina o púa o lisos, que se usan para delimitar potreros o propiedades. Permiten la conectividad de los bosques en el paisaje rural y contribuyen al control de la erosión. Una cerca viva puede estar formada solamente de especies leñosas o de especies leñosas con postes muertos.
3. **Barreras rompevientos en áreas ganaderas.** Similares a las cercas vivas, pero las filas de árboles son dobles o triples, de por lo menos dos alturas o pisos, a veces tres o cuatro, y se disponen en forma perpendicular a la dirección de los vientos. Esta práctica también puede utilizarse en lugares con pendiente menos pronunciada con el objetivo de proteger al forraje del viento que deseca los pastos, o volcar los pastos de corte cuando el viento es muy fuerte.
4. **Silvopastoriles intensivos o de alta densidad arbórea.** Este sistema silvopastoril consiste en un arreglo agroforestal pecuario donde se cultivan arbustos forrajeros en alta densidad (mayor de 7 000 por hectárea) para ramoneo directo del ganado, asociado siempre con pastos mejorados y cantidades variables de árboles maderables, frutales u otros tipos en áreas de 25 a 500 ha.
5. **Bancos mixtos de forraje para corte y acarreo.** Son una modalidad del sistema silvopastoril que se compone por varias especies arbóreas y arbustivas sembradas y manejadas en alta densidad (más de 10 000 por hectárea) para obtener follaje (hojas y ramas verdes) para la alimentación de los animales. Se asocia con pasto de corte, caña forrajera y cultivos similares para corte, acarreo y picado para conservarlos por secado o ensilaje.
6. **Plantaciones maderables y forestales con pastoreo.** Entre las principales ventajas que presenta este sistema silvopastoril está el incremento en los ingresos dada la diversificación de las actividades, mejor uso de los recursos escasos, mejor aprovechamiento de la mano de obra, mayores rendimientos en la plantación debido al reciclaje de nutrientes y mayor estabilización del suelo.

Alteraciones ambientales beneficiando a los animales a pasto

La presencia de árboles en pasturas atenúa la temperatura extrema, disminuye el impacto de las lluvias y vientos promoviendo confort y sirviendo de abrigo para los animales y pasto. El estrés por el calor afecta también la fertilidad del rebaño, reduciendo la tasa de parición en peso al nacer de los terneros.

Influencia de los árboles sobre el crecimiento de las forrajeras

Los árboles promueven la reducción en la luminosidad disponible para las plantas que crecen sobre sus copas, condición que tiende a disminuir la producción de materia seca de la mayoría de las especies, cuando éstas son bien suministradas de agua y nutrientes. El efecto de los árboles sobre el crecimiento de las forrajeras herbáceas varía en función del tipo de pasturas de su manejo y de las condiciones ambientales de ecosistemas considerados.

Efecto del sombreado sobre la calidad del forraje

En las asociaciones de pasturas con árboles, uno de los aspectos de mayor importancia es la calidad del forraje sombreado, por influir directamente en la producción animal. La calidad del forraje es generalmente expresado como el producto del consumo voluntario de forraje y la digestibilidad de los nutrientes consumidos. La composición química es, por lo tanto, otra medida de calidad del forraje. El aumento en los contenidos de N en la parte aérea de las forrajeras sembradas significa también mayores contenidos de proteína bruta en las forrajeras.

Recomendaciones

La incorporación de sistemas silvopastoriles en Panamá permitirá disminuir el costo del establecimiento de las pasturas; alcanzar mayor flexibilidad en la comercialización de los animales; promover la diversificación en el uso de la tierra y generar otros ingresos provenientes de la madera, frutas y otras formas derivadas; así como menor variación en el empleo de la mano de obra a lo largo del año, reducción en los procesos de la erosión, mejoramiento en la fertilidad del suelo y contribución para el medio ambiente.

Referencias

- Almengor, R. et al. 2010. *Biología de medición de la Moringa oleifera Lam cultivada en alta densidad como prospecto para la obtención de proteína en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá*. Tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero Agrónomo con Especialización en Manejo de Cuencas y Ambiente. Rep. de Panamá. BID. 2001. Disponible en http://www.iadb.org/res/publications/pubfiles/pubB-2001_3585.pdf.
- Aparicio, R. 2001. "Importancia de la evaluación de la capacidad reproductiva del toro". *Mundo Ganadero* enero/abril: 48.
- Araúz, E. E. 2006. "Efecto de la sombra artificial sobre el comportamiento de la temperatura rectal, frecuencia respiratoria y cardíaca en vacas lecheras cruzadas (6/8 *Bos taurus* x 2/8 *Bos indicus*) en lactación durante la época seca". Informe de Investigación. Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá.
- Araúz, E. E. 2006b. "El estrés calórico y sus efectos negativos sobre la fisiología, metabolismo. Reproducción y eficiencia de la producción en el ganado bovino de leche". Conferencia, Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.

- Araúz, E. E., A. Fuentes y N. Méndez. 2010. "Alteración diurna de la carga calórica corporal e interrelación de las temperaturas rectal y láctea en vacas cruzadas (6/8 *Bos taurus* 2/8 *Bos indicus*), Pardo Suizo y Holstein bajo estrés calórico diurno durante la época seca en el clima tropical". *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria* 11(11): 1695-7504. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111110/111002.pdf>
- Arauz, E. E. 2014. "Influencia del estrés calórico en la utilización y eficiencia de la energía, el agua y los minerales al realizar la termólisis activa en el ganado bovino lechero". En: *Fisiología de la adaptación en los animales de interés zootécnico*. Departamento de Zootecnia, Programa de Maestría en Reproducción y Mejoramiento Genético, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá. Panamá.
- Arauz, E. E. 2015. "Cinética circadiana de la alteración térmica, cardiorespiratoria y sobrecarga calórica en vacas lecheras cruzadas (6/8 Pardo Suizo x 2/8 *Bos indicus*) según el color del pelaje y la época anual bajo estrés calórico en el trópico húmedo". Informe de Investigación, Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.
- Bailey, T. et al. 1996. "Testicular Shape and Its Relationship to Sperm Production in Mature Holstein Bulls". *Theriogenology* 46: 881-887.
- Baumgard, L. et al. 2006. "Effects of Heat Stress on Nutritional Requirements of Lactating Dairy Cattle Department of Animal Sciences The University of Arizona". *5TH Nutritional Conference*. AZ, EE. UU.
- Botero, R. 2004. "Experiencia en la producción de Bocashi en la estación experimental de la EARTH". Facilitador, Investigador y Consultor en producción animal sostenible. Escuela de Agricultura del Trópico Húmedo. Universidad EARTH.
- Carvalho, M. "Utilização de Sistemas Silvopastoris". *3º Simposio sobre Ecosistema de Pastagens*. Anais. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal. São Paulo, Brasil. FEDEGAN. 2010. *Establecimiento y manejo de bancos mixtos de forrajes*. Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN), Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). Bogotá, Colombia. 40 p.
- Chenoweth, P.J. 2011. selección reproductiva de toros: situación actual y perspectivas. en: *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, Belo Horizonte, 35(2): 133-138, abr/jun.
- Curtis, E. 1981. "Psychometric Approach to Determine Heat Stress in Animal Production". En: *Environmental Management in Agriculture*. USA.
- De Armas, R. 2011. "Biotecnología reproductiva: Situación actual y perspectivas futuras para el mejoramiento de la producción animal". *1er Congreso Científico APPA*. Chiriquí. Rep. de Panamá.
- De Armas, R. 2012. "Resultados preliminares del empleo de la transferencia de embriones en la raza Senepol". *Investigación Agropecuaria*. 1: 31-37.
- De Armas, R. 2013. "Algunos resultados obtenidos en la superovulación y transferencia de embriones bovinos en Panamá". *Investigación Agropecuaria* 1:1-13.
- De Armas, R. 2014. "Ganadería doble propósito, ¿por qué Simmental x Gyr?". *Congreso Científico de la FCA-UP*. Chiriquí. Rep. de Panamá.
- De Armas, R. 2015. "Posibilidades de la biotecnología animal como herramienta para el mejoramiento ganadero y su estado actual en Panamá". *II Congreso Internacional Agropecuario MEDUCA*. Chiriquí, Rep. de Panamá.
- De Armas, R. et al. 2011. "Empleo de biotecnologías de la reproducción en la producción de reproductores". *Investigación Agropecuaria*. 1:152-159.
- De Armas, R. y A. Colmenares. 2011. "Estudio de la dinámica seminal en relación con la época del año". *Investigación Agropecuaria* 1:160-167.

- De Armas, R. y S. Abrego. 2011. "Evaluación de técnicas de inducción y sincronización de los celos en vacas y novillas de cría". *Investigación Agropecuaria* 1:176-184.
- De Armas, R., A. Castellero y N. Aparicio. 2013. "Influencia de la concentración seminal pre congelación, sobre la viabilidad espermática post descongelación en toros de la raza Simbrah (5/8 Simmental x 3/8 Brahman. Engormix". *Rev. Electrón* <http://www.engormix.com> 01/07/2013. Disponible en línea: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/genetica/foros/influencia-concentracion-seminal-pre-t26982/103-p0.htm#200244>.
- De Armas, R., A. Zambrano y G. Sandoya. 2012. "Efecto del retiro del crioprotector en cuatro pasos vs transferencia directa sobre la tasa de preñez con embriones bovinos congelados con *etilenglicol*". *Investigación Agropecuaria* 1: 48-55.
- Delgado, J.y I. Muhammad. 2008. *Aprendiendo a planificar fincas ganaderas*. Grupo GAMMA, CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Dikmen, S. y P. J. Hansen. 2009. "Is the Temperature-Humidity the Best Indicator of Heat Stress in Lactating Dairy Cows in a Subtropical Environment?". *J. Dairy Sci.* 92:109-116.
- Duque, C. y G. Restrepo. 2006. "Diagnóstico de empresas del sector lácteo". En: *Producción más limpia del sector lácteo*. Autoridad Nacional del Ambiente ANAM. Programa nacional ambiental ANAM-PAN-BID.
- FAO. 2000. "Resumen general de América Latina y el Caribe: geografía, clima y población". disponible en http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/lac/indexesp2.stm#.
- Gaceta oficial digital*. 2012. "Manual operativo y administrativo para el programa un mejor semental del ministerio de desarrollo agropecuario (MIDA)", *Gaceta oficial digital*. 31-XII. 86 p.
- Geilfus, F. 1994. *El árbol al servicio del agricultor. Manual de agroforestería para el desarrollo rural*. Anda Caribe, CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Guerra, E. A. et al. 2008. *Entorno micro climático tropical húmedo en la época seca e influencia del estrés calórico sobre el comportamiento fisiológico y la producción de leche en vacas cruzadas ¾ Bos taurus tipo leche x ¼ Bos indicus en el Proyecto Lechero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias*. Tesis de Licenciatura en Producción Animal. Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.
- Guerra R., et al. 2012. "Evaluación de tres protocolos de criopreservación de embriones bovinos obtenidos *in vivo* e *in vitro*". REDVET. *Rev. Electrón. Vet.* 10 (13) <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101012.html>
- Guerra, R., Solis, A., De Armas, R. y García Yasmín. 2013. Validación de la prueba de unión de espermatozoides a zonas pelúcidas *in vitro* para estimar la aptitud fecundante de eyaculados de toros de la raza Holstein. *Investigación Agropecuaria* 1:35-44.
- Guerra, F. y S. Tejedor. 2015. *Árboles para semilla y aceite y cultivos en alta población de Moringa oleífera para alimento y medicina humana y animal*. Boletín informativo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá. Panamá.
- Guerra, F. 2014. "Moringa, planta noble". *Revista Actualidad Agropecuaria* 182(15).
- Guerra, F., R. Castillo y J. Corella. 2007 *Informe técnico del seminario Internacional sobre el uso del aceite de la moringa como biocombustible*. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá, SENACYT.
- Guerra, F., R. Castillo y J. Corella. 2008. "Informe final del proyecto". Asesoría del proceso de extracción de aceite y producción de biodiesel a través del follaje de la *moringa oleífera* lam en el marco del proyecto de biocombustibles de la Universidad de Panamá y la Alianza de Energía y Ambiente con Centro América (AEA).

- Guerra, F., R. Castillo y J. Corella. 2011. *Informe técnico del proyecto de biocombustible*. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá, Alianza de Energía y Ambiente, gobierno Finlandia y Austria.
- Lobo, M. y O. Díaz. 2001. *Agrostología*. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 176 p.
- Mellado, M. 1994. *Producción de leche en los sistemas Intensivos y doble propósito*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista; Saltillo, Coahuila, México.
- Mendoza, A. 1997. *Evaluación de la calidad de abonos fermentados tipo Bokashi elaborados con desechos que se generan en las fincas del trópico húmedo de Costa Rica*. EARTH. Guácimo, Costa Rica. 31 p.
- Mojica, K. 2013. *Evaluación de un tratamiento de sincronización de celo para inseminación a tiempo fijo, en novillas de la raza Brahman*. Tesis para optar por el Título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá, Chiriquí
- Montilla, K., et al. 2013. "El efecto de la GnRH en los índices de concepción en novillas y vacas sometidas a inseminación artificial con semen sexado". *Investigación Agropecuaria* 1:113-120.
- Murqueitio, E. et al. 2009. *Módulos sistemas silvopastoriles*. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV), Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN). Bogotá, Colombia. 97 p.
- Navas, G. y H. Delgado. 1997. *Potencialidad del uso de abonos verdes en el mejoramiento de suelos de los Llanos Orientales*. Boletín Técnico 5. Corpoica Regional 8. Villavicencio.
- NRC. 1989, 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Animal Nutrition Committee, National Academy of Sciences. Washington, EE. UU.
- PNUMA. 2010. *Perspectivas del medio ambiente América Latina y el Caribe*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). GEO ALC 3. ISBN: 978-92-807-2956-6 JN: DEW/1077/PA.
- Restrepo, J. 1996. "Abonos orgánicos fermentados experiencias de agricultores en Centroamérica y Brasil". s.n.t. 189 p.
- Restrepo, J. 2002. *Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca: preguntas directas, respuestas prácticas*. Fundación Juquira, Candiru. Cali, Colombia. 105 p.
- Silva, M. et al. 2012. "Parámetros genéticos de las características andrológicas en la especie bovina". *Arch Med Vet* 44(1): 1-11.
- Solís, A. et al. 2012. "Efecto de sincronización de la onda folicular y de la frecuencia de aspiración de folículos en novillas de la raza Brahman". *REDVET Rev. Electrón. Vet.* 10(13) <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> Disponible en línea: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101012.html>.
- St-Pierre, N. R., B. Cobanov y G. Schnitkey. 2003. "Economic Losses from Heat Stress by US Livestock Industries". *J. Dairy Sci.* 86 (E. Suppl.):E52-E77. American Dairy Science Association.
- Suquilanda, M. 1995. *Fertilización orgánica*. Manual técnico. Quito, Ecuador.
- Vale, V. et al. 1999. "Parâmetros genéticos da classificação andrológica por pontos (CAP), em touros da raça Nelore". *ver. Bras. Reprod. Anim.* 23: 253-255.
- Villanueva, C. et al. 2008. *Planificación agroecológica de fincas ganaderas: la experiencia de la subcuenca Copán, Honduras*. 1º ed. Serie técnica. Informe técnico / CATIE 365. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 36 p.
- Viu, M. et al. 2006. "Desenvolvimento ponderal, biometria testicular e qualidade seminal de touros Nelore (*Bos taurus indicus*) criados extensivamente na região centro-oeste".