



UNIVERSIDAD DE MATANZAS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES
Indio Hatuey

Tesis en Opción al título de Master en Pastos y Forrajes

Efecto del probiótico Sorbifauna[®] en el comportamiento productivo y la salud de hembras bovinas en pastoreo.

Autor:

Ing. Anober Cristóbal Aguilar Hernández

Tutores:

Dr. M. V. Onel López Vigoa, MSc.

Dr. M. V. Mildrey Soca Pérez, Dr. C.

Perico, Matanzas

2018

Quien tenga dos dedos de frente deberá comenzar por reconocer que cualquier éxito en la vida no significa sólo la recompensa por el esfuerzo personal y por las circunstancias.

Estamos en la cúspide de una gran pirámide hecha de lodo, historia, solidaridad y esperanzas.

Ser o no ser capaz de sensibilizarse ante esto es lo que decide el empleo que darás a tus éxitos.

Silvio Rodríguez

(Tomado de Víctor Casaus y Luis Rogelio Nogueras. En: Silvio: que levante la mano la guitarra, 2007).

DEDICATORIA

*A mi Madre y mi Padre, artífices de mi personalidad y valores.
A mi esposa, por su comprensión, por su perseverancia y amor.
A mis hijos, mis únicas razones de ser y servir.*

A mis amigos.

A todos los que creen que un mundo mejor es posible, un mundo donde se respeten y conserven los recursos naturales y sean usados con equidad, donde se enseñen los valores sociales y el hombre sea tratado con igualdad, un mundo con seguridad

alimentaria, salud y amor.

AGRADECIMIENTOS

Quizás por mi personalidad, esto, que debió haber sido lo primero, fue lo último y más difícil que pude hacer. Pocas personas, que se consideren y sientan como personas humildes, podrán, en pocas palabras, agradecer a todos los que les han ayudado. Este es un trabajo de entrega total, donde mente, corazón y alma tienen que estar consagrados. Nadie, por muy capaz que sea, podrá realizarlo por sí solo, por la envergadura que un trabajo científico como este conlleva.

No quisiera abrumar con una larga lista de nombres y razones, pero creo absolutamente necesario mencionar a todos a los que les debo, al menos, mi agradecimiento. Algunos de ellos ya formaban parte de mi agitado andar por la vida, a otros los conocí en el camino. Pero eso carece de importancia, todos me enseñaron que las cosas son más fáciles y que la desesperanza no tiene lugar si todas las puertas se mantienen abiertas, a todos los llevo presentes por igual y espero retribuirles con mi amistad y gratitud eterna.

A Fidel el eterno comandante y a su revolución que me permitió, siendo hijo de una humilde familia, estudiar y prepararme como profesional para contribuir al desarrollo de mi país y de otros países del mundo.

Al *Dr.C. Leonel R. Simón Guelmes*[†], por inculcarme principios tan elementales como la ética profesional, la voluntad de ayudar y hacer el bien, la perseverancia, la exigencia y el rigor en todo lo que se hace, poniendo en todo lo que se hace amor y sacrificio. Gracias amigo que dios te tenga en su gloria.

Al *MSc. Onel López Vigoa*, por su apoyo en tomar las riendas de esta tesis, por su colaboración constante, debates y sugerencias oportunas. Aprendí de usted que la polémica impulsa el trabajo y que es parte imprescindible de un equipo. Gracias por apoyarme, estimarme y hacerme comprender que todo aún no estaba perdido.

Al *Dra.C. Mildrey Soca Pérez*, siempre te tomaré como un ejemplo a seguir, te debo muchas de las cosas que aprendí, en lo profesional y en lo personal, contigo maduré en todos los sentidos, confiaste siempre en mí, de ti aprendí lealtad e incondicionalidad,

que no importan las cosas materiales y que la amistad supera siempre todos los obstáculos.

A mis asesores *MSc. Hector Santana Armas* y el *Dr.C. Jesús M. Iglesias Gómez* por sus contribuciones a esta tesis.

Al *MSC. Juan F. González Nodarse*, puedo exponer millones de razones por las que te estaré eternamente agradecido, todos lo saben. Prefiero sólo decir que te agradezco por ser simplemente un preciado amigo y porque me será imposible encontrar en alguien más tanta incondicionalidad, entrega, sacrificio sin límites y desinterés.

A los profesores de la Maestría de Pastos y Forrajes, por su preparación, entrega y ejemplo personal a todos por siempre estar dispuestos a ayudarnos en lo que fuera necesario e impulsarnos con cariño y apoyo incondicional.

A mis compañeros de trabajo en la Estación Experimental de Pastos y Forraje *Indio Hatuey*, colectivo ejemplo de la ciencia y consagración. Muy especial a los obreros que trabajaron en esta investigación, por su sensibilidad y compromiso.

Por último y por el lugar que ocupan en mi corazón, dejo para el final a mi familia, de la que siempre recibí aliento, comprensión y entrega total, “en las buenas y en las malas”, la que nunca me falló y siempre confió en mí. Para ellos y por ellos, hice, entrego y defiendo este trabajo científico.

A todos mis amigos, que son muchos.

A todos mis compañeros de trabajo

A los que ya no están presentes.

Muchas Gracias

RESUMEN

Con el objetivo de estudiar la influencia del probiótico Sorbifauna® en el comportamiento de indicadores productivos y de salud en hembras bovinas del genotipo Siboney, en pastoreo de gramíneas mejoradas y suplementación con concentrado se evaluaron 40 hembras del genotipo Siboney con $130,2 \pm 2,0$ kg de PV y 19,6 meses de edad. Se midió la composición florística y la disponibilidad del pasto, y se determinaron indicadores de la composición química de los alimentos. En los animales, se estimó el PV, se monitoreó la CC, y se determinó la infestación parasitaria, el hematocrito y la glicemia. Los pastos mejorados ocuparon el 60-70 % del área de pastoreo, y su disponibilidad en el sistema fue superior ($P=0,037$) en el PLL (4100 vs 2200 kg MS/ha/rotación). El pasto tuvo una adecuada composición química en ambos períodos; no obstante, la PB fue superior ($P=0,043$) en el PPLL (12,2 vs 10,9 %). El concentrado y el probiótico Sorbifauna® tuvieron una excelente composición química; mientras que, la del forraje de caña de azúcar fue adecuada. En el PPLL las hembras del tratamiento IV presentaron la mayor ($P<0,05$) ganancia de peso vivo (488,6 g/animal/día); sin embargo, en el PLL fueron similares y estuvieron entre 447,3 y 464,3 g/animal/día. El crecimiento de las hembras durante el período experimental fue estadísticamente similar, pero con diferencias matemáticas en favor de los tratamientos que consumieron el probiótico, con la mejor conversión alimentaria en las hembras del tratamiento II. En todos los tratamientos los animales presentaron baja infestación parasitaria (40-225 hpg), adecuada condición corporal (3,45-3,55), y hematocrito (30,1-32,9 %) y glicemia (62,3-65,3 mmol/L) en el rango fisiológico. La utilización del probiótico Sorbifauna®, en la dieta de hembras bovinas en pastoreo de gramíneas mejoradas y suplementación con concentrado, permitió incrementar en el PPLL la ganancia de peso vivo de los animales del tratamiento IV, pero con la mejor conversión alimentaria en el II. Sin embargo, no afectó el desempeño durante todo el período experimental (431-470 g/animal/día). Además, las hembras mostraron excelentes indicadores de salud clínica y metabólica los cuales no fueron afectados por el uso del probiótico Sorbifauna®.

Palabras claves: Probiótico, indicadores productivos, hembras bovinas, Sorbifauna®

ÍNDICE GENERAL	Páginas
INTRODUCCIÓN	1
I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
I.1. Producción de pastos y forrajes en Cuba y su distribución anual	4
I.1.1. Potencial de producción de los pastos y forrajes	4
I.1.2. Influencia de la época y los factores climáticos en la producción de pastos	4
I.1.2.1. Precipitaciones	5
I.1.2.2. Radiación solar	5
I.1.2.3. Temperatura	6
I.2. Efecto de los factores de manejo en la producción de pastos	7
I.2.1. Fertilización. Frecuencia y altura de corte o pastoreo	7
I.2.2. Carga, tiempo de estancia y presión de pastoreo	10
I.2.3. Sistemas de pastoreo	14
I.2.3.1. Importancia del sistema de manejo en la crianza para hembras en desarrollo	14
I.2.3.2. Alimentación	15
I.3. Importancia de los probióticos en la alimentación animal	19
I.3.1. Mecanismo de acción de los probióticos	20
I.3.2. Funcionamiento de los probióticos	21
I.3.3. Ventajas de utilizar los probióticos	21
I.3.4. Ventajas del empleo de probióticos en rumiantes	24
I.3.5. Prebiótico Sorbifauna®. Su empleo	24
II. MATERIALES Y MÉTODOS	27
II.1. Ubicación del área experimental	27

II.2. Características edafoclimáticas	27
II.3. Descripción de la unidad y su manejo	28
II.4. Mediciones en el pastizal	30
II.5. Mediciones en los animales	32
II.6. Diseño experimental	33
II.7. Análisis estadístico	34
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

ÍNDICE DE TABLAS		Páginas
Tabla II.1.	Caracterización química del suelo.	27
Tabla II.2.	Comportamiento de las variables climáticas por período del año.	28
Tabla II.3.	Características bromatológicas y microbiológicas del probiótico Sorbifauna.	30
Tabla III.1.	Composición florística del pastizal (%) por período del año.	35
Tabla III.2.	Disponibilidad y oferta de materia seca por período del año.	36
Tabla III.3.	Composición química de <i>M. maximus</i> (%) por período del año.	38
Tabla III.4.	Composición química del concentrado, el probiótico Sorbifauna® y el forraje de caña (%) usados en la dieta de los animales.	38
Tabla III.5.	Peso por edad y ganancia promedio de peso vivo de los animales en el periodo poco lluvioso.	40
Tabla III.6.	Balance alimentario retrospectivo para las novillas de los tratamientos I y II en el PPLL.	42
Tabla III.7.	Balance alimentario retrospectivo para las novillas de los tratamientos III y IV en el PPLL.	43
Tabla III.8.	Peso por edad y ganancia promedio de peso vivo de los animales en el período lluvioso.	45
Tabla III.9.	Balance alimentario retrospectivo para las novillas de los tratamientos I y II en el período lluvioso.	46
Tabla III.10.	Balance alimentario retrospectivo para las novillas de los tratamientos III y IV en el período lluvioso.	46
Tabla III.11.	Peso por edad y ganancia promedio de peso vivo de los animales durante el periodo experimental.	49

Tabla III.12.	Consumo de alimentos (kg) por tratamiento durante el período experimental.	51
Tabla III.13.	Consumo y conversión de concentrado en peso vivo durante el periodo experimental.	52
Tabla III.14.	Efecto de la dieta en el CFH, el hematocrito, la glicemia y la condición corporal de las hembras en desarrollo.	53

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción bovina en Cuba se caracterizan, desde hace casi tres décadas, por presentar una mala calidad de la dieta que se les oferta a los animales, principalmente a las hembras en desarrollo. Ello, entre otros aspectos de manejo, condiciona el incremento de la edad y la disminución del peso a la incorporación en las novillas de reemplazo con el consecuente incremento del período improductivo, previo al primer parto, de las vacas y la prolongación del intervalo de generación lo que conlleva a la baja eficiencia productiva, reproductiva y económica de los rebaños lecheros.

Esto se debe a los mismos problemas que afectan a la ganadería tropical la cual desafía serios cuestionamientos debido al modelo vigente de producción en el que la principal fuente de alimento para los rumiantes (Devendra y Leng, 2011) se caracteriza por grandes extensiones de áreas con gramíneas que tienen bajo contenido de proteína bruta y carbohidratos solubles, alta concentración de fibra en detergente neutro, poca digestibilidad aparente y, por tanto, bajo tenor de energía metabolizable (Ku-Vera *et al.*, 2014; Barahona *et al.*, 2014).

Además, uno de los principales retos que enfrenta la industria de la producción animal en los países en desarrollo es mejorar la eficiencia productiva de los sistemas (Hassan *et al.*, 2016), para satisfacer la creciente demanda de productos de origen animal (Simmons, 2014), a la vez que se logra el uso sostenible de los recursos (Hassan *et al.*, 2016).

En tal sentido, los rumiantes poseen una capacidad única, mediante la simbiosis con microorganismos específicos, para usar los componentes de la pared celular de las plantas como fuente de energía y nutrientes y de este modo convertir la biomasa de las plantas en productos de origen animal (leche y carne) idóneos para ser consumidos por los humanos (Chaucheyras-Durand *et al.*, 2015).

Sin embargo, varios factores bióticos y abióticos pueden afectar la eficacia en la colonización y ruptura de la fibra por los microorganismos tales como la composición química y la estructura física del material vegetal (Varga y Kolver, 1997) o la disminución del pH ruminal (Khafipour *et al.*, 2009).

Para solucionar estos problemas se han evaluado algunas estrategias tales como la alimentación directa con cultivos microbianos vivos como vía para incrementar la digestión de la fibra en el rumen, y en varios estudios se han informado sus efectos beneficiosos cuando se alimentó a los animales con dietas ricas en almidón (Ding *et al.*, 2014).

El uso de los probióticos acelera el crecimiento de los microorganismos benéficos en el rumen entre ellos las bacterias anaeróbicas, y las bacterias consumidoras de ácido láctico lo que provoca un aumento en la producción de ácido acético y un incremento en la utilización del ácido láctico a nivel ruminal. Esto contribuye a la estabilización del pH en el rumen, el incremento en la actividad de las bacterias celulolíticas, y la digestión de la FDN lo que posibilita el acrecentamiento de la biomasa microbiana y de la tasa de flujo de proteína microbiana hacia el intestino delgado (Puniya *et al.*, 2015).

Por tanto, los aditivos constituyen una alternativa alimentaria que permite mejorar la eficiencia de la fermentación ruminal y por consiguiente incrementar la tasa de conversión alimenticia, así como optimizar los indicadores productivos de los animales y la sanidad de los rebaños (Frizzo *et al.*, 2011; Ghazanfar *et al.*, 2015).

Durante el período 1996-2005 en la EEPF *Indio Hatuey* se desarrollaron investigaciones dirigidas a evaluar la efectividad del probiótico de la firma francesa Sorbial S.A.S. en diferentes categorías y especies de animales (rumiantes y monogástricos). En Cuba, bajo la licencia de la firma comercial, la Empresa Flora y Fauna adscrita al Ministerio de la Agricultura está fabricando el mismo probiótico con el nombre comercial Sorbifauna®. No obstante, por ser un producto de origen biológico y teniendo en cuenta que las condiciones sanitarias y de elaboración pueden cambiar de un país a otro, las

autoridades cubanas, antes de otorgar la licencia de comercialización, consideraron imprescindible desarrollar estudios con animales, que demuestren que este producto mantiene las características referenciales de la firma de origen. En función de estos antecedentes se presenta esta tesis de investigación, la cual se desarrollará con hembras bovinas en crecimiento, categoría muy importante dentro de la estructura de un rebaño bovino y donde su dieta base la constituye el pastoreo y otros alimentos fibrosos.

HIPÓTESIS

La inclusión del probiótico Sorbifauna® en la dieta de hembras bovinas en desarrollo, en pastoreo de gramíneas mejoradas y suplementación con concentrado, mejora el aprovechamiento del alimento, la ganancia de peso vivo y la salud de los animales.

OBJETIVO GENERAL

Estudiar la influencia del probiótico Sorbifauna® en el comportamiento de indicadores productivos y de salud en hembras bovinas del genotipo Siboney, en pastoreo de gramíneas mejoradas y suplementación con concentrado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar el efecto de la inclusión del probiótico Sorbifauna® en el comportamiento productivo de hembras bovinas del genotipo Siboney, en pastoreo de gramíneas mejoradas y suplementación con concentrado.

Determinar el efecto del probiótico en indicadores de salud clínica y metabólica de los animales.

CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

I.1. Producción de pastos y forrajes en Cuba y su distribución anual

En Cuba, al igual que en otras regiones tropicales, la producción de pastos está influida por las condiciones climáticas existentes y principalmente por la distribución anual de las precipitaciones que, unida a otros factores como la temperatura y la radiación solar, hace que los rendimientos de los pastos no sean estables durante todo el año (Carrilho *et al.*, 2012).

Las principales causas que afectan la producción de pastos y forrajes son el clima (temperatura, radiación solar, precipitación), el suelo (fertilidad, propiedades físicas, humedad), la especie y el manejo, debido a que el crecimiento de las plantas es producto, en primera instancia, del proceso de fotosíntesis que ocurre por la acción de la luz (Giro-Pupo, 2013).

La desigualdad en la distribución anual de las precipitaciones hace que la mayor producción de pasto ocurra en el período lluvioso, que se extiende de mayo a octubre y en el que cae el 80 % de la precipitación promedio anual (1 300 mm) además de presentarse altas temperaturas y radiaciones solares, lo cual favorece el crecimiento de las plantas. En la época de seca, que abarca de noviembre a abril (Caner, 2004), cae aproximadamente el 20 % de las precipitaciones anuales y la producción de pasto se reduce drásticamente.

I.1.1. Potencial de producción de los pastos y forrajes

El potencial de crecimiento y producción de los pastos está en dependencia de la vía metabólica utilizada para llevar a cabo la fotosíntesis, así como de su relación con la respiración. De ahí que la productividad de los pastizales dependa fundamentalmente de la eficiencia de conversión que realicen del CO₂ atmosférico, de los nutrientes, de la humedad de los suelos y la energía solar (del Pozo, 2002).

I.1.2. Influencia de la época y los factores climáticos en la producción de pastos

Los pastos poseen características fisiológicas y morfológicas propias que le brindan adaptación específica para su crecimiento y calidad. Sin embargo, estos experimentan modificaciones morfológicas, en el rendimiento y su calidad cuando ocurren cambios en las condiciones climáticas, donde la temperatura, la radiación solar (cantidad y calidad), las precipitaciones y su distribución son los componentes que más determinan en las condiciones tropicales (del Pozo, 2002).

I.1.2.1. Precipitaciones

El agua cumple una función crucial en la vida de las plantas de ahí que el volumen de agua caída por las precipitaciones y su distribución a través del año ejercen efectos notables en el crecimiento y calidad de los pastos debido a su estrecha relación con los factores bioquímicos y fisiológicos que regulan estos procesos biológicos de gran complejidad en los pastos (del Pozo, 2004 y Hernández, 2013).

El agua es un componente esencial en las células de las plantas; casi todos los procesos metabólicos dependen de su presencia, además se requiere para el mantenimiento de la presión de turgencia, la difusión de solutos en las células y suministra el hidrógeno y oxígeno que están involucrados durante el proceso fotosintético (Taiz y Zeiger, 2010).

La producción de los pastos y forrajes se verá influenciada tanto por el exceso como el déficit de precipitaciones lo que puede provocar estrés en estos cultivos (Álvarez *et al.*, 2013) lo que provoca una modificación en la distribución y producción de biomasa, la tasa de crecimiento y concentración de nutrientes en las plantas (Baruch, 1994).

I.1.2.2. Radiación solar

La radiación solar es un elemento climático que se encuentra estrechamente relacionado con procesos fisiológicos fundamentales vinculados con el crecimiento y los cambios morfológicos que experimentan los pastos y forrajes a través de su desarrollo. La conversión de energía solar en biomasa en los pastos es variable y depende de las vías metabólicas a través de las cuales efectúa la fotosíntesis, por lo que la tasa fotosintética de los pastos es una función de la energía disponible (del Pozo, 2002).

Por otra parte, bajo condiciones de campo las hojas están orientadas en diferentes

direcciones y la intensidad de radiación a las cuales la mayoría de ellas están expuestas son mucho más bajas que cuando están dispuestas en un plano horizontal y parte de la energía que llega es dispersada por la misma vegetación. Esta situación hace que entre especies que posean vías bioquímicas similares para la fotosíntesis presenten diferencias en la actividad fotosintética en su crecimiento y desarrollo, atribuyéndose esto a las diferentes características anatómicas y propiedades ópticas que presentan los follajes en las plantas forrajeras (Sinoquet y Caldwell, 1995).

La duración del período luminoso es otro factor muy relacionado con la intensidad y calidad de la radiación que puede afectar directamente el crecimiento. Los días cortos del período invernal, unido a la baja intensidad de radiación son una de las causas fundamentales de la disminución de la productividad de los pastizales, cuyo comportamiento es variable en dependencia de la especie de pasto (del Pozo, 2004).

Según resultados de del Pozo y Jerez (1999), la radiación solar también ejerce su influencia en otros procesos metabólicos de la planta que inciden en su composición química, ya sea por cambios en la intensidad como en la calidad de la luz. El aumento en la intensidad de la luz, favorece los procesos de síntesis y acumulación de carbohidratos solubles en la planta, mostrando un comportamiento inverso con el resto de los constituyentes solubles y estructurales, siempre que otros factores no sean limitantes. Por su parte (Pezo e Ibrahim, 1999) argumentaron que las variaciones producidas en la calidad de los pastos debido a la radiación están más relacionadas con los cambios anatómicos y morfológicos que por el incremento o disminución de algunos de sus constituyentes químicos.

I.1.2.3. Temperatura

Los procesos bioquímicos y fisiológicos básicos relacionados con la síntesis, transporte y degradación de sustancias en las plantas están influenciados por la temperatura, por el grado de relación que éstas poseen con la cinética de las reacciones bioquímicas y el mantenimiento de la integridad de las membranas (del pozo, 2004).

Cuando este valor óptimo es superado, los pastos utilizan mecanismos estructurales para reducir los efectos de estrés por altas temperaturas, como es el aumento del

contenido de la pared celular, en especial de la lignina, la cual reduce de forma muy marcada la digestibilidad y la calidad de los pastos (Colectivo de autores, 2009).

Baruch y Fisher (1991) informaron que en las gramíneas tropicales, el óptimo fotosintético se encuentra entre los 35-39 °C y en las leguminosas entre los 30 a 35 °C con una alta sensibilidad a las bajas temperaturas, cuyos efectos negativos en el crecimiento ocurren entre los 0 y 15 °C y en algunas especies a los 20 °C, lo cual está dado por la baja conversión de azúcares en los tejidos de las plantas, producto de una disminución en los procesos de biosíntesis y por un déficit energético producido por una reducción en la tasa respiratoria.

Además, se informó por estos autores que cuando las frecuencias de temperaturas por debajo de los 15 °C se incrementan durante el período de crecimiento, los asimilados formados se acumulan gradualmente en los cloroplastos y pueden afectar la tasa de asimilación y translocación de metabolitos y hasta provocar daños físicos en el aparato fotosintético que limitará el crecimiento de los pastizales.

I.2. Efecto de los factores de manejo en la producción de pastos

El adecuado manejo de un pastizal permite lograr, de forma sostenible, su potencial en términos de producción de carne y de leche por hectárea (Torales e Iglesias, 2012). El sistema de explotación y el medioambiente en el que los pastos se desarrollan originan cambios en los componentes y sus estructuras. La cuantía y la naturaleza de estas variaciones pueden provocar la estabilidad o la inestabilidad de dichos componentes, con implicaciones en la productividad y en el deterioro del pastizal (Lamela *et al.*, 2010).

El crecimiento y la calidad de los pastos pueden variar considerablemente de acuerdo con el manejo a que son sometidos, con efectos favorables o no en dependencia de la especie de planta y las condiciones edafoclimáticas donde se desarrollan. Se destacan entre ellos la altura de corte o pastoreo, la carga animal y el tiempo de estancia, entre otros.

I.2.1. Fertilización. Frecuencia y altura de corte o pastoreo

En la utilización de los pastos y forrajes, la fertilización, la altura y el momento de la cosecha constituyen elementos básicos en su manejo, por la influencia que estos ejercen en su comportamiento morfo fisiológico y productivo. Se han realizado varios experimentos donde se estudiaron estos aspectos con el propósito de profundizar en los diferentes mecanismos relacionados con la defoliación y el rebrote, así como en sus respuestas en relación a la acumulación y distribución de los asimilados en los diferentes órganos, con el balance de reservas y velocidad de rebrote (del Pozo, 2004).

Bajo condiciones de corte, (Ramos *et al.*, 1987) en un estudio dinámico del crecimiento de *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst con tres niveles de nitrógeno (0, 200 y 400 kg N/há/año) y tres edades de corte, encontraron que, en la medida que aumentó la edad de corte, la altura y la acumulación de masa seca, aumentaron de forma significativa, recomendándose cortar entre la 5^{ta} y 6^{ta} semanas con dosis de 200 a 400 kg N/ha/año, ya que permitió alcanzar los máximos valores de densidad y rendimiento.

Al evaluarse tres frecuencias de cortes (35, 45 y 55 días) en el rendimiento de *Cynodon dactylon* (L.) coast cross-1, *C. nlemfuensis*, *Digitaria pentzsi* Stent y *Panicum maximum* Jacq. (*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs)

en un suelo oscuro plástico gleyzado en Puerto Rico, Tergar *et al.* (1988) informaron que a los 35 días de edad sólo *C. dactylon* coastcross-1 y *D. pentzsi* expresaron el máximo crecimiento con valores de hasta 62,0 Kg MS/ha/día, mientras que el resto lo hicieron a los 45 días con 63; 64,5 y 47,6 Kg MS/ha/día para *C. nlemfuensis*, *P. maximum* y *Cynodon plectostachyus* (K.Schum.) Pilg, respectivamente.

En estudios posteriores, Escobedo *et al.* (1992) encontraron que en *P. maximum* la acumulación de masa seca total y sus componentes estructurales variaron significativamente con la edad de rebrote, señalando como momento óptimo para su utilización entre 5 y 6 semanas de rebrote en lluvia y seca, respectivamente. En especies del género *Pennisetum*, Martínez (1995) informó que éstas manifiestan un crecimiento rápido desde edades muy tempranas, alcanzando su máxima velocidad a las 4 semanas y su rendimiento máximo a las 20 semanas, con valores de 23,0 a 30 t MS/ha, dependiendo de la variedad. El comportamiento de la tasa de crecimiento y el máximo rendimiento para diferentes especies tropicales bajo riego y fertilización en dos tipos de

suelo en nuestro país, cuyos resultados demuestran que cada especie presenta un comportamiento particular en su dinámica de crecimiento con respuestas variables según el tipo de suelo y condiciones de manejo.

En condiciones de pastoreo la dinámica de crecimiento no sólo depende de las variaciones del clima y el suministro de nutrientes, sino de la acción de los animales en el pastoreo, cuyas interacciones son numerosas y complejas, con respuestas morfológicas y fisiológicas variables, en dependencia del hábito de crecimiento, mecanismos de propagación y persistencia, y del sistema de manejo empleado en su explotación.

En sistemas rotacionales, Blanco (1995), en el estudio del crecimiento de *P. maximum* y *Andropogon gayanus* Kunth, encontró respuestas similares en la acumulación de masa seca según la edad de rebrote, pero con diferencias en su cinética de crecimiento, así como en las relaciones con sus componentes morfológicos. El porcentaje de hojas, y el perímetro y diámetro de las macollas fueron las variables que más se correlacionaron. En *C. nlemfuensis*, manejado bajo alta intensidad de pastoreo, del Pozo (1998) informó un aumento en la masa seca total y el de sus componentes morfológicos con el aumento de la edad y a partir de los ajustes encontrados en los cambios de masa seca total, señaló que la máxima velocidad de crecimiento se registró en la 3 y 4 semanas, con valores de 0,599 y 0,243 t MS/ha/semana en lluvia y seca, respectivamente. El aumento de la edad de rebrote provoca cambios significativos en los componentes solubles, estructurales y la digestibilidad de los pastos, lo cual hace que su valor nutritivo disminuya con el avance de la edad, cuya tasa de reducción es mayor en las gramíneas que en las leguminosas.

En condiciones de pastoreo estos cambios en el tiempo se producen de forma diferente, estando relacionado directamente con la cantidad y composición estructural del material residual después del pastoreo y a través del período de crecimiento. Independientemente de que los tallos jóvenes contienen altas concentraciones de fracciones solubles y su digestibilidad puede ser igual o superior a las hojas, la calidad se reduce más rápidamente con el aumento de la madurez de la planta (del Pozo, 2002). Sin embargo, su utilización a edades tempranas también provoca efectos negativos no sólo por la baja concentración de materia seca y nutrientes, sino por poseer un contenido

de reservas en las partes bajas de los tallos y raíces de la planta que no le permite un adecuado rebrote y crecimiento vigoroso después del corte o el pastoreo.

Teniendo en cuenta los aspectos antes discutidos, es importante buscar un adecuado balance entre el rendimiento, la composición química y el contenido de reservas en las partes bajas y subterráneas de los pastos, que permitan una máxima persistencia y utilización. La altura de corte o pastoreo es un elemento determinante en la dinámica de crecimiento de los pastos, por su estrecha relación con la remoción de los puntos de crecimiento que ocurren durante la cosecha y el balance de carbohidratos de reservas.

Cuando el corte o pastoreo se efectúa a bajas alturas, el crecimiento vegetativo se afecta severamente en la primera fase o etapa de crecimiento, debido a que la planta no dispone de un área foliar remanente capaz de efectuar una fotosíntesis activa que le permita una adecuada conversión de energía lumínica en biomasa, dependiendo el crecimiento en esta etapa de las reservas orgánicas de la planta (del Pozo *et al.*, 2004).

En un estudio efectuado por Paez *et al.* (1995), donde evaluaron diferentes frecuencias (15, 30, 45 y 60 días) y alturas de cortes (20, 40 y 60 cm) en el crecimiento y distribución de la biomasa aérea de *P. maximum*, se señaló que las alturas de 40 y 60 cm proporcionaron una mayor fracción residual de hojas y por ende un área fotosintéticamente activa y una menor movilización de foto asimilados desde las raíces.

En tal sentido, del Pozo (1998) señaló que éstas pueden ser cosechadas a bajas alturas y de forma frecuente, sin que se afecte la dinámica de crecimiento, la productividad y la persistencia de la planta. Ello se debe a las características que presenta su sistema asimilativo y a la mayor cantidad de puntos de crecimiento no afectados por el corte o por los animales durante el pastoreo. Algunos autores discrepan sobre la aplicabilidad del índice de área foliar (IAF) como indicador de la capacidad de rebrote en especies donde se hace menos crítico para el crecimiento inicial, debido a que gran parte de las reservas orgánicas pueden ser utilizadas para el mantenimiento de estas estructuras y, de esta forma, los asimilados disponibles para la formación de los nuevos tejidos son afectados por un período de tiempo más prolongado.

I.2.2. Carga, tiempo de estancia y presión de pastoreo

La carga es el elemento más importante en el manejo y está directamente relacionada con la especie de pasto, su cobertura, la disponibilidad de MS, la fertilización, el manejo de la rotación y los requerimientos de MS de los animales. La mejor respuesta a la intensificación de la carga en pastoreo, con riego y fertilización, la presenta *C. nlemfuensis*, con más de 5 vacas/ha (Milera *et al.*, 2014). La presión de pastoreo es la mejor forma de expresión de la carga, ya que relaciona la disponibilidad de MS con las necesidades del animal en un área determinada. Esta no se debe manejar con una oferta menor de 30 kg de MS/vaca/día, puesto que a partir de dichas cantidades se puede cubrir hasta el 80 % de los requerimientos de MS para animales de mediano potencial.

Las investigaciones sobre los pastos y forrajes como principal alimento del ganado, en sistemas intensivos con gramíneas mejoradas en monocultivo, se han realizado para conocer la potencialidad de las especies. Los resultados obtenidos en el potencial de producción de las especies pratenses y forrajeras (Pereira *et al.*, 1990; Lamela, 1991), la respuesta de los pastos a la carga animal en pastoreo (Jeréz, 1983), la presión de pastoreo (Milera *et al.*, 1987; Hernández *et al.*, 1990; Hernández *et al.*, 1994; Pereira y Lamela, 1995), la disponibilidad y calidad de las especies empleadas, el número de cuartones/ tiempos de ocupación y de reposo (Hernández *et al.*, 1985; Milera *et al.*, 1987), la segregación de áreas en pastoreo para la conservación de alimentos, el manejo de grupos de animales cumpliéndose las leyes del pastoreo racional (Voisin, 2010), la persistencia de las especies pratenses y forrajeras en pastoreo, así como el manejo del banco de proteína de leguminosas herbáceas (Pereiro, 1985) fueron estudiados cuando el riego y la fertilización se priorizaban en el cultivo de los pastos y forrajes.

En los sistemas de producción basados en pastos, la carga animal es la variable más importante en el manejo que determina la productividad por animal y por área (Jones y Sandland, 1974). Su efecto fundamental es a través de los cambios que se producen en la disponibilidad y el consumo de los pastos con influencias marcadas en la estructura y composición química de la planta, lo cual repercute directamente en su fisiología (del Pozo, 2002).

En los trabajos donde se estudió la influencia de estos factores en el crecimiento y productividad de los pastizales, comúnmente el término que se utiliza es intensidad de pastoreo, referido como la cantidad de material residual después del pastoreo, nivel de oferta de pasto y la cantidad de animales que pastan simultáneamente durante una ocupación. Ello obedece a la relación que éstas poseen con el grado de intensidad con que son defoliados los pastizales y la capacidad de rebrote de los pastos. No obstante, es oportuno señalar que el término intensidad de pastoreo (UGM/ha/día) no indica una relación entre el pasto y el animal como lo hace la presión de pastoreo, la cual nos expresa la cantidad de masa seca disponible de pasto por cada 100 Kg de peso vivo por día.

El aumento en la intensidad de pastoreo reduce el área foliar residual y, por ende, el crecimiento del pastizal, a través de una menor tasa de crecimiento y una mayor necesidad en la movilización de las reservas, situación que varía en dependencia de la especie de planta y el grado de intensidad con que son defoliados. Fales *et al.* (1995) encontraron en *Dactylis glomerata* (L.) y *Poa pratensis* (L.) manejados bajo un sistema rotacional con tres intensidades de pastoreo (35; 49 y 53 vacas/ha/día) un efecto positivo en la tasa de crecimiento y acumulación de masa seca neta y en la calidad, asociado esto último a una reducción en la cantidad de material senescente y área rechazada por los animales en el pastoreo, cuando se aumenta la intensidad de pastoreo.

En especies tropicales, Turner y Seastedt (1993) hallaron similares respuestas y destacaron el papel negativo que desempeña una alta frecuencia de pastoreo cuando los niveles de intensidad son altos, principalmente en la acumulación de las reservas y en la biomasa aérea de las plantas. Por otra parte, informaron la capacidad que poseen estas especies para compensar los efectos de la alta intensidad de pastoreo y señalaron el aumento de la tasa de expansión foliar, índice de área foliar y asimilación neta como respuesta a la alta intensidad de defoliación; situación similar encontraron Chacón-Moreno *et al.* (1995) en *P. maximun*.

En *C. nlenfuensis* del Pozo (1998), encontró que la dinámica de utilización de las reservas de carbono y su capacidad fotosintética en la planta varió en dependencia del grado de intensidad de pastoreo con que fue manejado el pastizal. Lemarie y Chapman (1996) argumentaron que para que ocurra un balance positivo en la asimilación del

carbono debe estar reestablecida la capacidad fotosintética del pastizal en sus hojas remanentes y en crecimiento después del pastoreo, así como la presencia de zonas meristemáticas activas que le permitan a la planta la formación de un nuevo sistema foliar.

González y Yanes (1995) en *C. nlemfuensis*, informaron que los efectos más marcados de la intensidad de pastoreo en el rendimiento de la biomasa ocurrieron cuando las condiciones climáticas fueron favorables para el crecimiento del pastizal, registrando los mayores contenidos de nutrientes cuando los niveles de intensidad fueron altos con valores de proteína bruta y digestibilidad de la materia orgánica en sus hojas y tallos de hasta 14,1; 8,0 y 47,4; 40,4 %, respectivamente.

En Cuba, Reyes *et al.* (1995) informaron similar comportamiento en esta misma especie en las variables de rendimiento de biomasa y en su estructura morfológica, al aumentar la intensidad de pastoreo desde 150 hasta 450 UGM/ha/día. Por su parte, del Pozo *et al.* (1997) encontraron un efecto favorable en el desarrollo morfológico y composición química en sus hojas y tallos bajo semejantes condiciones experimentales y argumentaron la necesidad de manejar la intensidad de pastoreo y la edad de rebrote como un sistema debido a las interacciones encontradas entre ambos efectos para cada indicador estudiado.

Esto último esclarece, en parte, los resultados contradictorios informados en la literatura sobre el efecto de la intensidad de pastoreo en el comportamiento productivo de los pastizales, ya que en su gran mayoría parten de diseños experimentales donde no consideran el estado fisiológico de la planta como un efecto.

Por otra parte, debemos señalar que las respuestas productivas en los pastizales por el aumento de la intensidad de pastoreo no son proporcionales con el nivel de oferta a los animales, de ahí que dicha técnica deba manejarse de forma tal que no comprometa el equilibrio suelo-planta-animal en los sistemas y, de esta forma, aprovechar las mejoras que ella produce en los indicadores morfofisiológicos y de calidad en los pastizales, independientemente de las que ofrecen a los suelos por el aporte de orina y excreta.

Con respecto al tiempo de estancia y ocupación la información, es más limitada y la

existente está relacionada con su efecto en la producción animal, cuyos resultados principales aparecen en los experimentos en producción de leche, fundamentalmente en estudios de sistemas de pastoreo.

I.2.3. Sistemas de pastoreo

Con el transcurrir del tiempo, los resultados de las investigaciones y las experiencias alcanzadas en el sector agropecuario han originado la propuesta de un considerable número de sistemas de manejo de los pastoreos, pero todos tienen en cuenta las características, condiciones y los objetivos propios de cada lugar y productor, por lo que resulta necesario utilizar estrategias tecnológicas, como la asociación de gramíneas con plantas arbóreas, que permitan disminuir el efecto de la estacionalidad en la distribución de las lluvias sobre la disponibilidad de los pastos, incrementar la productividad de los suelos y conservar el medio ambiente (López *et al.*, 2010).

El sistema de pastoreo siempre se ha considerado como una herramienta importante de manejo, mediante la cual se ejerce control sobre la utilización que el animal hace de la pastura. Las formas básicas de manejo son: Pastoreo continuo, pastoreo alternado, pastoreo rotacional y pastoreo cero o estabulado (Serrano, 2015).

I.2.3.1. Importancia del sistema de manejo en la crianza para hembras en desarrollo

Los requerimientos nutritivos de esta etapa se pueden suplir con pastos de buena calidad, teniendo presente en primer lugar que el manejo y la alimentación en las novillas es para obtener animales sanos aptos para la reproducción y que sean capaces de producir terneros saludables. En el manejo para todas las etapas de desarrollo de la hembra es necesario tener en cuenta aspectos en su explotación como la carga, el número y tamaño de los cuartones, la disponibilidad de los pastos y el aprovechamiento que hagan los animales (Vega, 2012).

En todo sistema basado en pastos hay que tener en cuenta que el rendimiento de materia seca de la hierba es muy variable y está sujeta a las condiciones climáticas; por tanto, es necesaria la alimentación adicional de los animales que pastorean cuando la disponibilidad no es suficiente para cubrir las necesidades de alimentos, considerando las relaciones mutuas entre el pasto y el animal para poder comparar los distintos

sistemas de manejo (Iglesias, 2003). Esta crianza presenta complejidades que es preciso conocer por los diversos cambios a que está sometido el animal a causa del ambiente físico y otras variaciones introducidas por el hombre.

En Cuba, la edad de incorporación de novillas *Holstein* y sus cruces, en condiciones de producción, varía normalmente entre 27-28 meses y hasta 30 muy por encima de lo deseado (19-20 meses, Mejías, 2008) y con un peso vivo entre 270 y 280 kg cuando como mínimo debía ser de 300 kg (Álvarez, 2004) para lograr que la mayoría de las hembras bajo plan de inseminación tengan el peso más adecuado en el momento de la gestación.

El desarrollo corporal de las novillas en el momento de incorporarse a la reproducción es básico, si se desea tener un buen comportamiento reproductivo. Este desarrollo corporal debe estar acompañado de la edad adecuada con el objetivo de obtener mayor productividad por vaca durante su vida útil. Es por esta razón que el peso y la edad en el momento de la incorporación son dos aspectos importantes que se deben mejorar y que se logre un consumo de materia seca de más de 3 % de peso vivo para cubrir sus necesidades, el cual depende de varios factores entre los que se encuentran la edad del pasto, contenido de MS, digestibilidad y el porcentaje de hojas del pasto ofrecido (Mejías, 2008).

I.2.3.2. Alimentación

Las hembras bovinas en crecimiento se subalimentan y son víctimas de un mal manejo zootécnico en casi toda el área tropical. Es común que estas pasten en áreas de mala calidad y reciben una pobre suplementación y en ocasiones ninguna. Esto provoca que, con el tiempo, la deficiente alimentación o la escasez de nutrientes afecte los rendimientos reproductivos, de tal forma que incluso suplementando posteriormente con dietas de alto valor nutritivo es imposible restablecer los rendimientos, aunque el animal posea un peso vivo lo suficientemente grande para su actividad reproductiva (Perón, 1984).

Entre los sistemas utilizados para la crianza de hembras de reemplazo, después de la década del 90 en Cuba, están las alternativas con la utilización de los recursos naturales,

entre los que se encuentran las leguminosas rastreras y arbustivas. Franco y Vargas (1998) corroboran la importancia de las leguminosas en la alimentación de las hembras en la etapa de terneras y hasta el destete. La inclusión de forraje de leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit) a razón de 0,8-1 kg en base fresca/animal/día, junto al forraje de king Grass (*Pennisetum purpureum* cv. king grass) permitió reducir la edad al destete de 6 a 4 meses, con ahorro de 90 L de leche por ternero y se elevó la ganancia media por ternera de 300 a más de 450 g diarios. Estos autores predicen que si estas ganancias se mantienen en la fase posdestete se podría reducir la edad de incorporación a la reproducción de 27 a 18,5 meses de edad.

Escobar *et al.* (1995), demostraron que las leguminosas arbustivas pueden realizar un importante aporte de nutrientes en esta fase para compensar su déficit en los forrajes tropicales y favorecer un mejor comportamiento del peso vivo. En experimentos donde el pasto estrella era el alimento base, el peso vivo de los animales mejoró con la suplementación de *Gliricidia sepium* (Jacq) Kunth (426 g/animal/día contra solo 194 g en animales sin suplementar) y las respuestas fueron mayores en los animales con peso de 100 a 115 kg, relacionado a mayores requerimientos de nitrógeno en esta fase del crecimiento posdestete.

Ruiz *et al.* (1990), recomendaron la cría de hembras en desarrollo mediante el empleo de los bancos de proteína con acceso libre o limitado de los animales y suplementación con concentrados en la época poco lluviosa. Con estos sistemas, los animales se incorporaron a la reproducción a los 19 meses con 324 kg de peso vivo, ganancia acumulada de 634 g/animal/día y peso final de 386 kg. También sugieren, si el sistema es en condiciones de secano con bajas dosis de fertilizante nitrogenado, ofrecer alimentos voluminosos durante el período poco lluvioso. Si se desean animales con alto desarrollo (más de 600 g/día de ganancia de peso vivo) se suplirá desde 1 hasta 2 kg de concentrado, lo que representa ahorro de 450 kg de concentrado por hembra. Según estos autores, para obtener 500 g diarios de ganancia no es necesaria la suplementación.

Cuando fue empleado un sistema de banco de proteína con *L. leucocephala* (2 300 plantas/ha) y *A. gayanus* como pasto base por tres ciclos de hembras de reemplazo

(Hernández *et al.*, 1987) obtuvieron 25 meses de edad promedio a la incorporación, con pesos mayores que 275 kg. Anteriormente, la crianza de estas hembras *Cebú* en pastos naturales resultaba muy dilatada, con edades a la incorporación superiores a los 30 meses y muy bajas ganancias de peso vivo en la época poca lluviosa.

Por su parte, Lazo *et al.* (1994) desarrollaron tres ciclos de cría de hembras de reemplazo para identificar variedades de leucaena para pastoreo y obtuvieron ganancias diarias promedio de 426 g/animal, sin presentación de cuadros tóxicos. En este experimento los animales comenzaron a pastar la leucaena a los 5 meses de sembrada, cuando la altura de las plantas osciló entre 140 y 176 cm.

Al estudiarse las posibilidades del algarrobo de olor (*Albizia lebbbeck* Benth.) asociado a pastos naturales para la cría de hembras mestizas 5/8 Holstein x 3/8 *Cebú* (Simón *et al.*, 1995) encontraron diferencias ($P < 0,01$) en las ganancias diarias de PV a favor del sistema con albizia en comparación con los animales que pastorearon solo pasto natural en los dos períodos evaluados (415 vs 371 y 337 vs 160 g/animal/día), respectivamente donde la disponibilidad de MS y de PB en el tratamiento de albizia resultó determinante en el PV final (335 vs 308 kg) y en la ganancia acumulada (397 vs 296 g).

Iglesias (2003) señaló que el peso vivo promedio entre los animales que pastaron una asociación de leucaena con guinea likoni y el sistema de banco de proteína difirieron estadísticamente al finalizar las evaluaciones y fueron superiores en 18,1 kg en el tratamiento de la asociación.

En la mayoría de los trabajos experimentales realizados en las condiciones de Cuba, las ganancias de las hembras en desarrollo en pastoreo se encuentran en el rango de moderadas (entre 350 y 600 g/animal/día), con los mayores valores cuando se usan pastos altamente fertilizados y se suple en la época poca lluviosa con diferentes fuentes energético-proteicas. El uso de sistemas con leguminosas, tanto rastreras como arbustivas, propició el ahorro de los suplementos y fertilizantes nitrogenados, lo que los convierte en sistemas más viables desde el punto de vista económico y sustentable (Vega, 2012).

Cuando tenemos hembras de bajo peso vivo y nos interesa que comience a funcionar el

sistema reproductivo se recomienda ofrecer una dieta de alta calidad (Fricke, 2005) capaz de aportar todos los elementos necesarios para cubrir los requerimientos. Si estos animales son gestados y paren con bajo peso, necesitan mucho más tiempo para reiniciar la actividad sexual, aunque se les haya ofrecido un alimento de muy buena calidad una vez paridas (Anon, 2005).

La necesidad de la suplementación con concentrado en la fase de 10 a 18 meses de edad Zamora *et al.* (2000), con el fin de cubrir el déficit energético que no pueden ser aportados por los pastos y forrajes para ganancias superiores a 550 g diarios es un reflejo del déficit de energía que pudiera limitar, en parte, la eficiencia de utilización del amonio producido a partir de la fermentación de las proteínas y la desaminación de los aminoácidos en el rumen. El exceso de amonio no utilizable, a su vez, también puede absorberse a través de las paredes ruminales y convertirse en urea a nivel del hígado, con el consiguiente desvío de energía para la utilización de este proceso, el cual cuesta 4 ATP por mol de urea producido (La O, 2001).

Por otro lado, las raciones que son ricas en proteína según Martínez y Sánchez (2005), se correlacionan negativamente con los indicadores reproductivos. El mecanismo de acción del exceso de proteína en la reproducción, es el consumo de energía que este exceso de proteína requiere para su transformación en urea.

Todos los minerales y vitaminas que son necesarios para el crecimiento y la producción, lo son también para la reproducción (Anon, 2005a). En ocasiones, los aportes adicionales de vitaminas y minerales han mejorado los indicadores reproductivos.

La deficiencia de una vitamina determinada altera el desarrollo normal de los procesos y se asocia con una enfermedad determinada debido a su carencia. Gutiérrez (2004) reportó que en el caso de los rumiantes estos son capaces, debido a su flora, de sintetizar todas las vitaminas del complejo B y la vitamina K, por lo que no dependen del suministro de estas sustancias con el alimento. Los tejidos de los rumiantes sintetizan también la vitamina C, como todos los demás animales domésticos. Además, las vitaminas A, D y E, el calcio, el fósforo, el selenio, el cobre y el zinc, tienen una relevancia especial en la función reproductiva (Bach, 2005).

En Cuba, se han realizado trabajos donde se localizan áreas con deficiencias múltiples de minerales. Sin embargo, en los últimos tiempos el deterioro de los suelos y los pastizales, los cambios en los sistemas agroecológicos en las áreas ganaderas, la pobre utilización de la suplementación con mezclas minerales, han situado al país en desventaja económica con relación a las respuestas productivas que pudieran derivar del uso racional de estos aditivos (Gutiérrez, 2004).

I.3. Importancia de los probióticos en la alimentación animal

Los probióticos son microorganismos vivos (amistosos o beneficiosos) en una preparación o producto definidos viables (como las bacterias lácticas y las bifidobacterias) en diferentes formas, los cuales contienen cultivos de productos de su metabolismo que si se consumen regularmente en cantidades suficientes, pueden modificar el equilibrio bacteriano en el intestino, la micro flora de la cavidad oral, vagina y piel (por implantación o colonización) en un compartimiento del huésped y tienen efectos beneficiosos para la salud, disminuyen en algunos casos la presencia de bacterias patógenas, estos pueden añadirse a los alimentos, la composición es a base de bacterias Gram (+) y (-), levaduras u hongos, como yogures y otros productos lácteos fermentados, o tomarse como suplementos (Brizuela *et al.*, 2001; Castro, 2002; Lozano, 2002; Campo, 2004).

En la producción animal siempre se persigue conseguir una buena situación sanitaria y un buen rendimiento en carne para obtener resultados económicos rentables. Se sabe que hay una relación directa entre el funcionamiento del tracto intestinal y la tasa de crecimiento, índice de conversión y diversas enfermedades. Para evitar las enfermedades, se somete a los animales a tratamientos de antibióticos o quimioterapéuticos, capaces de eliminar no solo a los elementos patógenos sino también a la flora bacteriana necesaria para el buen funcionamiento del aparato digestivo (Lozano, 2002).

La solución más adecuada para asegurar el rendimiento de la alimentación, con la consecuente ganancia de peso y aumento de la inmunología natural del animal, es la prevención de las variaciones de la flora, asegurando la presencia de un número suficiente de bacterias beneficiosas capaces de dominar el medio e inhibir el desarrollo

de los patógenos (Carcelén *et al.*, 2005).

Los probióticos son cultivos vivos de diversos microorganismos que se suministran a los animales como suplementos alimenticios y que ejercen efectos beneficiosos en el hospedero, al modificar la población microbiana que este alberga en su tracto digestivo (López *et al.*, 2015). En las condiciones tropicales de producción, en las que predominan los pastos de baja calidad nutritiva, el uso de probióticos en las dietas de los pequeños rumiantes permiten mejor eficiencia en la utilización de los alimentos fibrosos, aumenta la degradación de la fibra y la producción de ácidos grasos volátiles, y produce una mayor sincronización de la flora presente en el rumen (López *et al.*, 2008; Gutiérrez, 2011).

Los beneficios del uso de probióticos en los rumiantes se relacionan con una mejor actividad del conjunto de enzimas microbianas en el rumen, las cuales favorecen los procesos fermentativos de la dieta fibrosa y un uso más eficiente de la energía generada (Chen *et al.*, 2007).

I.3.1. Mecanismo de acción de los probióticos

Los Aditivos o Probióticos son sustancias o compuestos usados en la formulación de alimentos para animales, con el objeto de complementar las necesidades nutricionales para mejorar la producción, en particular afectando la flora gastrointestinal o mejorando la digestibilidad de otros ingredientes, afectando favorablemente las características de los ingredientes de la dieta. Previenen o reducen el efecto dañino causado por la excreción de los animales mejorando el medio ambiente, crean condiciones favorables en el intestino delgado bajo el control o modulación de la población bacteriana de los animales para mejorar la digestión de los alimentos. Ayudan a mantener bajo control a organismos potencialmente dañinos en los intestinos (bacterias dañinas y levaduras), colonizando el intestino delgado y desplazando los organismos causantes de enfermedades, por lo cual restauran el equilibrio adecuado de la flora intestinal. Compiten con los organismos dañinos por los nutrientes y también pueden producir sustancias que inhiben el crecimiento de organismos dañinos en el intestino. Estimulan el sistema inmunológico del cuerpo; también pueden ayudar a combatir varias enfermedades gastrointestinales y mejoran el olor, sabor y la preservación de los alimentos para

personas y animales (Santamaría, 2004).

I.3.2. Funcionamiento de los probióticos

Los probióticos consiguen la fermentación de alimentos, que serían indigestibles de otro modo, logrando la obtención de metabolitos beneficiosos a partir de ellos. Mejoran el proceso normal de la digestión, incrementando la absorción de minerales (entre ellos el calcio, lo que es interesante para evitar la osteoporosis), la producción de vitaminas (sobre todo las de tipo B, como niacina, ácido fólico, biotina y vitamina B6), y la recuperación de componentes valiosos (como los ácidos grasos de cadena corta). Lucha protectora ecológica contra bacterias, hongos y virus patógenos, impidiendo que colonicen nuestro tracto gastrointestinal (como sucede con la bacteria *Helicobacter Pylori* causante de úlceras y cánceres gástricos). Regularización del sistema digestivo, reduciendo procesos inflamatorios, producción de ases intestinales, etcétera (Drisko *et al.*, 2003, Marín *et al.*, 2010).

La presencia masiva de cualquiera de estos patógenos tiene como efectos que aumentan el pH del intestino y generan el "tránsito acelerado" de los alimentos, con lo cual los mismos son evacuados sin estar totalmente absorbidos sus nutrientes. Así se pierde rendimiento del alimento formulado y además se debilita la capacidad inmunológica del animal carente de nutrientes suficientes. El animal se vuelve susceptible a la aparición de enfermedades pulmonares. El "tránsito acelerado" que en principio es difícil de observar porque solo se manifiesta en un incremento de peso no optimizado, deriva finalmente, cuando los patógenos son masivos en diarreas que deben ser frenadas con el uso de antibióticos. Estos antibióticos que eliminan la flora intestinal, sin discriminar la beneficiosa y necesaria de la patógena, provocan un debilitamiento general del animal por los mismos motivos expuestos y esta caída es difícil de levantar sobre todo si hay otros enfermos próximos que provocan la repetición del ciclo (García *et al.*, 2012).

I.3.3. Ventajas de utilizar los probióticos

Se cree que existen más de cuatro millones de especies bacterianas diferentes, de las que, hasta ahora, se han identificado unas cuatro mil. Muchas de ellas son patógenas,

originadoras de enfermedades, por lo que es muy útil contar con medios para controlarlas o combatirlas. Uno de los medios más eficaces es la lucha ecológica que contra ellas puede realizar nuestra propia flora intestinal (Drisko *et al.*, 2003; Marín *et al.*, 2010).

Según Santamaría (2004) de entre los centenares de especies que se encuentran presentes en los probióticos son tres las principales:

Lactobacillus acidophilus el cual fermenta los azúcares hasta ácido láctico, acidificando el medio, siendo capaces de vivir en medios relativamente ácidos.

Las Bifidobacterias, que de modo aún más eficaz que las anteriores producen diversas vitaminas del complejo B siendo unas magníficas protectoras del intestino grueso.

Lactobacillus bulgaricum son bacterias viajeras transitorias que ayudan a las anteriores durante su tránsito por el sistema gastrointestinal.

Según (Álvarez, 2009; García *et al.*, 2012) con el empleo de estos se consiguen, entre otros, los siguientes beneficios con la administración constante del producto:

- Prevención de las diarreas por inhibición de la flora causante y la consiguiente disminución de la mortalidad que estas provocan en animales de corta edad.
- Prevención de las enfermedades en general y principalmente pulmonares, anorexias, entre otras, ligadas al estado sanitario deficiente del animal con tránsito intestinal acelerado o que ha padecido diarreas.
- Mejor absorción de los nutrientes de los formulados alimenticios con el consiguiente aumento del índice de conversión y su significado económico en ganancia de peso.
- Mayor control higiénico ambiental de las naves de producción, esto se debe a que, al ser las heces provenientes de intestinos no contaminados, se evita el reciclado permanente de bacterias nocivas entre animales. Además, al realizarse correctas fermentaciones intestinales, se logra homogeneizar y mejorar la textura y olor de las heces siendo estas aptas como fertilizantes.

- Al mejorar la resistencia inmunológica del animal, se disminuye la utilización abusiva de antibióticos, su costo y dificultad de administración.
- Particularmente en el tratamiento de aves ponedoras, se evita la transmisión de salmonelosis a través de los huevos.
- También en aves ponedoras se verifica rápidamente un engrosamiento en la pared de los huevos contra su espesor habitual, debido al incremento de calcificación del animal mejor nutrido.
- Los probióticos ayudan en el proceso de la digestión, porque contienen enzimas (p.ej. lactasa) que ayudan a digerir la comida.
- Las bacterias probióticas frenan el crecimiento de organismos patógenos en el tracto gastro-intestinal, luchan por los alimentos disponibles y el espacio disponible y segregan entonces sustancias como ácido láctico y otros ácidos orgánicos, y sustancias que funcionan como antibióticos, que se conocen por el nombre bacteriocinas, de esta manera se crea un medio en el que los elementos patógenos se encuentran a gusto y no pueden crecer. Las investigaciones realizadas demuestran el funcionamiento antagónico de los probióticos y los microbios patógenos, y la capacidad para curar infecciones intestinales, causadas por estos organismos nocivos.
- La flora probiótica en el intestino delgado tiene un efecto fuerte sobre el sistema inmunitario al reforzar la respuesta inmunológica, tanto el celular como la humoral, estas bacterias probióticas aumentan el número de glóbulos blancos circulantes, estimulan la fagocitosis, aumentan los niveles de anticuerpos específicamente antígenos, y regulan la producción de las citoquinas como gamma-interferona.
- Las bacterias probióticas convierten el colesterol en una forma menos absorbible, por lo cual la absorción del colesterol en el tracto gastro-intestinal disminuye y el nivel de colesterol en el suero baja.
- Muchas enzimas en el cuerpo necesitan para su funcionamiento B-vitaminas como

coenzima, las Bífido bacterias probióticas pueden producir un número de estas vitaminas, entre otras, las vitaminas B1, B6, B12, el ácido fólico, la biotina y diferentes aminoácidos, también la vitamina K puede ser producida en el intestino, además, las bacterias (*Lactobacillus acidophilus*) probióticas frenan algunas otras bacterias que son responsables de la desintegración de la vitamina B1.

- Se ha comprobado que el intestino de los animales nacidos de madres tratadas con probióticos está libre de patógenos, lo que optimiza la capacidad de sobre vida en las primeras 72 horas de vida.

I.3.4. Ventajas del empleo de probióticos en rumiantes

A partir de la respuesta a estudios realizados por García *et al.* (2012) y Carro *et al.* (2014) se definen un grupo de aspectos en relación a las ventajas de su empleo. Ellos son:

- Los probióticos estimulan el crecimiento de microorganismos benéficos en el rumen (bacterias anaeróbicas, celulolíticas, utilizadores del ácido láctico) y además se requieren células de levadura metabólicamente activas para la estimulación de este.
- Influencia sobre el metabolismo del ácido láctico puesto que las bacterias que digieren la fibra producen ácido acético (ácido débil).
- A consecuencia de estos procesos, el pH se estabiliza y mejora la digestión.
- La estimulación de la actividad ruminal aumenta el consumo de alimento y agua y mejora el rendimiento del animal.
- Estimulación de la síntesis proteica (ganado leche o carne) aumento del flujo de proteína microbiana del rumen (conversión más eficiente del N del NH₃ hacia proteína bacteriana).
- En el vacuno de alta producción al comienzo de la lactación su empleo activa la digestión ruminal, con repercusiones positivas en el apetito, en la eficiencia alimenticia, en la producción de leche y en las tasas butirométricas y proteicas,

además aumentan la actividad celulolítica de las bacterias ruminales y ciertos minerales u oligoelementos pueden operar como probióticos en el metabolismo ruminal.

- Por la acción de determinados probióticos, el ácido fólico de los cereales (trigo), se transforma en fósforo asimilable, la digestibilidad se incrementa, potenciando la actividad de la flora ruminal, en una mejor digestión de la celulosa, así como favorecen el desarrollo de las bacterias productivas de gas metano, con fines netamente productivos.

I.3.5. Probiótico Sorbifauna®. Su empleo

Los probióticos y prebióticos en la alimentación animal, han demostrado que los mismos, en sentido general, tienen un efecto positivo con relación a la producción y salud; el Sorbial® (producto comercial en forma de polvo), que está constituido por un núcleo con la mezcla de dos lactobacilos (*Lactobacillus rhamnosus* y *Lactobacillus acidophilus*), presenta propiedades de probiótico en los animales y, por ende, sus beneficios (Bernardeau *et al.*, 2003).

Se ha evaluado la acción del probiótico Sorbial® en los indicadores nutricionales de hollejos de naranja conservados como ensilaje con diferentes materiales absorbentes (Ojeda *et al.*, 2008). Los mismos se confeccionaron a partir de hollejos de naranja frescos, utilizando los tratamientos siguientes: a) Hollejo de naranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck.), b) Hollejo de naranja + 10 % de bagacillo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), c) Hollejo de naranja + 20 % de morera (*Morus alba* L.) premarchitada (40 % MS) y d) Hollejo de naranja + 10 % de paja de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), mediante la tecnología de conservación por capas, alternándose la colocación de los materiales empleados. Los silos fueron tubos de hormigón de 1 m³ de capacidad, debidamente hermetizados y el tiempo de conservación se prefijó a los 60 días. Se pudo comprobar que el empleo del probiótico Sorbial® en dietas a base de ensilajes mixtos de hollejos de naranja incrementa los indicadores nutricionales y las respuestas zootécnicas dependen de las características del tipo de material absorbente utilizado en la elaboración de los referidos ensilajes.

En trabajos realizados por Soca *et al.* (2011) con el objetivo de conocer el efecto del probiótico Sorbial® en el comportamiento productivo y la salud animal de terneros en pastoreo mediante un diseño experimental totalmente aleatorizado fueron estudiados los tratamientos: A) concentrado comercial más 100 g de probiótico Sorbial®, y B) concentrado comercial (tratamiento control), durante las épocas lluviosa y poco lluviosa, respectivamente, con acceso al pastoreo. Se comprobó que el uso del probiótico no produce acciones negativas en la salud de los animales; existieron diferencias significativas en cuanto al peso vivo y la ganancia media diaria en aquellos que consumieron probiótico, con respecto al grupo control.

Cuando se evaluó, con 180 cabras lecheras que pertenecían a dos razas (90 Saanen y 90 Alpina) en un experimento en que las cabras se mantuvieron en condiciones de pastoreo (16 h d⁻¹), distribuidas en cinco cuartones (2,4 ha cuartón⁻¹) con mezcla de gramíneas mejoradas en 65 % del pasto estrella (*C. nlemfluensis*) y 35 % de pastos naturalizados, como el saca cebo (*Paspalum notatum* Flugge) y la jiribilla (*Dichanthium caricosum* (L.) A. Camus). Los animales de ambas razas se distribuyeron aleatoriamente. Se tuvo en cuenta la producción de leche de la lactancia anterior, el número de lactancia y la fecha de posible parto en los dos tratamientos: A. 10 g de probiótico Sorbial®, post parto hasta los 100 d de lactancia. B. 0 g de probiótico Sorbial®. En ambos tratamientos, durante el ordeño, se suministraron 0.46 kg de concentrado y en el caso del tratamiento A, se adicionaron los 10 g del probiótico, Reyes *et al.* (2015) demostraron la factibilidad de suministrar, durante los primeros 100 d de lactancia, 10 g de Sorbial® cabra⁻¹d. Con la utilización de este probiótico se incrementaron las producciones lácteas, específicamente en lactancia total, y mejoró la composición química de la leche. Además, disminuyeron los costos de producción por concepto de suplementos.

La Empresa Flora y Fauna adscrita al Ministerio de la Agricultura de Cuba, con la licencia de la firma Sorbial S.A.S., fabrica un probiótico que se encuentra en fase de evaluación para su acreditación en Cuba con el nombre de Sorbifauna® (Sánchez *et al.*, 2015).

Al ser estudiado en crías ovinas diferentes dosis de este probiótico (20, 30 y 40 g), se encontró un efecto positivo a partir de que estas comenzaron a consumir alimentos

fibrosos de manera permanente (60 días), ya que se favoreció la digestión de los pastos de baja calidad nutricional (López *et al.*, 2012; 2014).

Al estudiarse la producción de leche con vacas mestizas Holstein/Cebú que pastaron en un sistema de la gramínea guinea y leucaena y tres niveles de oferta del probiótico Sorbifauna® (60, 90 y 120 g/día), Sánchez *et al.* (2015) encontraron que la inclusión en la dieta del probiótico Sorbifauna® en este tipo de animales no mejoró la producción y la calidad de la leche. No obstante, se alcanzaron valores acordes con los alimentos base (guinea y leucaena) que consumieron los animales.

CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

II.1. Ubicación del área experimental

El estudio se realizó en el período comprendido entre el 14 de noviembre de 2013 y el 4 de noviembre de 2014 en el área de pastoreo para hembras en desarrollo perteneciente a la Finca lechera de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes *Indio Hatuey*, en el municipio Perico provincia Matanzas, Cuba. Se sitúa geográficamente en los 22° 48' 7" de latitud norte y los 81° 2' de longitud oeste, a 19,01 msnm.

II.2. Características edafoclimáticas

El suelo en el cual se desarrolló el estudio es Ferralítico Rojo de buen drenaje superficial e interno y perfil uniforme (Hernández *et al.*, 2015), con un relieve llano. Se realizó un muestreo al inicio del experimento para determinar la composición química. Para ello, las muestras se secaron al aire y se pasaron por un tamiz con tamaño de poro de 2 mm; posteriormente se envasaron en bolsas de nailon hasta su envío al laboratorio. Se determinó el pH por el método potenciométrico, el contenido de materia orgánica (MO) y de potasio (K) mediante las técnicas de la AOAC (1995), el fósforo (P) por el método de Oniani (1964), y el calcio (Ca) mediante las técnicas de Paneque (1965). Las características químicas se muestran en la tabla II.1.

Tabla II.1. Caracterización química del suelo.

Indicadores	Media
pH	6,8
Materia Orgánica (%)	4,15
Ca (cmol/kg)	28,4
P (ppm)	32,5
Na (cmol/kg)	0,48
K (cmol/kg)	0,53

El clima es cálido tropical (Centro del Clima-Instituto de Meteorología, 2018), con una temperatura y humedad relativa promedio anual de 25,0 °C y 77,5 %, respectivamente. La precipitación acumulada anual fue de 1 640,3 mm. Los valores de las variables climatológicas en el periodo experimental se presentan en la tabla II.2.

Tabla II.2. Comportamiento de las variables climáticas por período del año.

Indicador	PPLL	PLL
Temperatura media del aire (°C)	23,5	26,4
Humedad relativa media (%)	75,8	79,2
Precipitaciones acumuladas (mm)	373,3	1267,0
Evaporación total en 24 h (mm)	5,3	6,2
Velocidad media del viento (km/h)	2,7	2,3

II.3. Descripción de la unidad y su manejo

El área de pastoreo estuvo constituida por 9 ha divididas en 8 cuarterones de 1,1 ha cada uno. El tiempo de ocupación fue de 4 días en el Período Lluvioso (PLL) y 8 de días en el Período Poco Lluvioso (PPLL) lo que permitió garantizar un tiempo de reposo al pasto de 28 y 56 días, respectivamente.

El pastizal estuvo compuesto por un 60 – 70 % de pasto mejorado representado por *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs y *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst y un 15 – 21 % de pastos naturales con predominio del complejo *Dichanthium annulatum* (Forssk.) Stapf - *Dichanthium caricosum* (L.) A. Camus. Al pasto no se le aplicó riego ni fertilización.

Animales. Los animales empleados fueron 40 añejas del genotipo Siboney, provenientes de la Empresa Pecuaria Genética de Matanzas, con 19,6 meses de edad

y $130,2 \pm 2,0$ kg de PV promedio, lo que significó una carga de 1,2 UGM/ha al inicio del experimento.

Manejo. Los animales se distribuyeron homogéneamente entre los tratamientos, y se manejaron en un solo grupo de pastoreo durante el día (aproximadamente 9 horas en el PPLL y 12 horas en el PLL).

Posterior al pastoreo, en horas de la tarde-noche, se separaron en los cuatro grupos experimentales, de diez animales cada uno, y se alojaron en corraletas, bajo naves techadas, con libre acceso a agua potable y sal mineral *ad libitum* y donde además recibieron alimento voluminoso (forraje de caña con urea al 1 %) en función del balance alimentario y la época del año. El concentrado y el probiótico se ofertaron al atardecer, posterior al regreso de los animales del pastoreo, en función del balance alimentario y de los tratamientos experimentales a los que pertenecían las hembras en crecimiento, respectivamente.

Reajuste de las necesidades alimentarias. El reajuste de las necesidades de alimento voluminoso se realizó semanalmente a partir del método de oferta en base húmeda del alimento y el rechazo en canoa. Posteriormente, la oferta se ajustó a un 10 % por encima del consumo de MS.

En el caso del concentrado el ajuste de la oferta, en función del 15 y el 30 % de los requerimientos de PB, se realizó cada 25 kg de incremento en el PV promedio de los animales en cada tratamiento experimental.

Características del probiótico Sorbifauna®. El probiótico utilizado en este ensayo provino de la Empresa de Flora y Fauna. Contení una mezcla de *Lactobacillus rhamnosus* y *Lactobacillus acidophilus* liofilizados y embebidos sobre un soporte sólido constituido por cereales de acuerdo con las propiedades declaradas por sus fabricantes.

Las características bromatológicas y microbiológicas se muestran en la tabla II.3, mientras que las organolépticas se definen como: polvo blanco amarillento, homogéneo en su textura, con olor característico a harina de soya desgrasada y a inóculo láctico, sin presencia de hongos filamentosos.

Tabla II.3. Características bromatológicas y microbiológicas del probiótico Sorbifauna.

Características bromatológicas		Características microbiológicas	
Indicadores	%	Bacterias	Unidades formadoras de colonias/g
Humedad	<12	Salmonella	Negativa
Proteína Bruta	>30	Levadura	<500
Extracto etéreo	<1,5	Coliformes a 44 °C	<500
Ceniza	9,7	Lactobacillus	10 ⁹
Celulosa bruta	<4,0		

II.4. Mediciones en el pastizal

Composición florística. La composición florística de las gramíneas y de las leguminosas volubles del pastizal se estimó por el método de los pasos, descrito por Anon (1980), que consiste en caminar por las diagonales en cada cuartón. Cada tres pasos el observador clasificó la especie de pasto que coincidía con la punta de su zapato. Esta medición se realizó en dos momentos, coincidentes con el inicio de cada período del año (PLL: mayo y PPLL: noviembre) en el 100 % de los cuartones que constituyeron la unidad experimental.

Disponibilidad del pasto. Se estimó por el método alternativo propuesto por Martínez *et al.* (1990), que consiste en la estimación a través de la altura media del pastizal.

Los muestreos se realizaron cada 15 días, antes de la entrada de los animales al cuartón y se hicieron como promedio 80 observaciones por hectárea. Después de calcular la altura promedio del pasto en el cuartón se localizaron dos sitios con una altura similar a la media de las observaciones ($\pm 0,5$ cm) y se cortó la hierba contenida en dos marcos, con un área de $0,25 \text{ m}^2$, a una altura de 5 cm sobre el suelo.

En paralelo a los muestreos de disponibilidad, pero con una frecuencia mensual, se tomaron muestras de pastos (≈ 300 g) para estimar su calidad, simulando con la mano la selección que hace el animal en pastoreo. Las muestras se eligieron en función de la gramínea predominante en el cuartón.

Consumo del alimento en canoa. La estimación del consumo de forraje se realizó cada 15 días, mediante el método de la oferta y el rechazo en canoa. Posteriormente, se calculó el consumo en base a la materia seca del alimento.

Análisis químico proximal. Después de cada muestreo se enviaron muestras representativas de cada alimento al laboratorio, para determinar la composición química. Para ello las muestras se secaron en una estufa a $60 \text{ }^\circ\text{C}$ hasta obtener un peso constante. Posteriormente, se molieron en un molino de martillo con un tamiz de 1 mm, se envasaron en bolsas de nailon herméticamente selladas y se enviaron al laboratorio de bromatología del Instituto de Ciencia Animal (ICA), municipio San José de Las Lajas, provincia Mayabeque. Los indicadores medidos en cada muestra fueron: materia seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB) y calcio (Ca), por las técnicas de la AOAC (1995), la FDN, FDA y la lignina por el método de Van Soest *et al.* (1991), y el fósforo (P), por el método colorimétrico (espectrofotómetro UV/V).

II.5. Mediciones en los animales

Estimación del peso vivo. Se realizó mensualmente mediante el pesaje individual, en una báscula comercial para ganado ($1500 \pm 0,5$ kg), previo ayuno de los animales durante 12 horas.

Monitoreo de la Condición Corporal (escala de 5 puntos). Se realizó mensualmente a partir de que los animales alcanzaron los 250 kg de PV. Para ello se utilizó la metodología propuesta por Álvarez (2005).

Obtención de la muestra de heces fecales. Las muestras de las heces fecales se tomaron directamente del recto de los animales, se depositaron en bolsas de nailon sin la presencia de oxígeno y posteriormente se trasladaron al laboratorio de parasitología de la EEPF *Indio Hatuey*. Los muestreos se realizaron al 100 % de los animales en estudio.

Infestación Parasitaria (TGI). Se determinó, con una frecuencia mensual, mediante el Conteo Fecal de Huevos (CFH) el cual se utilizó como indicador de infestación parasitaria. Para ello, se utilizó la técnica de enriquecimiento por flotación de McMaster modificada, descrita por Arece *et al.* (2002), que consiste en tomar 2 g de heces fecales y mezclarlos con 42 mL de solución de CINA saturada (420 g de CINA en 1 litro de agua, densidad $d=1.200$ g/L). La suspensión obtenida se pasa por un tamiz de malla fina y se agita vigorosamente para obtener una distribución homogénea de los huevos. Ulteriormente, por medio de una pipeta Pasteur ligeramente inclinada, se llenan las cámaras de conteo. Cada huevo de nematodo encontrado equivale a 50 huevos por gramos de heces fecales (hpg). Se tomó como criterio para la desparasitación individual de los animales un $hpg \geq 500$.

Extracción de la muestra de sangre. En todos los animales la muestra de sangre se obtuvo por punción de la vena yugular en el horario de la mañana (8:00 am). Una parte de la sangre (5 mL) se colectó en tubos de ensayo de cristal con anticoagulante (heparina: 50 μ L) para la determinación del hematocrito.

Hematocrito. Se realizó mediante la técnica de micro-hematocrito (12 000 rpm durante 5 minutos) de acuerdo con la metodología propuesta por (García, 2009). El resto de la sangre se vertió en tubos de ensayo de cristal, de 15 mL de volumen, sin anticoagulante. Se mantuvo a TPA hasta la retracción del coagulo. Posteriormente, se centrifugó a 1 500 rpm durante 10 min. El suero sobrenadante se dividió en alícuotas y se depositó en viales de 1,5 mL de volumen, los cuales se conservaron a -20 °C hasta su posterior análisis.

Glicemia. Método enzimático-colorimétrico (GOD-POD) descrito por García (2009).

II.6. Diseño experimental

Se utilizó un diseño totalmente aleatorizado con arreglo factorial 2 x 2 (2 niveles de suplementación con concentrado: 15 y 30 %, y dos niveles del probiótico Sorbifauna: 0 y 100 g/animal/día), con cuatro tratamientos y 10 repeticiones por cada uno.

Tratamientos experimentales

- I. Concentrado balanceado en función del 15 % por encima de los requerimientos de PB de los animales + 0,260 kg de concentrado (equivalente a la PB de 100 g de Sorbifauna).
- II. Concentrado balanceado en función del 15 % por encima de los requerimientos de PB de los animales + 100 g de Sorbifauna.
- III. Concentrado balanceado en función del 30 % por encima de los requerimientos de PB de los animales + 0,260 kg de concentrado (equivalente a la PB de 100 g de Sorbifauna).
- IV. Concentrado balanceado en función del 30 % por encima de los requerimientos de PB de los animales + 100 g de Sorbifauna.

II.7. Análisis estadístico

Los datos de composición florística (previa transformación arcoseno), disponibilidad, oferta y composición química del pasto se procesaron mediante un análisis de varianza según modelo lineal general. En el modelo se tuvo en cuenta el efecto época, y se aplicó la dócima de LSD-Fisher para $P < 0,05$. Los datos correspondientes al PV, la GMD, el CFH (previa transformación $\log \text{CFH} + 1$ para obtener una distribución normal de los datos y homogeneidad en las varianzas), el hematocrito, la glicemia y la CC se compararon mediante un análisis de varianza, usando el paquete estadístico SPSS® versión 17.0 para Windows. Las diferencias entre las medias se determinaron a través del test de comparación de rangos múltiples de Duncan (Steel y Torrie, 1980).

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición florística del pastizal (tabla III.1) muestra que en el sistema hubo un predominio de los pastos mejorados, representados principalmente por *M. maximus* y *C. nlemfuensis*, los cuales ocuparon el 58,9 y el 66,7 % del área de pastoreo en el PLL y el PPLL, respectivamente, sin que ello constituyera diferencias estadísticas entre ambos períodos. Esta proporción de pastos mejorados es similar a la informada por López *et al.* (2010) para un sistema de pastoreo, para hembras en desarrollo, compuesto por una asociación de *L. leucocephala* y gramíneas mejoradas (60,2 %) representadas por *M. maximus* y *C. nlemfuensis*.

Tabla III.1. Composición florística del pastizal (%) por período del año.

Indicadores	Período		Significación
	PPLL	PLL	
Pastos mejorados	69,5 (66,7) DE=15,46	61,0 (58,9) DE=17,72	P=0,170
Pastos naturales	9,5 (13,4) DE=15,51	13,0 (18,9) DE=20,59	P=0,527
Leguminosas volubles	1,5 (3,3) DE=4,73	0 (1,5) DE=2,18	P=0,309
Plantas arvenses	12,0 (16,6) DE=15,21	14,5 (20,7) DE=20,99	P=0,983

Por otra parte, este comportamiento se debe en gran medida a la plasticidad ecológica, agresividad y adaptación de estas dos especies a las condiciones de producción de la ganadería cubana actual (Herrera, 2015).

Para los restantes indicadores tampoco se encontraron diferencias estadísticas entre el PLL y el PPLL. Los pastos naturales estuvieron presentes entre un 13,4 y 18,9 % del área; mientras que, las leguminosas volubles se encontraron en una escasa proporción (1,5 – 3,3 %). A su vez, las plantas arvenses conformaron el 16,6 y el 20,7 % del área de pastoreo en el PPLL y el PLL, respectivamente, y las mismas estuvieron constituidas esencialmente por la especie *Dichrostachys cinerea*.

En la tabla III.2 se presenta la disponibilidad de pasto por hectárea en cada rotación y la oferta de MS cada 100 kg de peso vivo de los animales por período del año. La disponibilidad de los pastos en el sistema fue superior ($P=0,037$) en el PLL (4 100 kg MS/ha/rotación), la cual prácticamente duplicó a la alcanzada en el PPLL (2 200 kg MS/ha/rotación). Ello se debió, fundamentalmente, al efecto de las precipitaciones que fueron relativamente abundantes durante el PLL (1 267 mm) con respecto al PPLL (373,3 mm) y también como consecuencia de las temperaturas que favorecen el crecimiento de los pastos, principalmente los mejorados, en ese período del año (Sardiñas *et al.*, 2015).

Tabla III.2. Disponibilidad y oferta de materia seca por período del año.

Período	Disponibilidad (kg MS/ha/rotación)	Oferta (kg MS/100 kg PV/día)
PPLL	2 200 ± 347	4,0 ± 0,60
PLL	4 100 ± 420	10,2 ± 1,22
Valor-p	0,037	0,029

En tal sentido, Cerutti *et al.* (2017) encontraron que las precipitaciones explicaron el 77% y las temperaturas el 88 % de la variabilidad en la producción de la biomasa verde de un pastizal con árboles dispersos en el potrero.

Los valores de disponibilidad de pasto obtenidos determinaron que la oferta de alimento fuera superior ($P=0,029$) en el PLL (10,2 kg MS/100 kg PV/día) con respecto al PPLL (4,0 kg MS/100 kg PV/día) aun cuando la carga promedio del PLL (2,2 UGM/ha) fue superior a la del PPLL (1,6 UGM/ha).

El nivel de oferta de pasto que se obtuvo en el PLL fue superior a los 6,0 – 7,0 kg de MS/ 100 kg PV que plantearon Iglesias (2003) y Gómez (2015) como el mínimo necesario como para que los animales realicen una adecuada selección del pasto a consumir.

En la tabla III.3 se presenta la composición química del pasto predominante en el sistema (*M. maximus*) por período del año. El contenido de MO estuvo en el rango de 86,6 – 87,8 % y no manifestó diferencias entre los dos períodos. La PB fue significativamente superior ($P=0,043$) en el PPLL (12,2 %) con respecto al PLL (10,9

%); no obstante, en ambos períodos del año los valores fueron adecuados ya que estuvieron en el rango informado por Heuzé y Tran (2015) para esta especie (11,2 %), e incluso fueron superiores a los informados por Valles-de la Mora *et al.* (2016) para el monocultivo de *M. maximus* (10,3 %) en condiciones de investigación en Veracruz, México a 114 msnm, en suelos Ultisoles con un clima cálido-húmedo y precipitaciones promedio anuales de 1 931 mm.

De igual forma, el valor de PB de *M. maximus* fue superior al informado por Cuartas *et al.* (2015) para el monocultivo de esta especie (9,0 %), y similar al resultado que se obtuvo en sistemas silvopastoriles intensivos (10,6 %) en condiciones de producción en Colombia a 134 msnm con precipitaciones promedio anuales de 1 000 mm.

Tabla III.3. Composición química de *M. maximus* (%) por período del año.

Indicadores	PLL	PPLL	Valor p
Materia seca	89,3 ± 1,07	88,9 ± 1,38	0,415
Cenizas	13,4 ± 1,30	12,2 ± 1,81	0,177
Materia orgánica	86,6 ± 1,30	87,8 ± 1,81	0,177
Proteína bruta	10,9 ± 1,74	12,2 ± 3,38	0,043
Fibra bruta	33,8 ± 3,99	31,2 ± 2,73	0,385
Calcio	0,56 ± 0,139	0,64 ± 0,178	0,922
Fósforo	0,27 ± 0,097	0,21 ± 0,087	0,627

En la tabla III.4 se presenta la composición química del complemento (forraje de caña), el suplemento (concentrado) y el aditivo (probiótico Sorbifauna®) utilizado en la dieta de los animales en estudio.

Tabla III.4. Composición química del concentrado, el probiótico Sorbifauna® y el forraje de caña (%) usados en la dieta de los animales.

Indicadores	Concentrado		Sorbifauna®		Caña de azúcar	
	Promedio	DE±	Promedio	DE±	Promedio	DE±
Materia seca	88,0	3,41	85,4	7,45	26,6	2,05
Cenizas	8,9	2,12	8,5	2,09	3,1	0,69
Materia orgánica	91,1	2,12	91,5	2,09	96,9	0,69
Proteína bruta	18,7	2,11	50,5	13,57	2,8	1,00
Fibra bruta	4,4	0,75	4,0	1,15	31,5	2,60
Calcio	1,26	0,760	0,55	0,330	0,4	0,04

El concentrado tuvo un adecuado contenido de MS (88 %) que garantizó la conservación de las características organolépticas y nutricionales del alimento. Además, el contenido de PB fue apropiado para esta categoría animal y similar al hallado por Depablos-Alvarez *et al.* (2016) en el concentrado comercial más utilizado para esta categoría animal en Venezuela.

El probiótico Sorbifauna® presentó un 85,4 % de MS lo cual es relativamente inferior al 88 % que se considera como aceptable para este aditivo. Sin embargo, la PB fue de 50,5 % por lo que se puede catalogar como excelente ya que es muy superior al 30 % que es el mínimo recomendado para este probiótico.

El forraje de caña de azúcar tuvo un 2,8 % de PB y 31,5 % de FB lo cual es característico para este forraje en las condiciones de producción en Cuba y similar al informado por Reyes *et al.* (2015) en el período poco lluvioso (2,7 y 31,8 %, respectivamente).

En la tabla III.5 se presentan los indicadores productivos de las hembras en desarrollo evaluados en el PPLL donde se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en las ganancias diarias de peso vivo a favor del tratamiento IV con respecto a los tratamientos I y III. Desde el punto de vista matemático el mayor valor correspondió al tratamiento IV, aunque las novillas del tratamiento II consumieron la mitad del concentrado que comieron las del tratamiento IV y mostraron ganancias de peso vivo que no difirieron estadísticamente entre ellos.

Un factor importante que pudo incidir en el comportamiento de la ganancia media diaria del tratamiento IV en el período poco lluvioso fue la combinación del uso de una adecuada cantidad de concentrado más el probiótico y el suministro de forraje en el horario nocturno que determinaron un incremento en la frecuencia de suministro de alimento con lo cual se logra una apropiada estabilidad del pH ruminal y con ello una mejor eficiencia de la fermentación ruminal.

El aumento en la frecuencia de suministro de alimento a los animales permite incrementar la producción e ingestión de saliva y por consiguiente de sustancias buffer (carbonatos y fosfatos) que contribuyen a la estabilización del pH en el rumen y por consiguiente a una mayor eficiencia de la fermentación ruminal. Además, condiciona el incremento de la digestión de la fibra y la síntesis de proteína microbiana y en definitiva una mayor eficiencia productiva en los animales (Crucci-Núñez, 2016).

Tabla III.5. Peso por edad y ganancia promedio de peso vivo de los animales en el periodo poco lluvioso.

Indicadores	Tratamientos				EE±	Valor-p
	I	II	III	IV		
PV inicial (kg)	128,1	131,6	129,8	131,3	2,173	0,943
Edad inicial (meses)	19,6	19,3	19,8	19,8	0,239	0,814
PV final (kg)	206,4	218,3	211,5	226,1	3,516	0,244
Edad final (meses)	25,6	25,3	25,9	25,8	0,239	0,814
Incremento PV (kg)	78,3 ^b	86,6 ^{ab}	81,7 ^b	94,8 ^a	2,164	0,043
GMD (g/animal/d)	403,5 ^b	446,5 ^{ab}	421,3 ^b	488,6 ^a	11,157	0,043

^{a,b} Valores promedio con diferentes superíndices en una misma fila difieren para $P < 0,05$

Los resultados confirman lo planteado por Ojeda *et al.* (2010) referente a que cuando se oferta probiótico a los animales en sistemas de pastoreo es necesario suministrar otros alimentos voluminosos e incrementar el nivel de concentrado que se les proporciona pues de lo contrario se limita su efecto beneficioso.

Ello está relacionado con la propiedad que tienen los aditivos microbianos de beneficiar la alimentación del rumiante a través del incremento en el consumo de alimento (Guillot,

2003), como consecuencia de una mejora en la tasa de ruptura de la fibra (Martin y Streeter, 1995).

En este sentido, Garg (2008) concluyó que la utilización de *Saccharomyces cerevisiae*, como aditivo de la dieta, condiciona una digestibilidad de nutrientes significativamente superior y un aumento en la producción de metil carboxy celulasa en el rumen. A su vez, esto coincide con lo informado por Hossain *et al.* (2012), quienes encontraron un coeficiente de digestión significativamente superior ($P < 0,05$) para la materia orgánica (MO), la fibra bruta (FB), la fibra en detergente neutro (FDN) y la fibra en detergente ácido (FDA) con el uso de probióticos basados en levaduras.

Además, los aditivos microbianos mejoran la digestión de la PB en el rumen y estimulan el aumento en el flujo de proteína microbiana que abandona el rumen y llega al intestino delgado con lo cual se optimiza la disponibilidad de aminoácidos absorbibles en el duodeno (Kumar y Ramana, 2008), lo que de conjunto produce una activación de las poblaciones microbianas, entre las que se encuentran las bacterias anaeróbicas viables (Blanch *et al.*, 2009) y las bacterias celulolíticas (Wallace *et al.*, 2002).

Por tanto, otro de los factores que pudo beneficiar el desempeño productivo de los animales del tratamiento IV, y en alguna medida del tratamiento II, en el PPLL, fue el uso del probiótico Sorbifauna®.

En tal sentido, se ha observado que los probióticos benefician el aumento del apetito y condicionan un incremento en el consumo de alimento por los animales (Ayad *et al.*, 2013) lo cual está relacionado con su capacidad para estimular el crecimiento de la población de bacterias de la especie *Selenomona ruminantium* que, junto con el lactato contribuye a la estabilización del pH ruminal en niveles cercanos a la neutralidad lo que favorece el desarrollo de las bacterias celulolíticas y, por ende, sus acciones fermentativas (Guedes *et al.*, 2008).

También, Flores y Pérez (2011) señalaron que la utilización de aditivos microbianos en la dieta, de forma general, incrementan la cantidad total de AGV producidos, mejoran la degradación de la MS y la FDN y elevan la biomasa microbiana, lo que debe haber propiciado una eficiente utilización de la fibra de la caña de azúcar ofertada y de los pastos del sistema la cual fue superior a 300 g/kg de MS en ambos alimentos.

Sin embargo, al realizar la evaluación del balance alimentario retrospectivo se pudo comprobar que el principal factor limitante para obtener una ganancia de peso superior en todos los tratamientos experimentales durante el período poco lluvioso fue la EM la cual presentó un déficit, con respecto a los requerimientos de los animales, del 11,3 % en los tratamientos I y II (tabla III.6) y del 8,5 % en los tratamientos III y IV (tabla III.7).

Tabla III.6. Balance alimentario retrospectivo para las novillas de los tratamientos I y II en el PPLL.

Alimento	Consumo		EM (MCal)	PDIN (g)	PDIE (g)	Ca (g)	P (g)
	MF (Kg)	MS (Kg)					
Guinea likoni	8,44	2,61	5,4	154	184	15,6	6,3
Caña	4,00	1,05	2,3	14	53	5,8	1,5
Concentrado	0,70	0,61	1,7	64	52	3,6	2,9
Urea	0,05	0,05	0,0	66	0,0	0,0	0,0
Fosfato dicálcico	0,02	0,02	0,0	0,0	0,0	4,6	3,5
Total	13,21	4,33	9,4	297	289	29,6	14,1
Requerimientos			10,6	290	290	19,0	12,2
Diferencia			-1,2	7	0	10,5	1,8
Déficit (%)			11,3				
Pasto (%)		60,3	50,9	53,1	63,5	82,1	51,6

La deficiencia de EM se debió fundamentalmente a la baja disponibilidad (2,2 t MS/ha/rotación) y oferta de pasto (4,0 kg MS/animal/día) lo que determinó que este solo representara entre el 50,1 (tratamientos III y IV) y el 60,3 % (tratamientos I y II) del total de la dieta que consumieron los animales en el PPLL. Además, los requerimientos de EM de los animales se cubrieron, a partir del pasto, solo en un 42,5 (tratamientos III y IV) y 50,9 % (tratamientos I y II), respectivamente.

Tabla III.7. Balance alimentario retrospectivo para las novillas de los tratamientos III y IV en el PPLL.

Alimento	Consumo		EM	PDIN	PDIE	Ca	P
	MF (Kg)	MS (Kg)	(MCal)	(g)	(g)	(g)	(g)
Guinea likoni	7,01	2,17	4,5	128	153	13,0	5,2
Caña	4,00	1,05	2,3	14	53	5,8	1,5
Concentrado	1,20	1,04	2,9	110	90	6,2	4,9
Urea	0,05	0,05	0,0	66	0,0	0,0	0,0
Fosfato dicálcico	0,02	0,02	0,0	0,0	0,0	4,6	3,5
Total	12,29	4,33	9,7	317	296	29,5	15,1
Requerimientos			10,6	290	290	19,0	12,2
Diferencia			-0,9	27	6	10,5	2,8
Déficit (%)			8,5				
Pasto (%)		50,1	42,5	44,1	52,8	68,4	42,6

Los resultados productivos logrados en el PPLL son superiores a los informados por García (2013), que sostiene que en ese periodo del año se obtienen bajas ganancias o incluso pérdidas de peso vivo, las cuales no sobrepasan, en los mejores casos, los 250 g/animal/día cuando los animales consumen solo pasto.

Por otra parte, son similares a las obtenidas por Iglesias (2003) con hembras en crecimiento del genotipo $\frac{5}{8}$ Holstein x $\frac{3}{8}$ Cebú, pero en sistemas silvopastoriles de ramoneo, sin suplementación energético-proteica. Sin embargo, son inferiores a las obtenidas en una investigación paralela, realizada en condiciones de producción (Gómez, 2015), donde las ganancias de peso en el período poco lluvioso fueron de 544 y 574 g/animal/día para novillas que consumieron pasto y concentrado más probiótico, y pasto más probiótico, respectivamente.

En dicha investigación, los animales eran del cruzamiento Cebú x Criollo (más adaptados a las condiciones del trópico), la disponibilidad de pastos fue superior a las 2,5 t/ha y la carga utilizada fue baja (no mayor de 0,6 UGM/ha), lo que pudiera explicar las adecuadas ganancias de peso vivo obtenidas, a partir de una alta selección de los pastos por los animales, ya que estos no recibieron alimentos complementarios.

En el presente estudio la dieta de los animales en pastoreo se complementó, en el PPLL, con forraje de caña de azúcar y urea al 1 %, con el propósito de cubrir los requerimientos nutricionales para lograr una ganancia de peso de 500 g/animal/d; sin embargo, ello no se pudo alcanzar aunque las ganancias de peso (488,6 g/animal/día) en los animales del tratamiento IV estuvieron próximas a ese valor.

En el período lluvioso no se encontraron diferencias significativas entre los valores de los indicadores evaluados en los tratamientos (tabla III.8). Las ganancias promedio de peso vivo estuvieron en un rango entre 447,3 y 464,3 g/animal/día.

Al realizar el balance alimentario retrospectivo se pudo constatar que en el presente estudio la principal limitante, para obtener ganancias de peso superiores, en todos los tratamientos fue la incapacidad de cubrir los requerimientos de energía metabolizable de las novillas con los alimentos ofertados en la dieta.

Tabla III.8. Peso por edad y ganancia promedio de peso vivo de los animales en el período lluvioso.

Indicadores	Tratamientos				EE±	Valor-p
	I	II	III	IV		
PV inicial (kg)	206,4	218,3	211,5	226,1	3,516	0,244
Edad inicial (meses)	25,6	25,3	25,8	25,8	0,239	0,814
PV final (kg)	280,7	292,4	283,3	297,6	4,488	0,544
Edad final (meses)	31,0	30,6	31,2	31,2	0,239	0,822
Incremento PV (kg)	74,3	74,2	71,8	71,6	1,870	0,936
GMD (g/animal/d)	464,3	463,7	449,0	447,3	11,686	0,935

La magnitud del déficit de energía metabolizable fue superior en los animales de los tratamientos I y II (23,5 % del requerimiento de EM, tabla III.9) que se correspondieron con un menor consumo de concentrado (0,7 kg MS/animal/día) al compararse con el déficit de EM encontrado en las novillas de los tratamientos III y IV (13,2 % del requerimiento de EM, tabla III.10) que consumieron 1,2 kg MS/animal/día. A pesar de ello, no se observó diferencias entre la ganancia media diaria que obtuvieron los animales en cada uno de los tratamientos experimentales.

Un aspecto que pudo haber influido en este comportamiento fue el horario (6:00 am) y la frecuencia (1) de suministro del concentrado lo cual unido a que no se ofertó forraje en el horario nocturno pudo alterar el pH ruminal y contribuir a la disminución del consumo de pasto y de la digestibilidad de la fibra en los animales de los tratamientos III y IV.

Tabla III.9. Balance alimentario retrospectivo para las novillas de los tratamientos I y II en el período lluvioso.

Alimento	Consumo		EM	PDIN	PDIE	Ca	P
	MF (Kg)	MS (Kg)	(MCal)	(g)	(g)	(g)	(g)
Guinea likoni	13,20	4,08	8,4	240	287	24,5	9,8
Concentrado	0,80	0,70	1,9	73	60	4,1	3,3
Fosfato dicálcico	0,02	0,02	0,0	0,0	0,0	4,6	3,5
Total	14,03	4,79	10,4	313	347	33,2	16,5
Requerimientos			13,6	338	338	21,5	15,3
Diferencia			-3,2	-24	9	11,7	1,2
Déficit (%)			23,5	7,1			
Pasto (%)		85,2	61,8	71,0	84,9	114,0	64,1

Tabla III.10. Balance alimentario retrospectivo para las novillas de los tratamientos III y IV en el período lluvioso.

Alimento	Consumo		EM	PDIN	PDIE	Ca	P
	MF (Kg)	MS (Kg)	(MCal)	(g)	(g)	(g)	(g)
Guinea likoni	13,20	4,08	8,4	240	287	24,5	9,8
Concentrado	1,40	1,22	3,4	128	105	7,2	5,7
Fosfato dicálcico	0,02	0,02	0,0	0,0	0,0	4,6	3,5
Total	14,63	5,32	11,8	368	392	36,3	19,0
Requerimientos			13,6	338	338	21,5	15,3
Diferencia			-1,8	31	54	14,8	3,7
Déficit (%)			13,2				
Pasto (%)		76,7	61,8	71,0	84,9	114,0	64,1

La suplementación con concentrados ha sido una estrategia utilizada para optimizar la producción individual de los animales o de los rebaños a lo largo del año o en momentos estratégicos ya que permiten cubrir las deficiencias tanto cualitativas como cuantitativas de las dietas basadas en recursos forrajeros (Reis *et al.*, 2009).

Sin embargo, los dos factores principales que influyen en la ingestión de nutrientes cuando los bovinos en pastoreo se suplementan con concentrados son la sustitución del consumo de forraje por concentrado y la depresión en la digestión de la fibra (Crucci-Núñez, 2016).

Por tanto, el efecto que provoca la adición de concentrado en la digestibilidad y por consiguiente en la utilización del forraje va a variar de acuerdo con el nivel de suplementación de concentrado (Fuentes, 2016). En tal sentido, Lardy *et al.* (2004) demostraron que a medida que aumentó el nivel de suplemento en la dieta se afectó negativamente el aporte de los nutrientes de la pastura.

Cuando se alimenta a los animales con dietas ricas en concentrados se favorece el crecimiento de las poblaciones bacterianas que fermentan el almidón ya que estas son más tolerantes a la disminución del pH en el rumen que acompaña a la alimentación con altos niveles de concentrado (Petri *et al.*, 2013).

Además, la fuente de energía que proporciona el concentrado (almidón) puede resultar en una reducción del pH ruminal, lo que puede disminuir la actividad y/o el número de bacterias celulolíticas, reducir la tasa de digestión de la fibra del pasto y por tanto restringir el consumo de MS de la pastura por los animales (Dixon y Stockdale, 1999). Por ello, en vez de lograrse un efecto aditivo se obtiene uno sustitutivo con depresión, en este caso del consumo de pasto (Fuentes, 2016), lo que limita mejorar ostensiblemente la eficiencia productiva de los animales a pesar del incremento en el uso del concentrado en la dieta.

Por otra parte, el probiótico se ofertó en el horario de la mañana (6:00 am) mezclado con el concentrado lo que unido al inconveniente de no usar forraje en el horario nocturno pudo de alguna manera limitar su efecto en la estabilización del pH ruminal y el consiguiente beneficio a las poblaciones de bacterias celulolíticas del rumen.

Las ganancias de peso que se alcanzaron en el PLL fueron similares a las obtenidas por Perón y Tarrero (1981; 1982), en momentos que antecederon al actual período de crisis económica que atraviesa el país y sus consecuentes efectos en la ganadería. Estos autores indicaron que en las condiciones de Cuba y con dietas basadas en pastoreo y concentrados, los animales de los genotipos Holstein x Cebú logran ganancias de 444-470 g/animal/día.

En la tabla III.11 se muestran las ganancias de peso vivo promedio de los animales durante todo el periodo experimental. En general, no existieron diferencias estadísticas significativas en el crecimiento de las hembras, aunque se denota cierta diferencia matemática en favor de los animales que consumieron probiótico (tratamientos II y IV), ya que manifestaron ganancias diarias de peso por encima de los 450 g/animal lo que permitió obtener un peso vivo en la incorporación a la reproducción superior a los 290 kg.

El peso vivo final de las novillas correspondientes a los tratamientos II y IV (292,4 y 297,6 kg/animal, respectivamente) estuvo próximo a lo que se proponía al terminar el experimento (≥ 300 kg/animal), aunque la edad aún se encuentra en un rango no deseado en esta especie para su incorporación temprana a la reproducción, la cual debe oscilar entre los 18-20 meses con el objetivo de obtener el primer parto antes de los 32 meses de edad.

Tabla III.11. Peso por edad y ganancia promedio de peso vivo de los animales Durante el periodo experimental.

Indicadores	Tratamientos				EE±	Valor-p
	I	II	III	IV		
PV inicial (kg)	128,1	131,6	129,8	131,3	2,173	0,943
Edad inicial (meses)	19,6	19,3	19,8	19,8	0,239	0,814
PV final (kg)	280,7	292,4	283,3	297,6	4,488	0,544
Edad final (meses)	31,0	30,6	31,2	31,2	0,239	0,822
Incremento PV (kg)	152,6	160,8	153,6	166,4	3,050	0,369
GMD (g/animal/d)	431,0	454,3	433,8	469,9	8,617	0,369

En Cuba, en condiciones de producción, es típico encontrar bajos pesos por edad (1-300 g/animal/día), una elevada edad de incorporación a la reproducción (28 meses), el primer parto a los 41 meses y un alto porcentaje (49 %) de novillas sin incorporar por bajo peso (Mejías *et al.*, 2000).

El problema de la edad de incorporación de los animales a la reproducción ($31,2 \pm 1,4$ meses) estuvo sujeto a las ganancias obtenidas en el experimento (las cuales estuvieron por debajo de lo esperado, que era de 500 – 550 g diarios), pero sobre todo al bajo peso que tenían los animales al inicio del experimento.

El peso de las añojas al inicio del experimento fue de 130,2 ($\pm 2,0$ kg), con 19,9 meses de edad, lo que indica que las ganancias diarias de peso en las edades tempranas de crecimiento, correspondiente al período previo al inicio del experimento, no fueron superiores a los 170 g/animal como promedio. Al respecto, Ceró *et al.* (1986) informaron que cuando las hembras ganan por debajo de 200 g diarios en su fase pos destete, se pierde la capacidad de crecimiento compensatorio con la próxima alimentación y se dificulta el crecimiento y desarrollo, con la disminución, a su vez de la producción.

Un simple cálculo matemático, basado en datos de la literatura (Plaza *et al.*, 2000), indican que una adecuada alimentación en la fase de lactantes, que incluye la leche o sus sustitutos hasta los 120 días, o en su defecto, el amamantamiento restringido y cantidades moderadas de pienso y heno a partir de los 21 días de edad, permitirían ganancias de alrededor de 600 g diarios y, por consecuencia, una ternera al destete de alrededor de 110 kg.

Si no se descuida la fase posdestete, que a nuestro criterio es la más peligrosa de todas, y se alimenta a las hembras con dietas que incluyan hasta un 75 % de pastos de buena calidad, combinado con concentrados u otros suplementos energético-proteicos, se podrían lograr añojas a los 12 meses con alrededor de 245-250 kg de peso vivo, el cual es un animal fisiológicamente preparado para hacer altos consumos de gramíneas en pastoreo y otros forrajes complementarios.

Con ese peso y con las ganancias moderadas que se obtuvieron en la investigación

(entre 431,0 y 469,9 g diarios por animal), la incorporación a la reproducción se hubiera logrado a los 18 meses de edad con un peso vivo final de 322 – 335 kg.

Uno de los aspectos más relevantes de la investigación estuvo relacionado con el ahorro de concentrado, por el efecto del uso del probiótico en los tratamientos que recibieron el aditivo. En la tabla III.12 se aprecia el consumo de alimentos por tratamiento experimental.

Teniendo en cuenta los tratamientos experimentales, los animales del tratamiento II consumieron el 14,1 % de la dieta en forma de concentrado en el PPLL y el 14,6 % en el PLL, y la conversión alimentaria fue de 1,37 y 1,51 kg de pienso por cada kg de ganancia de peso vivo obtenido, respectivamente (tabla III.13). Si lo comparamos con los otros animales que consumieron probiótico (tratamiento IV), observamos que las novillas de este último tratamiento consumieron el 27,7 y el 22,9 % de la dieta en forma de concentrado y sus conversiones fueron de 2,13 y 2,73 kg de pienso por cada kg de ganancia de peso vivo, para el PPLL y el PLL, respectivamente.

Teniendo en cuenta los tratamientos experimentales, los animales del tratamiento II consumieron el 14,1 % de la dieta en forma de concentrado en el PPLL y el 14,6 % en el PLL, y la conversión alimentaria fue de 1,37 y 1,51 kg de pienso por cada kg de ganancia de peso vivo obtenido, respectivamente (tabla III.13). Si lo comparamos con los otros animales que consumieron probiótico (tratamiento IV), observamos que las novillas de este último tratamiento consumieron el 27,7 y el 22,9 % de la dieta en forma de concentrado y sus conversiones fueron de 2,13 y 2,73 kg de pienso por cada kg de ganancia de peso vivo, para el PPLL y el PLL, respectivamente.

Tabla III.12. Consumo de alimentos (kg) por tratamiento durante el período experimental.

Alimentos	Tratamientos				Total	
	I	II	III	IV		
Concentrado	PPLL	1 444,8	981,6	2 412,0	1 944,0	6 782,4
	PLL	1 673,4	1 205,4	2 922,0	2 454,0	8 254,8
	Total	3 118,2	2 187,0	5 334,0	4 398,0	15 037,2
%	20,74	14,54	35,47	29,25	100,0	
Forraje de caña	8 424,0	8 424,0	8 424,0	8 424,0	33 696,0	
Sorbifauna®	-	360,0	-	360,0	720,0	
Urea	90,0	90,0	90,0	90,0	360,0	

Por tanto, no se justifica la inclusión de concentrado a tan altos niveles en la dieta cuando los animales además hacen un consumo de 100 g de probiótico por día. Esto se confirma cuando se observan los consumos totales de concentrado del experimento (tabla III.12), donde se puede apreciar que los animales del tratamiento II consumieron 2 187,0 kg (14,54 % del total), lo que representa un ahorro de 2 211 kg (50,3 %) con respecto al tratamiento IV.

Tabla III.13. Consumo y conversión de concentrado en peso vivo durante el periodo experimental.

Período	Tratamientos			
	I	II	III	IV
Consumo de concentrado (%)				
PLL	14,1	14,1	27,7	27,7
LL	14,6	14,6	22,9	22,9
Conversión alimentaria (kg)				
PLL	1,51	1,37	2,47	2,13
LL	1,51	1,51	2,72	2,73

Las enfermedades parasitarias, y en especial las del tracto gastrointestinal, se encuentran entre las causas más frecuentes e importantes que ocasionan una ineficiencia biológica y económica en los sistemas pecuarios de todo el mundo, fundamentalmente en el trópico (Hoste *et al.*, 2012 Engstr m *et al.*, 2017).

El nivel de infestación parasitaria por nematodos gastrointestinales en los animales, medida a través de su expresión en el conteo fecal de huevos (tabla III.14), mostró un comportamiento similar en los diferentes tratamientos, con valores que estuvieron en un rango entre 39 y 225 hpg de heces fecales, los cuales se consideran bajos y por tanto no afectan el umbral de producción de los animales, según señalaron Quiroz *et al.* (2011).

Por otra parte, al hacer un análisis del balance alimentario se pudo observar que en ambos períodos del año los compuestos nitrogenados de la dieta no fueron limitantes para ninguno de los cuatro tratamientos en estudio. Ello permite inferir que el contenido de PB de la dieta, a través de la suplementación con concentrado, permitió conferir a los animales un adecuado estado de resiliencia frente a la infestación por parásitos gastrointestinales (Bown *et al.*, 1991; Coop y Kyriazakis, 1999).

Tabla III.14. Efecto de la dieta en el CFH, el hematocrito, la glicemia y la condición corporal de las hembras en desarrollo.

Indicadores	Tratamientos				EE±	Valor-P
	I	II	III	IV		
CFH (hpg)	1,45	0,67	1,56	0,64	0,412	0,224
	(225,0)	(38,9)	(80,0)	(100,0)		
Hematocrito (%)	32,6	30,8	32,9	30,1	0,742	0,500
Glicemia (mmol/L)	62,3	65,3	62,5	64,6	1,271	0,803
Condición corporal	3,45	3,55	3,53	3,48	0,063	0,773

El hematocrito manifestó valores similares en los cuatro tratamientos, los cuales estuvieron en un rango entre 30,1 y 32,9 % por lo se encuentran dentro del límite considerado como fisiológico para esta especie y categoría animal (Figueredo *et al.*, 2010). Además, fueron ligeramente superiores a los informados por Sánchez *et al.* (2010) en novillas del cruce Holstein x Cebú (28,1-30,5 %) manejadas en un sistema silvopastoril constituido por una asociación de *M. maximus* y *L. leucocephala*, y suplementación con residuo de la destilería del maíz.

Los valores de la glicemia fueron similares en todos los tratamientos los cuales estuvieron en un rango entre 62,3 y 65,3 mmol/L y fueron similares a los informados por Roa-Vega *et al.* (2017) en animales con una dieta basada en pasto (*Brachiaria decumbens* cv. Basilisk.) y suplementación con *Cratilia argentea* (3,5 kg/animal/día).

La calificación de la condición corporal también puede ser un indicador que se puede utilizar para evaluar el sistema de alimentación de las novillas (García-Erazo, 2016).

El monitoreo de la condición corporal es un método subjetivo, que indica la cantidad de grasa corporal que cubre a un animal como expresión de la energía de reserva útil que dispone, y muestra el plano nutricional al que está expuesto por un período de tiempo razonable (Álvarez, 2015).

La condición corporal de las novillas al final del período experimental presentó valores similares en todos los tratamientos los cuales estuvieron en un rango entre 3,45 y 3,55. Ello indica que las hembras manifestaron una CC óptima pues estuvo en el rango entre 3,25 y 3,75 sugerido por Bustamante-Guerrero (2000) para los animales de esta categoría.

CONCLUSIONES

1. La utilización del probiótico Sorbifauna®, en la dieta de hembras bovinas en pastoreo durante el PPLL, permitió incrementar la ganancia promedio diaria de peso vivo solo en los animales que se suplementaron con el 30 % de los requerimientos de PB en forma de concentrado.
2. El uso del probiótico Sorbifauna® en el PLL no afectó los indicadores productivos de las hembras en desarrollo las cuales manifestaron ganancias promedio de peso vivo entre 447 y 464 g/animal/día.
3. La inclusión del probiótico Sorbifauna® como aditivo a la dieta de hembras bovinas, en pastoreo de gramíneas mejoradas y suplementación con concentrado, no afectó la ganancia promedio diaria de los animales durante el año de evaluación (431-470 g/animal/día).
4. La máxima conversión alimentaria de concentrado en peso vivo se obtuvo en los animales con el menor consumo del suplemento unido al uso del probiótico Sorbifauna®.
5. Las hembras en desarrollo, en las condiciones de manejo y alimentación evaluadas, mostraron excelentes indicadores de salud clínica y metabólica los cuales no fueron afectados por el uso del probiótico Sorbifauna®.

RECOMENDACIONES

1. En sistemas de pastoreo con hembras en desarrollo se recomienda utilizar el probiótico Sorbifauna® solo en el período poco lluvioso, y con suplementación con concentrado al 15 % de los requerimientos de PB, para propiciar un mayor consumo y utilización de los pastos y forrajes, así como una mejor conversión alimentaria.
2. Estudiar el uso del probiótico Sorbifauna® en hembras bovinas, en pastoreo de gramíneas mejoradas y suplementación con concentrado fraccionado en dos momentos del día y con el uso de forrajes en el horario nocturno durante el período lluvioso.
3. Realizar otros estudios donde se incluyan los probióticos en tratamientos experimentales sin suplementación energético-proteica en forma de concentrado, para comprobar su eficacia en sistemas de bajos insumos, propios de la ganadería cubana actual, principalmente de los ganaderos privados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Álvarez, A.; Herrera, R. S.; Díaz, Lausury & Noda, Aida. Influencia de las precipitaciones y la temperatura en la producción de biomasa de clones de *Pennisetum purpureum* **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**. 47(4):413-417, 2013.
2. Álvarez, A. Fisiología del crecimiento. En: *Manual de fisiología*. La Habana, Cuba: UNAH, p. 31-63, 2004.
3. Álvarez, D. *Estudio de la inclusión del probiótico Sorbial® como aditivo alimenticio en precebas porcinas*. Tesis presentada en opción al título de Doctor en Medicina Veterinaria y Zootecnia. La Habana, Cuba: Universidad Agraria de La Habana, Cuba, 2009.
4. Álvarez, J. L. (Ed). Manual de tecnologías agropecuarias. La Habana, Cuba: Casa Editorial ACPA, p: 19. 2005.
5. Álvarez, J. L. Reproducción y producción de leche. La Habana, Cuba: Casa Editorial ACPA. 2015.
6. Anon. La reproducción como factor clave para sustentar sistemas de producción eficientes. Números, opciones de manejo y las metas de la inseminación artificial. <http://www.tq.educ.ar/tq02034/lechrep/pilares.htm>. [21/04/2017], 2005.
7. Anon. Consejo para el fomento de la calidad de la leche y sus derivados A.C. COFOCALEC. NMX-F-718COFOCALEC-2005. Sistema producto leche-muestreo de leche y productos lácteos. México. 2005a.
8. Anon. Muestreo de pastos. Taller del IV Seminario Científico de la EEPF "Indio Hatuey".
9. Matanzas, Cuba. 44 p. 1980.
10. AOAC. Official methods of analysis. Ass. off. Agric. Chem. 16th ed. Washington, DC.
11. 1995.

12. Arece, J.; Rojas, F.; González, E. & Cáceres, O. Eficacia de Labiomec® en el parasitismo en ovinos, terneros y equinos en condiciones de producción. **Pastos y Forrajes**. 25(3):223-229, 2002.
13. Ayad, M. A.; Benallou, B.; Saim, M. S.; Smadi, M. A. & Meziane, T. Impact of feeding yeast culture on milk yield, milk components, and blood components in Algerian dairy herds. **J. Veterinar. Sci. Technol.** 4(135):2, 2013.
14. Bach, A. La reproducción del vacuno lechero: nutrición y fisiología. XVII Curso de Especialización FEDNA. <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/2001CAPV.pdf>. [Consultado: 21/04/2017], 2005.
15. Barahona, R.; Sánchez, M. S.; Murgueitio, E. & Chará, J. Contribución de la *Leucaena leucocephala* Lam. (de Wit) a la oferta y digestibilidad de nutrientes y las emisiones de metano entérico en bovinos pastoreando en sistemas silvopastoriles intensivos. **Revista Carta Fedegán**. 140:66-69, 2014.
16. Baruch, Z. Response to drought and flooding in tropical forage grasses. II. Leaf water potencial, photosynthesis rate and alcohol dehydrogenase activity. **Plant and Soil**. 164:97-105, 1994.
17. Baruch, Z. & Fisher, M. J. Factores climáticos de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el crecimiento. En: *Establecimiento y renovación de pasturas. Conceptos, experiencia y enfoques de la investigación*. Colombia: Red de Investigación y Evaluación de Pastos Tropicales, CIAT, p. 103-142, 1991.
18. Bernardeau, M. & Guillier, F. Efficacy of two lactobacillon on animal health and zootechnical performances. Affichaset communications orales pressentes dans des Congres Internationaux. France. 2003.
19. Blanch, M.; Calsamiglia, S.; DiLorenzo, N.; DiCostanzo, A.; Muetzel, S. & Wallace, R. J. Physiological changes in rumen fermentation during acidosis induction and its control using a multivalent polyclonal antibody preparation in heifers. **J. Anim. Sci.** 87(5):1722-1730, 2009.

20. Blanco, F. 1995. Dinámica de crecimiento y variación de las reservas en *Panicum maximun*. En: Informe final de etapa. Método de manejo de pastizales (Estudio del PRV). EEPF. Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. (Mimeo). 35p.
21. Bown, M. D.; Poppi, D. P. & Sykes, A. R. The effect of post-ruminal infusion of protein or energy on the pathophysiology of *Trichostrongylus colubriformis* infection and body composition in lambs. **Aust. J. Agric.** 42:253-267, 1991.
22. Brizuela, María A.; Bueno, Lourdes; Guyot, J. P.; García, Nieves; Quintana, P. & López Paloma. Evaluación fisiológica y tecnológica de cepas de *Lactobacillus* con potencialidades probióticas. **Revista Cubana de Ciencia Avícola.** 25(1):16, 2001.
23. Bustamante-Guerrero, J. de J. Guía para la calificación de la condición corporal en ganado lechero. México: INIFAP. Folleto técnico. No. 3.
24. <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/publicaciones-nayarit/publicaciones%20del%20inifap/publicaciones%20en%20pdf/folletos%20tecnicos/folleto%20tecnico%203%20guia%20para%20la%20calificacion%20de%20la%20condicion%20.pdf>. [04/06/2018], 2000.
25. Campo, P. P. Faisanes Uso de Probióticos - Producción Agropecuaria. <http://www.infopop.com>. [21/04/2017], 2004.
26. Caner, R. A. Clima de Cuba. Curso Geografía de Cuba. Ed. Rebelde. La Habana, Cuba.
27. 14 p. 2004.
28. Carcelén, F.; Torres, M. & Ara, M. Efecto de probióticos en el alimento de marranas sobre los parámetros productivos de lechones. **Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú.** 16(2):97-102, 2005.
29. Carrilho, P. H. M.; Alonso, J.; Santos, L. D. T. & Sampaio, R. A. Comportamiento vegetativo y reproductivo de *Brachiaria decumbens* vc. Basilisk bajo diferentes

- niveles de sombra. **Revista cubana de Ciencia Agrícola**. 46(1):85-90, 2012.
30. Carro, María D.; Saro, Cristina; Mateo, I.; Díaz, A. & Ranilla, María J. Empleo de los probióticos en la alimentación de rumiantes. Alimentación animal. http://ec.europa.eu/food/food/animalnutrition/feedadditives/docs/comm_register_feed_additives_1831-03. [24/06/2017], 2014.
31. Castro, M. Promotores del Crecimiento. Tendencias Actuales. **Revista ACPA**. 4:19, 2002.
32. Centro del Clima-Instituto de Meteorología. El clima de Cuba. Características generales. http://www.insmet.cu/asp/genesis.asp?tb0=plantillas&tb1=climac&tb2=/clima/climac_uba.htm. [22/01/2018], 2018.
33. Cero, A.; Alfonso, J. & Rivero, J. Crecimiento y desarrollo de la hembra 7/8 Holstein x 1/8 Cebú de 8 a 540 días de edad. **Revista de Producción Animal**. 2:185, 1986.
34. Cerutti, A.; Mónaco, N.; Rosa, M. J. & Santa, V. Relación entre biomasa aérea y producción primaria neta con las variaciones estacionales de precipitaciones y temperaturas en pastizales del sur de la provincia de Córdoba. **European Scientific Journal**. 13(5):117-133, 2017.
35. Chacón-Moreno, E.; Nada, F. & Sarmiento, G. Intercambio gaseoso, nitrógeno foliar y optimización en el manejo del *Panicum maximum* (Tipo común) sometido a diferentes frecuencias de cortes. **Turrialba**. 45(1-2): 19-26, 1995.
36. Chaucheyras-Durand, F.; Ameilbonne, A.; Bichat, A.; Mosoni, P.; Ossa, F. & Forano, E. Live yeasts enhance fibre degradation in the cow rumen through an increase in plant substrate colonization by fibrolytic bacteria and fungi. **Journal of Applied Microbiology**. 120:560-570, 2015.
37. Chen, Y.; Sriornual, S.; Onda, T. & Yanagida, F. Effects of prebiotic oligosaccharides and trehalose on growth and production of bacteriocins by lactic acid bacteria. **Lett. Appl. Microbiol.** 45:190193, 2007.

38. Colectivo de autores. Factores que modifican el valor nutritivo de los forrajes. Sistemas de producción de cereales y forrajes. <http://html.rincondelvago.com/factores-que-modifican-el-valor-nutritivo-de-los-forrajes.html>. [22/01/2018], 2009.
39. Coop, R. L. & Kyriazakis, I. Nutrition-parasite interaction. ***Veterinary Parasitology***. 40.84:187-204, 1999.
41. Crucci-Núñez, L. I. *Suplementación y frecuencia diaria de suministro del concentrado en vaquillonas de carne. Evaluación de la capacidad fermentativa del inóculo ruminal mediante la técnica de producción de gas in vitro*. Tesis de grado presentada como requisito para obtener el título de Doctor en Ciencias Veterinarias. Montevideo, Uruguay: Facultad de Veterinaria. Universidad de la República, 2016.
42. Cuartas, C. A.; Naranjo, J. F.; Tarazona, A. M.; Correa, G. A. & Barahona, R. Consumo de materia seca y nutrientes y composición de la dieta en sistemas silvopastoriles intensivos basados *Leucaena leucocephala*. ***Tropical and Subtropical Agroecosystems***. 18:303-311, 2015.
43. del Pozo, P. P. Análisis del crecimiento del pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) bajo condiciones de corte y pastoreo. Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias Veterinarias. La Habana, Cuba: ICA-ISCAH, 1998.
44. del Pozo, P. P. Bases ecofisiológicas para el manejo de los pastos tropicales. Sitio Argentino de Producción Animal. <http://www.produccion-animal.com.ar>. [24/09/2017], 2002.
45. del Pozo, P. P. Bases ecofisiológicas para el manejo de los pastos tropicales. Anuario Universidad Agrarias de la Habana. Sitio Argentino de Producción Animal. <http://www.produccion-animal.com.ar>. [24/09/2017], 2004.
46. del Pozo, P. P. & Jeréz, I. Experiencias en la implementación de un módulo silvopastoril en una unidad de producción de leche en Cuba. En: Primer Congreso Latino Americano de Agroforestería para la Producción Animal Sostenible. Cali, Colombia, 1999.

47. del Pozo, P. P.; Herrera, R. S.; García, M.; Cruz, Ana M.; Romero, Aida & Blanco, L. Efecto de la intensidad de pastoreo y la edad de rebrote en el desarrollo morfológico del pasto estrella. En: Evento 90 Aniversario de la Facultad de Medicina Veterinaria. La Habana, Cuba: p. 48, 1997.
48. Depablos-Alvarez, L. A.; Vargas-Guzmán, D. O. & Mora-Luna, R. E. Evaluación económica de varios alimentos concentrados comerciales como suplementos para novillas mestizas en crecimiento estabuladas. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**. 24(1):21-28, 2016.
49. Devendra, C. & Leng, R. A. Feed resources for animals in Asia: Issues, strategies for use, intensification and integration for increased productivity. *Invited Review*. **Asian- Austral. J. Anim. Sci.** 24:303-321, 2011.
50. Ding, G.; Chang, Y.; Zhao, L.; Zhou, Z.; Ren, L. & Meng, Q. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* on alfalfa nutrient degradation characteristics and rumen microbial populations of steers fed diets with different concentrate to-forage ratios. **J. Anim. Sci. Biotechnol.** 5:24, 2014.
51. Dixon, R. M. & Stockdale, C. R. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. **Aust. J. Agric. Res.** 50:757-773, 1999.
52. Drisko, J. A.; Giles, C. K. & Bischoff, B. J. Probiotics in health maintenance and disease prevention. Natural Standard Monograph. <http://www.naturalstandard.com>. [14/10/2017], 2003.
53. Engström, M. . Karonen, M. hern, J. . aert, N. Payr , . Hoste, H. alminen,
54. J. P. Chemical structures of plant hydrolyzable tannins reveal their *in vitro* activity against egg hatching and motility of *Haemonchus contortus* nematodes. **J. Agric. Food Chem.** 64(4):840-851, 2016.
55. Escobar, A.; Combellas, J.; Ojeda, A. & Romero, E. El Matarratón su integración a los sistemas silvopastoriles de alimentación de rumiantes. Convenio UCV/Fundación Polar-Venezuela. Informe de proyecto. Venezuela. p: 55. 1995.

56. Escobedo, J. O.; Ramírez, L. & Armendariz, I. 1992. Frecuencia de corte y valor nutritivo del Pasto Guinea (*Panicum maximum*) en el oriente de Yucatán, México. En: IX Seminario científico Nacional y I. Hispanoamericano de Pastos y Forrajes de la EEPF Indio Hatuey. Matanzas, Cuba: p. 197, 1992.
57. Fales, L. Muller, L. D. Ford, J. O' allivan, M. Hoover, J. Holden, L. Lanyon, L. E. & Buckmaster, D. R. Stocking rate affects production and profitability in a rotationally grazed Pasture System. **Journal Production Agriculture**. 8(1):88-96, 1995.
58. Figueredo, J. M.; Abeledo, Ma. Antonia & Vega, E. Determinación de la prevalencia de anemia en terneros en un sistema de cría artificial. **REDVET. Revista electrónica de Veterinaria**. 11(3).
59. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030310/031007.pdf>. 2010.
60. Flores, M. N. & Pérez, G. Microbianos para alimentación directa en dietas para rumiantes: una revisión. AGROPECUS. **Revista de Ciencia, Biodiversidad y Tecnología Agropecuaria**. 1 (1).
61. <http://www.tuobra.unam.mx/obrasPDF/publicadas/010831003753.html>. 2011.
62. Franco, R. & Vargas, S. La Leucaena densa, una opción para la alimentación de los terneros. En: Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril *Los árboles y arbustos en la ganadería*. EEPF Indio Hatuey. Matanzas, Cuba: p. 140, 1998.
63. Fricke, P. M. Estrategias de manejo para mejorar la eficiencia reproductiva de vacas lecheras en lactancia. http://www.wisc.edu/dysci/uwex/rep_phys/pubs/strategies502-spanish.pdf. 2005.
64. Frizzo, L. S.; Soto, L. P.; Bertozzi, E.; Zbrun, M. V.; Signorini, M. L.; Sequeira, G. R.; Rodriguez, A. & Rosmini, M. R. Intestinal populations of Lactobacilli and coliforms after *in vivo* Salmonella Dublin challenge and their relationship with microbial translocation in calves supplemented with lactic acid bacteria and lactose. **Anim. Feed Sci. Technol.** 170(1):12-20, 2011.

65. Fuentes, María E. *Suplementación energética de bovinos a pastoreo. Efecto de niveles moderados de suplemento sobre la dinámica de digestión de la dieta basal*. Tesis de magister en Ciencias Agrarias. Argentina: Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, 2016.
66. García, J. M. Manual de técnicas para bioquímica clínica y hematología. Villa Clara, Cuba: Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, 56 p., 2009.
67. García, L. Influencia del sistema de producción a base de pastos cultivados y suplementación, sobre el comportamiento productivo de machos bovinos de diferentes tipos raciales. Tesis en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. Matanzas, Cuba: EEPF *Indio Hatuey*, Universidad de Matanzas, 2013.
68. García, Marlín; López de Varona; Yamiley y Carcasés, Aida. Empleo de los probióticos en los animales. Sitio Argentino de Producción Animal. <http://www.produccion-animal.com.ar>. [24/09/2017], 2012.
69. García-Erazo, Mónica S. *Efecto de la levadura Saccharomyces cerevisiae en condición corporal, alzada, ganancia diaria de peso, parámetros hematológicos y metabólicos con terneros de remplazo criados al pastoreo en la Hacienda Nero*. Tesis de grado para la obtención del título de Médica Veterinaria y Zootecnista. Cuenca, Ecuador: Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Cuenca, 2016.
70. Garg, D. D. *Efficiency of utilization of leguminous straw based complete feed blocks alone and in combination with probiotics (Saccharomyces cerevisiae) in ration of sheep*. Ph.D. Thesis. India: Rajasthan Agricultural University, 2008.
71. Ghazanfar, S.; Anjum, M. I.; Azim, A. & Ahmed, I. Effects of dietary supplementation of yeast (*Saccharomices serevisiae*) culture on growth performance, blood parameters, nutrient digestibility and fecal flora of dairy heifers. ***The Journal of Animal & Plant Sciences***. 25(1):53-59, 2015.
72. Giro-Pupo, Nélida Z. *Evaluación de gramíneas tropicales bajo condiciones de pastoreo y en seco en un suelo Vertisol del norte de Las Tunas*. Tesis en opción

al título de Master en Pastos y Forrajes. Matanzas, Cuba: EEPF *Indio Hatuey*, Universidad de Matanzas, 2013.

73. Gómez, T. *Efecto del probiótico sorbifauna® en el comportamiento productivo de añojas en pastoreo*. Trabajo científico técnico para examen estatal de salud y producción bovina. Mayabeque, Cuba: Universidad Agraria de La Habana, 2015.
74. González, B. & Yanes, O. Efecto de la presión de pastoreo y fraccionamiento del nitrógeno sobre el rendimiento y el valor nutritivo de la materia seca del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en la época húmeda. **Revista Facultad de Agronomía (Luz)**. 12:353-363, 1995.
75. Guedes, C. M.; Gonçalves, D.; Rodrigues, M. A. M. & Dias-da-Silva, A. Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* yeast on ruminal fermentation and fibre degradation of maize silages in cows. **Anim. Feed Sci. Technol.** 145(1):27-40, 2008.
76. Guillot, J. F. Probiotic feed additives. **Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics**. 26(1):52-55, 2003.
77. Gutiérrez, G. D. *Efecto del VITAFERT como aditivo en cabras lecheras (Capra hircus) alimentadas con forrajes de baja calidad*. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Mayabeque, Cuba: Instituto de Ciencia Animal, 2011.
78. Gutiérrez, O. 2004. Metabolismo de los minerales. Conferencia del curso: Bioquímica y Fisiología Nutricional. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Cuba.
79. Hassan, A. A.; Salem, A. Z. M.; Kholif, A. E.; Samir, M.; Yacout, M. H.; Abu Hafsa, S. H.; Mendoza, G. D.; Elghandour, M. M. Y.; Ayala, M. & Lopez, S. Performance of crossbred dairy Friesian calves fed two levels of *Saccharomyces cerevisiae*: intake, digestion, ruminal fermentation, blood parameters and faecal pathogenic bacteria. **Journal of Agricultural Science**. 154:1488-1498, 2016.
80. Hernández, A.; Pérez, J. M.; Bosch, D. & Castro, N. Clasificación de los suelos de Cuba. Mayabeque, Cuba: Instituto de Suelos, Ediciones INCA, 2015.

81. Hernández, D.; Sáez, Caridad; García-Trujillo, R.; Carballo, Mirta; & Mendoza, C. Factores de manejo en pastoreo de la guinea likoni para la producción de leche. **Pastos y Forrajes**. 10(1):83, 1987.
82. Hernández, D.; Carballo, Mirta; Mendoza, C. & Fung, Carmen. Estudio del manejo de *Chloris gayana* cv. Callide para la producción de leche. I. Efecto de la oferta diaria de materia seca. **Pastos y Forrajes**. 17(3):245-255, 1994.
83. Hernández, D.; Carballo, Mirta; Mendoza, C.; Robles, F. & Fung, Carmen. Efecto de la oferta de materia seca sobre el consumo y la producción de leche en vacas pastando *Chloris gayana* cv. Callide. En: Resúmenes. VIII Seminario Nacional Científico Técnico de Pastos y Forrajes. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. p. 122, 1990.
84. Hernández, D.; Rosete, A. & Robles, F. Sistema de pastoreo rotacional para la producción de leche con *C. dactylon*. II. Efecto del tiempo de estancia. **Pastos y Forrajes**. 8(3):279-295, 1985.
85. Hernández, J. A. El agua en las plantas
CEBAS-CSIC, Murcia.
<https://cienciacebas.wordpress.com/2013/09/04/importancia-del-agua-en-las-plantas-i/>. [17/10/2017], 2013.
86. Herrera, R. S. El Instituto de Ciencia Animal, cincuenta años de experiencia en la evaluación de gramíneas de importancia económica para la ganadería. **Rev. cubana Cienc. Agríc.** 49(2):221-232, 2015.
87. Heuzé, V. & Tran, G. Guinea grass (*Megathyrsus maximus*). Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. <http://www.feedipedia.org/node/416>. [09/04/2018], 2015.
88. Hossain, S. A.; Parnerkar, S.; Haque, N.; Gupta, R. S.; Kumar, D. & Tyagi, A. K. Influence of dietary supplementation of live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on nutrient utilization, ruminal and biochemical profiles of Kankrej calves. **Int. J. Appl. Anim. Sci.** 1(1):30-38, 2012.

89. Hoste, H.; Martínez-Ortiz de Montellano, C.; Manolaraki, F.; Brunet, S.; Ojeda-Robertos, N.; Fourquaux, I. *et al.* Direct and indirect effects of bioactive tannin-rich tropical and temperate legumes against nematode infection. **Vet. Parasitol.** 186:18-27, 2012.
90. Iglesias, J. M. *Los sistemas silvopastoriles, una alternativa para la crianza de bovinos jóvenes en condiciones de bajos insumos.* Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. La Habana, Cuba: ICA-Universidad Agraria de La Habana, 2003.
91. Jeréz, Irma. *Comportamiento de vacas lecheras con diferentes cargas en gramíneas tropicales.* Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. La Habana, Cuba: ICA-ISCAH, 1983.
92. Jones, R. J. & Sandland, R. L. The relation between animal gain and stocking rate. Derivation of the relation from the results of grazing trials. **J. Agric. Sci. Camb.** 83:335-342, 1974.
93. Khafipour, E.; Li, S.; Plaizier, J. C. & Krause, D. O. Rumen microbiome composition determined using two nutritional models of subacute ruminal acidosis. **Appl. Environ. Microbiol.** 75:7115-7124, 2009.
94. Kumar, M. K. & Ramana, D. B. V. Effect of supplementation of yeast culture to calves fed with complete diet. **Indian Vet. J.** 85:667-669, 2008.
95. Ku-Vera, J. C.; Briceño, E. G.; Ruiz, A.; Mayo, R.; Ayala, A. J.; Aguilar, C. F. *et al.* Manipulation of the energy metabolism of ruminants in the tropics: options for improving meat and milk production and quality. **Cuban J. Agric. Sci.** 48(1):43-53, 2014.
96. La O, O. 2001. *Contribución al estudio de algunos aspectos nutritivos y fisiológicos del uso de diferentes ecotipos del género Leucaena en la alimentación de rumiantes.* Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. La Habana, Cuba: ICA, 2001.
97. Lamela, L. *Evaluación de pastos para la producción de leche.* Tesis presentada en

opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. La Habana, Cuba: ICA-ISCAH, 1991.

98. Lamela, L.; Soto, R. B.; Sánchez, Tania; Ojeda, F. & Montejo, I. L. 2010. Producción de leche de una asociación de *Leucaena leucocephala*, *Morus alba* y *Pennisetum purpureum* CT-115 bajo condiciones de riego. **Pastos y Forrajes**. 33(3):311-321.
99. Lardy, G. P.; Ulmer, D. N.; Anderson, V. L. & Caton, J. S. Effects of increasing level of supplemental barley on forage intake, digestibility, and ruminal fermentation in steers fed medium-quality grass hay. **Journal of Animal Science**. 82:3662-3668, 2004.
100. Lazo, J.; Ruiz, T. E; Zarragoitia, L.; Bernal, G. & Díaz, L. E. Crecimiento comparativo de tres variedades de *Leucaena leucocephala* asociadas con Bermuda 68 bajo pastoreo de terneras. **Rev. Cub. Cienc. Agric.** 28:349, 1994.
101. Lemaire, G. & Chapman, D. Tissue flows in grassed plant communities. Part I: Plants and Plants populations. En: Hodgson & A. W. Illius (Eds). *The ecology and management of grazing systems*. CAB INTERNATIONAL Wallingford, p. 3-36, 1996.
102. López, O.; Simón, L.; Lamela, L. & Sánchez, Tania. Evaluación productiva de hembras en desarrollo de genotipos lecheros en una asociación de gramíneas con leucaena. **Pastos y Forrajes**. 33(2):203-212, 2010.
103. López, Y.; Arece, J.; León, E.; Aróstica, N. & Ojeda, F. Efecto de la inclusión de un ensilaje mixto en el comportamiento productivo de ovejas Pelibuey en pastoreo. **Pastos y Forrajes**. 31(1):73-82, 2008.
104. López, Y.; Arece, J.; Ojeda, F. & Aróstica, N. Efecto de la inclusión del probiótico Sorbifauna en el crecimiento de crías ovinas. **Pastos y Forrajes**. 35(1):109-117, 2012.
105. López, Y.; Arece, J.; Ojeda, F. & Molina, M. Uso del probiótico Sorbifauna en el crecimiento de crías ovinas estabuladas. **Pastos y Forrajes**. 37(1):61-64, 2014.

106. López, Y.; Arece, J.; Ojeda, F. & Molina, M. Efecto de la inclusión en la dieta del Probiotico Sorbifauna sobre el crecimiento posdestete de ovinos estabulados. **Pastos y Forrajes**. 38(2):202-206, 2015.
107. Lozano, J. A. Probióticos: Lo favorable: Alimentos probióticos. <http://www.murciaopina.org/modules.php>. [09/04/2018], 2002.
108. Marín, A.; García, A.; Gutiérrez, Marisol; González, Mabel & Ochieng, O. Efecto probiotico del BIOPRANAL sobre los indicadores bioproductivos y de salud en terneros. **Revista Virtual Amazónica**. <http://www.uea.edu.ec/revista/articulos/R1N12010Art5.pdf>. 2010.
109. Martin, S. A. & Streeter, M. N. Effect of malate on *in vitro* mixed ruminal microorganism fermentation. **J. Anim. Sci.** 73:2141-2145, 1995.
110. Martínez, A. L. & Sánchez, J. F. 2005. Alimentación y reproducción en vacas lecheras. <http://www.eumedia.es/articulos/mg/111vacaslecheras.html>. [04/03/2018], 2005.
111. Martínez, J.; Milera, Milagros; Remy, V.; Yepes, I. & Hernández, J. Un método ágil para estimar la disponibilidad de pasto en una vaquería comercial. **Pastos y Forrajes**. 13(1):101, 1990.
112. Martínez, R. O. Bases Biológicas para el pastoreo en bancos de biomasa. En: Curso Bases biológicas del Pastoreo de alta densidad. CEIET. Universidad Nacional Autónoma de México. México. p. 66-77, 1995.
113. Mejías, R.; Franco, M. & Barceló, A. Cambios en la calidad de las novillas y su producción en la primera lactancia a partir de un programa de innovación tecnológica. En: *Nutrición, reproducción y crianza del reemplazo lechero*. Resumen. VII Congreso Panamericano de la leche. La Habana, Cuba. p. 40, 2000.
114. Mejías, R. A. *Sistema para la producción de hembras bovinas de reposición con asociación de gramíneas-leguminosas*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. La Habana, Cuba: ICA, 2008.

115. Milera, Milagros de la C.; López, O. & Alonso, O. Principios generados a partir de la evolución del manejo en pastoreo para la producción de leche bovina en Cuba. **Pastos y Forrajes**. 37(4):382-391, 2014.
116. Milera, Milagros; Martínez, J.; Cáceres, O. & Hernández, J. 1987. Efecto de diferentes ofertas *Cynodon dactylon* (L.) Pers cv. Coastcross-1 sobre la estructura y el valor nutritivo de la planta en pastoreo. **Pastos y Forrajes**. 10(3):239-245, 1987.
117. Ojeda, F.; Cáceres, O.; Montejo, I. L. & Martín, G. J. Estudio de la acción del probiótico Sorbial en los indicadores nutricionales de hollejos de naranja conservados con diferentes materiales absorbentes. **Pastos y Forrajes**. 31(3):283-292, 2008.
118. Ojeda, F.; Pino, Bárbara N.; Lamela, L.; Santana, H. & Montejo, I. L. Estudio de un ciclo de ceba con una dieta integral a base de forraje y hollejo de cítrico. I. Efecto de la calidad del forraje. **Pastos y Forrajes**. 33(1):81-90, 2010.
119. Oniani, O. G. Determinación del fósforo y potasio del suelo en una misma solución de los suelos Krasnozen y Podsólicos en Georgia. **Agrojimia**. 6:25, 1964.
120. Paéz, A.; González, M. E.; Yrausquin, X.; Salazar, A. & Casanova, A. Water stress and clipping management effects on guinea grass. I Growth and biomass Allocation. **Agronomy Journal**. 87:698-706, 1995.
121. Paneque, V. *Manual de práctica de suelos*. La Habana, Cuba: Universidad de La Habana, 1965.
122. Pereira, E. & Lamela, L. Producción de leche en pastoreo con diferentes ofertas de pasto estrella cv. Tocumen. **Pastos y Forrajes**. 18(2):151-161, 1995.
123. Pereira, E.; Lamela, L. & Ripoll, L. Evaluación de pastos para la producción de leche. Guinea (Likoni y Común) y pasto estrella cv. Tocumen. **Pastos y Forrajes**. 13(1):67-73, 1990.
124. Pereiro, M. *Utilización del pastoreo restringido de glycine (Neonotonia*

wightii) como suplemento de vacas lecheras de mediano potencial alimentadas de pastos y forrajes conservados. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. La Habana, Cuba: ICA-ISCAH, 1985.

125. Perón, N. *Efecto del nivel y tipo de alimentación en el comportamiento reproductivo de las novillas*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. La Habana, Cuba: Centro Investigación Mejoramiento Animal, 1984
126. Perón, N. & Tarrero, R. Edad y peso a la pubertad en novillas Holstein, Cebú y $\frac{3}{4}$ Cebú x $\frac{1}{4}$ Holstein. **Rev. Cubana Reprod. Anim.** 8:31, 1982.
127. Perón, N. & Tarrero, R. Efecto de una alimentación a base de miel urea en novillas sobre la actividad productiva. **Rev. Cubana Reprod. Anim.** 7:41, 1981.
128. Petri, R. M.; Schwaiger, T.; Penner, G. B.; Beauchemin, K. A.; Foster, R. J.; McKinnon,
129. J. J. & McAllister, T. A. Characterization of the core rumen microbiome in cattle during transition from forage to concentrate as well as during and after an acidosis challenge. **PLoS One.** 8:e83424, 2013.
130. Pezo, D. & Ibrahim, M. Sistemas silvopastoriles. Módulo de enseñanza agroforestal No
131. 2. Turrialba, Costa Rica: CATIE-GTZ, 1999.
132. Plaza, J.; Ybalmea, R. & Enriquez, Ana V. Edad al sacrificio en el comportamiento de terneros de engorda. **Rev. Cubana. Cienc. Agríc.** 34:215, 2000.
133. Puniya, A. K.; Salem, A. Z. M.; Kumar, S.; Dagar, S. S.; Griffith, G. W.; Puniya, Monica; Ravella, S. R.; Kumar, N.; Dhewa, T. & Kumar, R. Role of live microbial feed supplements with reference to anaerobic fungi in ruminant productivity: A review. **Journal of Integrative Agriculture.** 14(3):550-560, 2015.
134. Quiroz, H.; Figueroa, J. A.; Ibarra, F. & López, María E. *Parasitología y*

- enfermedades parasitarias de animales domésticos*. México: Editorial LIMUSA, 2011.
135. Ramos, N.; Herrera, R. S.; Padilla, C; Barrientos, A.; Aguilera, J. M. *Pasto estrella mejorado (Cynodon nlemfuensis) su establecimiento y utilización en Cuba*. La Habana, Cuba. Ed. EDICA, 1987.
136. Reis, R. A.; Ruggieri, A. C.; Casagrande, D. R. & Páscoa, A. G. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. ***Revista Brasileira de Zootecnia***. 38:147-159, 2009.
137. Reyes, J. J.; Padilla, C.; Martín, P. C.; Gálvez, M.; Rey, Sara; Noda, Aída & Redilla, Carmen. Consumo de forrajes tropicales por vacas lecheras, mestizas Siboney, manejadas en condiciones de estabulación. ***Avances en Investigación Agropecuaria***. 19(1):31-40, 2015.
138. Reyes, J.; García - Trujillo, R.; Senra, A.; Vidal I. & Fonte, D. Estudio de los métodos de pastoreo. II Efecto de la producción y calidad del pasto estrella. ***Rev. Cubana. Cienc. Agríc.*** 29(2):161-166, 1995.
139. Reyes, J. J; Hurtado, E.; Rey, Sara; Alfonso, F.; Noda, Aida. Evaluación preliminar del probiótico Sorbial, como aditivo para cabras lecheras en pastoreo de gramíneas. ***Rev. Cubana. Cienc. Agríc.*** 49(1):11-15, 2015.
140. Roa-Vega, María L.; Ladino-Romero, E. A. & Hernández-Martínez, María C. Indicadores de bioquímica sanguínea en bovinos suplementados con *Cratylia argentea* y *Saccharomyces cerevisiae*. ***Pastos y Forrajes***. 40(2):144-151, 2017.
141. Ruiz, T. E.; Febles, G.; Jordan, H.; Castillo, E.; Zarraditia, L.; Díaz, J.; Crespo, G. & Ramírez, R. Tecnología de Explotación de Bancos de proteína de Leucaena para hembras en desarrollo, producción de leche y carne. Conferencia. Seminario Científico Internacional. XXV Aniversario ICA. La Habana. Cuba. p. 1, 1990.
142. Sánchez, Tania; Lamela, L. & López, O. Efecto de la suplementación con residuos de destilería del maíz en el comportamiento de novillas en una asociación

- de gramínea y leucaena. **Pastos y Forrajes**. 33(3):323-330, 2010.
143. Sánchez, Tania; Lamela, L; López, O & Benítez, M. Influencia del probiótico Sorbifauna en la producción y calidad de la leche de vacas mestizas en pastoreo. **Pastos y Forrajes**. 38(3):183-188, 2015.
144. Santamaría. L. 2004. Uso de Aditivos en la Alimentación Avícola. Natural Standard Monograph. <http://www.naturalstandard.com>. [04/03/2018], 2004.
145. Sardiñas, Y.; Varela, M.; Padilla, C.; Torres, Verena; Noda, Aída & Fraga, Nidia. Control de *Sporobolus indicus* L (R) Br. (espartillo) y rehabilitación de un pastizal de *Megathyrsus maximus* (guinea Likoni) en estado de deterioro. **Avances en Investigación Agropecuaria**. 19(2):35-49, 2015.
146. Serrano, J. Sistemas de pastoreo. Blog ganadero. <http://jairoserano.com/2015/02/sistemas-de-pastoreo>. [04/03/2018], 2015.
147. Simmons, J. Enough (Suficiente) La lucha por la seguridad alimentaria del mañana. Informe sobre cómo alimentaremos al mundo. http://www.elanco.es/pdfs/enough-report_sp.pdf. [11/02/2015], 2014.
148. Simón, L.; Hernández, I. & Duquesne, P. Efecto del pastoreo de *Albizia lebbek* Benth (algarrobo de olor) en el comportamiento de hembras en crecimiento. **Pastos y Forrajes**. 18:67, 1995.
149. Sinoquet, H. & Caldwell, R. M. Estimation of light capture and partitioning in intercropping systems. En: Ecophysiology of tropical intercropping. Ed. INRA France. France, p. 79-97, 1995.
150. Soca, Mildrey; Ojeda, F.; Canchila, E. R. & Soca, Maylín. Efecto del probiótico Sorbial® en el comportamiento productivo y la salud animal de terneros en pastoreo. **Pastos y Forrajes**. 34(4):463-472, 2011.
151. Steel, R. G. D. & Torrie, J. H. Principles and procedures of statistics. 2nd ed. New York: McGraw-Hill International, 1980.

152. Taiz, L. & Zeiger, E. Plant Physiology, 5th ed., Sinauer Associates Inc, Sunderland, MA., 2010.
153. Tergar, L. E.; Velez, J. & Saldamas, D. Production of grazed tropical grasses in different agroecosystems in Puerto Rico Humid Mountain. ***The Journal of Agriculture of University of Puerto Rico***. 72(1):99-108, 1988.
154. Toral, Odalys C. & Iglesias, J. M. Evaluación de accesiones de árboles y arbustos forrajeros durante el periodo de establecimiento. ***Pastos y Forrajes***. 35(1):17-28, 2012.
155. Valles-de la Mora, B.; Castillo-Gallegos, E. & Bernal-Barragán, H. Rendimiento y degradabilidad ruminal de materia seca y energía de diez pastos tropicales cosechados a cuatro edades. ***Rev. Mex. Cienc. Pec.*** 7(2):141-158, 2016.
156. Van Soest, P. J.; Robertson, J. B. & Lewis, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch carbohydrates in relation to animal nutrition. ***J. Dairy Sci.*** 74:3583-3597, 1991.
157. Varga, G. A. & Kolver, E. S. Microbial and animal limitations to fibre digestion and utilization. ***J. Nutr.*** 127:819–823, 1997.
158. Vega, Ana M.; Hernández, D. & Lamela, L. Comportamiento agronómico de un sistema silvopastoril en la UEB San José de la Empresa Genética Manuel Fajardo, en Jiguaní Granma. ***Revista Granma Ciencia***. 16(1), 2012.
159. Voisin, A. Productividad de la Hierba. Tercera reimpresión. Impresiones MINAG. La Habana, Cuba. 499 p., 2010.
160. Wallace, R. J.; McEwan, N. R.; McIntosh, Freda M.; Teferedegne, Belete & Newbold, C.
161. J. Natural products as manipulators of rumen fermentation. ***Asian-Australas. J. Anim. Sci.*** 15(10):1458-1468, 2002.
162. Zamora, A; Plaza, J. y Lara, A. Nota acerca de un sistema de alimentación y manejo de novillas lecheras. ***Rev. Cubana. Cienc. Agríc.*** 34:119, 2000.