

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO		F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA		Dependencia	Aprobado	Pág.
		SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(62)

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	YAMITH SERNA CRIADO
FACULTAD	FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS	ZOOTECNIA
DIRECTOR	CESAR AGUSTO URON CASTRO
TÍTULO DE LA TESIS	UTILIZACION DE NUCLEOS PROTEICOS A BASE DE SEMILLA DE ALGODON EN TERNERAS BLANCO OREJINEGRO DE LA UFPSO PARA MEJORAR LA GANANCIA DE PESO

RESUMEN

(70 palabras aproximadamente)

EL DESARROLLO DE ESTE PROYECTO SE LLEVARA A CABO EN LA GRANJA EXPERIMENTAL DE LA U.F.P.S.O ESTÁ UBICADA EN LA VEREDA EL RHIN A 2,8 KM DEL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE OCAÑA N.S, A 1200 M.S.N.M, CON UNA PRECIPITACIÓN PROMEDIO ANUAL DE 980 A 1200 MM, UNA HUMEDAD RELATIVA DEL 76% Y UNA TEMPERATURA DE 18 A 24°C. LOCALIZADA CON RESPECTO A LA LÍNEA DEL ECUADOR Y EL MERIDIANO DE GREENWICH ASÍ: 73 GRADOS 20 MINUTOS LONGITUD OESTE Y 8 GRADOS 15 MINUTOS DE LATITUD NORTE.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 62	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM: 1
-------------	---------	----------------	-----------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.
 Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufpso.edu.co



**UTILIZACION DE NUCLEOS PROTEICOS A BASE DE SEMILLA DE
ALGODON EN TERNERAS BLANCO OREJINEGRO DE LA UFPSO PARA
MEJORAR LA GANANCIA DE PESO**

YAMITH SERNA CRIADO

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
ZOOTECNIA
OCAÑA
2014**

**UTILIZACION DE NUCLEOS PROTEICOS A BASE DE SEMILLA DE
ALGODON EN TERNERAS BLANCO OREJINEGRO DE LA UFPSO PARA
MEJORAR LA GANANCIA DE PESO**

YAMITH SERNA CRIADO

Trabajo de grado presentado para optar el título de zootecnista.

**Director
CESAR AGUSTO URON CASTRO
Zootecnista**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
ZOOTECNIA
OCAÑA
2014**

CONTENIDO

Pág.

1. UTILIZACION DE NUCLEOS PROTEICOS A BASE DE SEMILLA DE ALGODON EN TERNERAS BLANCO OREJINEGRO DE LA UFPSO PARA MEJORAR LA GANANCIA DE PESO.	10
1.1 FORMULACION DEL PROBLEMA	10
1.2 JUSTIFICACION	11
1.3 OBJETIVOS	11
1.3.1 Objetivo general	11
1.3.2 Específicos	11
2. MARCO REFERENCIAL	12
2.1 MARCO HISTORICO	12
2.2 MARCO TEORICO	13
2.2.1 El ganado criollo blanco Orejinegro (bon).	14
2.2.1.1 Características zootécnicas.	15
2.2.1.2 Origen del ganado bon.	16
2.2.1.3 Hábitat y población.	17
2.2.1.4 Características generales de la raza.	17
2.2.1.5 Características productivas y reproductivas.	19
2.2.1.6 Parámetros reproductivos.	20
2.2.1.7 Parámetros productivos.	21
2.2.2 La semilla de algodón en la ganadería	22
2.2.2.1 Gossypol en Plasma en Ganado Lechero alimentados con Semilla de Algodón.	22
2.2.2.2 Utilización de la semilla de algodón como suplemento de la recría.	27
2.2.2.3 Utilización de la semilla de algodón en novillos en terminación	28
2.2.2.4 Utilización de semilla de algodón en el rodeo de cría.	29
2.3 MARCO LEGAL	30
2.3.1 constitución política de Colombia.	30
2.3.2 Resolución 1056 (17 abril 1996).	30
2.4 MARCO CONCEPTUAL.	31
2.4.1 Generalidades de la semilla de algodón	31
2.4.2 Composición química	32
2.4.3 Consumo y características de la fermentación ruminal	33
2.4.4 Factores anti nutricionales	33
2.4.5 El gossypol	33
2.4.6 Toxicidad por Gossypol en Ganado Vacuno.	35
2.4.7 Análisis de Gossypol.	37
2.4.7.1 Disponibilidad de Gossypol y Toxicidad	38
2.4.8 La semilla de algodón no necesita procesado alguno.	40
2.4.9 La calidad de las semillas de algodón puede variar.	40

<u>3. DISEÑO METODOLÓGICO</u>	41
<u>3.1 METODOLOGÍA PROPUESTA</u>	41
3.1.1 Tipo de investigación.	41
3.1.2 Población.	41
3.1.3 Muestra.	41
3.1.4 Variables e indicadores.	41
3.1.5 Modelo estadístico.	41
<u>3.2. METODOLOGÍA</u>	41
3.2.1. Métodos.	42
<u>3.3 LOCALIZACION</u>	43
<u>3.4 HIPOTESIS</u>	43
<u>3.5 RESULTADOS</u>	43
3.5.1 Consumo de suplemento	43
3.5.2 Peso inicial	44
3.5.3 Ganancia de peso en cada periodo y grupo tratado	45
<u>3.6 ANALISIS DE RESULTADOS</u>	46
3.6.1 Pruebas del rango estudentizado de TUKEY (HSD)	50
3.6.1.1 Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Peso INICIAL	50
3.6.1.2 Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para G0A15	50
3.6.1.3 Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para G0A30	51
3.6.1.4 Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para G0A45	52
3.6.1.5 Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para GT	52
<u>3.7 COMPARACION ENTRE GRUPOS TRATADOS Vs GRUPO CONTROL Y TTO (Fsr) Vs TTO (Fsl).</u>	53
<u>3.8 COLABORADORES.</u>	57
<u>3.9 RECURSOS DISPONIBLES.</u>	57
3.9.1 Recursos Institucionales	57
3.9.2 Recursos Financieros	57
3.9.3 Materiales	57
<u>3.10 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</u>	57
<u>CONCLUSIONES</u>	59
<u>RECOMENDACIONES</u>	60
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	61
<u>REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRÓNICAS</u>	62

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Variables e indicadores	41
Cuadro 2. Consumo de núcleos proteicos en cada periodo	43
Cuadro 3. Consumo de núcleos proteicos en promedio por animal/ día	44
Cuadro 4. Control de peso cada 15 días, grupo testigo (solo forraje).	44
Cuadro 5. Control de peso cada 15 días, grupo tratado (forraje más suplementación restringida).	44
Cuadro 6. Control de peso cada 15 días, grupo tratado (forraje más suplementación libre).	45
Cuadro 7. Ganancia de peso en cada periodo para el grupo T(f)	45
Cuadro 8. Ganancia de peso en cada periodo para el grupo T (fsr)	45
Cuadro 9. Ganancia de peso en cada periodo para el grupo T (fsl)	45
Cuadro10. Resumen de los resultados	55

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 1. Composición Química.	32
Tabla 2. Análisis de varianza para el peso inicial	46
Tabla 3. Análisis de varianza para la ganancia de peso de 0 a 15 días.	46
Tabla 4. Análisis de varianza para la ganancia de peso en el periodo de los 0 a los 30 días	47
Tabla 5. Análisis de varianza para la ganancia de peso en el periodo de los 0 a los 45 días.	47
Tabla 6. Análisis de varianza para la ganancia de peso total.	48
Tabla 7. Test de Levene para homogeneidad de la varianza PINICIAL ANOVA de las desviaciones cuadradas de las medias de grupo	48
Tabla 8. Test de Levene para homogeneidad de la varianza G0A30 ANOVA de las desviaciones cuadradas de las medias de grupo	49
Tabla 9. Test de Levene para homogeneidad de la varianza G0A45 ANOVA de las desviaciones cuadradas de las medias de grupo	49
Tabla 10. Test de Levene para homogeneidad de la varianza GT ANOVA de las desviaciones cuadradas de las medias de grupo	49
Tabla 11. Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Peso INICIAL	50
Tabla 12. Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para G0A15	51
Tabla 13. Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para G0A30	51
Tabla 14. Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para G0A45	52
Tabla 15. Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para GT	53
Tabla 16. Comparación entre grupos tratados vs control para el peso inicial.	53
Tabla 17. Comparación entre grupos tratados vs control para la ganancia de peso de los 0 a los 15 días.	54
Tabla 18. Comparación entre grupos tratados vs control para la ganancia de peso de los 0 a los 30 días.	54
Tabla 19. Comparación entre grupos tratados vs control para la ganancia de peso de los 0 a los 45 días.	55
Tabla 20. Comparación entre grupos tratados vs control para la ganancia de peso total.	55

1. UTILIZACION DE NUCLEOS PROTEICOS A BASE DE SEMILLA DE ALGODON EN TERNERAS BLANCO OREJINEGRO DE LA UFPSO PARA MEJORAR LA GANANCIA DE PESO.

1.1 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿La utilización de núcleos proteicos a base de semilla de algodón en terneras blanco Orejinegro de la UFPSO puede mejorar la ganancia de peso diario para optimizar los parámetros productivos en este núcleo de animales?

Colombia posee un potencial importante para el desarrollo de la raza bovina *Blanco Orejinegro* pues la tenencia por más de 500 años lo convierte en un animal perfectamente adaptable a un medio tropical; Aun así el aprovechamiento del potencial productivo no ha sido explotado al máximo pues lo hemos relegado a condiciones poco favorables como son: terrenos pendiente, pastos de baja calidad, nutricional producidos en suelos ácidos, condiciones silvopastoriles primarias; sumado a la ausencia de condiciones básicas de manejo o control de endo y ectoparásitos, falta de suplementación alimenticia y asistencia profesional especializada, que hicieron que el potencial genético de esta raza no se expresara y quedara relegado a un segundo plano por ser comparado con otras razas establecidas en mejores condiciones.

La semilla de algodón es un subproducto agroindustrial y a pesar de contar con un factor anti nutricional como lo es el *GOSSYPOL (POLIFENOL BINAFTILICO DIALDEHIDO)*, que es una sustancia toxica producida por la planta como mecanismo de defensa contra insectos, el cual no es limitante para el uso en la alimentación de rumiantes puesto que estos presentan un marcado efecto detoxificante por parte de los microorganismos del rumen, éste factor que le permite una amplia utilización del producto en raciones para vacas lecheras. Bajo estas condiciones, el manejo de la nutrición contempla en la semilla de algodón el fortalecimiento en las condiciones del rumiante en su capacidad para aprovechar al máximo este tipo de subproducto, lo cual le ayudará a llenar los requerimientos del animal, manteniendo un balance positivo que redunde en mantenimiento de la condición corporal y aumento de la producción láctea, aunque las grasas pertenecientes a este producto ejercen un efecto depresor sobre la ingesta de materia seca aumentan prácticamente el consumo de forraje, convirtiéndose en una agradable alternativa nutricional.

A raíz de la baja disponibilidad y calidad de los forrajes presentes en las praderas de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña afectando el consumo de materia seca y de nutrientes en los animales de este núcleo bovino, por consiguiente, se ven afectados los índices productivos generando una baja eficiencia biológica y económica. Se desea solucionar el problema por medio de la suplementación con el subproducto agroindustrial “semilla de algodón”, mejorando la ración suministrada a estos animales con el fin de mejorar los parámetros productivos en el Blanco Orejinegro.

El desarrollo de este proyecto se llevara a cabo en la granja experimental de la U.F.P.S.O está ubicada en la vereda el Rhin a 2,8 Km del casco urbano de la ciudad de Ocaña N.S, a 1200 m.s.n.m, con una precipitación promedio anual de 980 a 1200 mm, una humedad relativa del 76% y una temperatura de 18 a 24°C. Localizada con respecto a la línea del ecuador y el meridiano de Greenwich así: 73 grados 20 minutos longitud oeste y 8 grados 15 minutos de latitud norte.

1.2 JUSTIFICACION

Las principales limitaciones para optimizar la producción en cualquier tipo de explotación ganadera, son la baja disponibilidad forrajera en cuanto a cantidad y calidad, su producción se ve ligada con la época del año, la utilización frecuente de concentrados en proporciones que no ameritan su uso en términos rentables, ya que están constantemente sometidos a incrementos por depender de materias primas importadas.

Por lo anterior la investigación de suplementación en bovinos Blanco Orejinegro se justifica porque busca generar una estrategia de alimentación de bajo costo y fácil empleo a nivel de finca como lo es la semilla de algodón, que permiten al animal llenar sus requerimientos nutricionales acorde a su estado fisiológico, además de favorecer la micro biota presente en el rumen.

En la implementación de esta nueva estrategia de alimentación se mejora la productividad de la empresa ganadera y disminuir el impacto negativo de la estacionalidad en la producción de forrajes, permitiendo hacer un balance de la dieta total con el fin de lograr un mejor aprovechamiento de los nutrientes presentes en el alimento que se les ofrece a los bovinos de esta raza, al menor costo.

1.3 OBJETIVOS

1.3. 1 Objetivo general. Evaluar la utilización de núcleos proteicos a base de semilla de algodón en terneras Blanco Orejinegro de la UFPSO para mejorar la ganancia de peso diaria.

1.3.2 Específicos. Elaboración de núcleos proteicos (BMN) a base de semilla de algodón.

- Evaluar la suplementación de núcleos proteicos a base de semilla de algodón en terneras de la raza BON.
- Evaluar la ganancia de peso diaria con la utilización de núcleos proteicos.
- Evaluar el consumo de este suplemento.
- Evaluar rentabilidad del uso de núcleos proteicos en la dieta de terneras Blanco Orejinegro.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO HISTORICO

El proyecto bovino del núcleo de razas criollas de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña nace a raíz de un convenio entre coorpoica- universidad, con el fin de aumentar la población bovina de la raza Blanco Orejinegro, este convenio fue firmado en agosto del 2005, para el cual llegan un lote de hembras aptas para la reproducción y dos toros reproductores. Con el transcurso del tiempo fue aumentando el número de individuos de esta raza, hasta el día de hoy que se cuenta con 15 vacas, 3 novillas de vientre, 9 terneras de levante, 2 terneros de levante, 3 terneras de cría, 2 terneros de cría.

Muchos ganaderos en todo el mundo utilizan la semilla motosa entera, obtenida después del proceso de desmote y que contiene filamentos de “línter”, los cuales aportan cantidades importantes de fibra. El uso más importante es en poli gástricos para la dieta de lactancia temprana, principalmente porque comparada con otras fuentes disponibles de suplementación de proteína, la semilla motosa de algodón es la única que aporta contenidos significativos de fibra y energía, lo que la hace atractiva también para la alimentación de rumiantes en momentos de stress por altas temperaturas cuando el apetito se reduce.¹

La semilla entera se usa fundamentalmente en la alimentación de vacas de leche de alta producción, donde su valor nutritivo es elevado. De todos modos debe tenerse en cuenta que: i) su proteína sólo tiene una degradabilidad media (73%) y la proporción de proteína soluble es muy elevada (de entre el 40-50%), ii) parte de la grasa es bypass, de modo que la adición de este ingrediente aumenta la proporción de grasa en la leche (especialmente la concentración en esteárico y oleico), pero también reduce su contenido proteico, iii) la digestibilidad de la fibra depende de la proporción de borra, que es celulosa pura, y, por tanto, altamente degradable en el rumen. El suministro de semilla entera de algodón a vacas de leche no debe sobrepasar los 3 kg por animal y día. En el caso de terneros los niveles máximos de gossypol libre en el pienso deben restringirse a 100 ppm (terneros pre rumiantes), 200 ppm (piensos de transición y pos destete) y 600 ppm (terneros de más de 24 semanas). La semilla entera de algodón es un producto voluminoso, lo que complica el manejo y encarece su transporte. Por ello se recomienda su uso directo en sistemas unifeed. Debido al elevado contenido en humedad de algunas partidas importadas y al elevado grado de insaturación de su grasa, es un ingrediente peligroso si no se maneja adecuadamente. Su empleo exige controles periódicos de su grado de enrancia miento, nivel de aflatoxinas y contenido en gorgojos.²

¹ *Eduardo Román G.* SEMILLA MOTOSA DE ALGODÓN: UN PRODUCTO DE MUCHO VALOR

² ← 131. Manual MERCK M.V. SEXTA EDICIÓN. Artículo 7: Semilla de algodón, Una excelente alternativa para Alimentación de Vacunos . 20 mayo, 2013

2.2 MARCO TEORICO

Pese a que se calcula que el sustento total o parcial de cerca de 2000 millones de personas en el mundo depende del mantenimiento de razas de animales locales criollas, la mayoría está en riesgo de perderse al ser remplazadas por animales foráneos.

Según FAO, se estima que el 30% de las razas de animales domésticos corre el riesgo de extinción, la mitad de estas se encuentran en países en desarrollo. El ganado vacuno, cerdos, ovejas, cabras, gallinas y caballos, al ser introducidos en América en la época colonial presentaron un proceso de adaptación y mejoramiento tanto natural como dirigido por las poblaciones humanas. La introducción de razas llamadas “mejoradas de alto rendimiento” para producir de forma intensiva carne, leche y huevos lleva atado un paquete tecnológico de elevados insumos. Este tipo de actividad pecuaria comercial intensiva, basada en pocas razas y dependiente de tecnologías importadas, no es asequible ni sostenible para la mayoría de nuestros agricultores en América Latina³.

En Colombia algunas organizaciones conscientes de la pérdida de las razas criollas y de su valor para la seguridad alimentaria de las comunidades, han iniciado programas de ganaderías alternativas.

Con el desarrollo de las tecnologías de punta y la “Revolución Verde” en la industria agropecuaria, las cuales son importadas de otros países que tienen condiciones climáticas y socioeconómicas diferentes al nuestro, se han relegado a un segundo plano las experiencias acumuladas durante años por nuestros campesinos e indígenas; esta misma situación ha sucedido con las razas bovinas criollas.

Es cierta que la rentabilidad en una instalación ganadera, ya sea especializada en producir leche, carne o doble propósito, requiere de animales productivos. Las razas de ganado europeo tienen mayor productividad de leche y carne que las razas criollas pero poseen el problema de la mala adaptación a las condiciones del trópico de nuestro país, Colombia.

Estas condiciones de alta productividad y poca adaptabilidad en el trópico se deben a que las razas europeas han tenido un riguroso trabajo genético en el clima templado durante cientos de años, lo que ha permitido obtener animales con los caracteres raciales deseados de adaptación al clima templado de Europa, de producción elevada en leche y carne, armonía fenotípica, capacidad fisiológica para asimilar las dietas acordes con la producción, adaptación a las condiciones y enfermedades del medio europeo, etc.

Estas características hacen que los animales de origen europeo sean unas verdaderas fábricas para la producción, puesto que requieren de un número importante de condiciones especiales,

³ GRAIN. Recuperando ganado criollo en Colombia. [online]. Actualizado en el 2007. [citado el 12 de septiembre de 2010]. Disponible en Internet En. http://www.grain.org/biodiversidad_files/biodiv222.pdf p. 1 de 6.

que incluyen un paquete tecnológico sin el cual los animales no pueden rendir lo que sus capacidades genéticas prometen.

Entre las condiciones que influyen en el sistema productivo se encuentran: el clima, el manejo, la alimentación, la resistencia a enfermedades, etc. Estas características son diferentes en el trópico colombiano a las requeridas por las razas europeas. Las condiciones antes señaladas provocan que la producción de leche en las zonas tropicales sea poca o no rentable cuando el objetivo es la comercialización, puesto que no se dispone de una raza gran productora que se desarrolle bien en este clima⁴.

2.2.1 El ganado criollo blanco Orejinegro (bon). Colombia es un país con muchas posibilidades para desarrollar la producción ganadera. Para cada una de las distintas regiones naturales, formadas por las tres divisiones del sistema montañoso de los Andes, y las cuencas hidrográficas de los ríos Orinoco y Amazonas, el país prácticamente posee una raza bovina criolla (*Bos Taurus*) adaptada⁵.

En las regiones de topografía quebrada de clima medio de la zona central de Colombia, ha prosperado el *Blanco Orejinegro* o ganado BON, cuyo nombre obedece a las características externas, pelaje blanco y orejas negras, las que lo diferencian de otros bovinos criollos de Latinoamérica, en los cuales predominan las capas de color bayo o rojizo.

Debido al proceso de selección natural que ha operado en dicha raza, por espacio cercano a los 500 años, posee características de máxima importancia económica como habilidad para reproducirse y sobrevivir; rusticidad, expresada especialmente en su resistencia al “nuche” (*Dermatobia hominis*) y en su capacidad de pastorear y aprovechar forrajes toscos, fibrosos y de escaso valor nutritivo y en la destreza para transitar por terrenos escarpados.

El primer ganado venido al Nuevo Mundo lo trajo Colón en su segundo viaje. Dicho ganado fue embarcado en la isla de Santo Domingo, en noviembre de 1493. Dos décadas más tarde pasó a Puerto Rico, Jamaica y Cuba y territorio continental, dando origen al ganado de Norte, Centro y Suramérica. Santa Marta y Cartagena de Indias fueron los puertos de entrada del ganado a la parte norte de Colombia y posteriormente al interior del país⁶. Debido a las marcadas diferencias externas del BON con las otras razas criollas colombianas, existen varias hipótesis para explicar un origen diferente de este. Las razas White Park y Wild White de Gran Bretaña, los ganados blancos de Italia, la raza Swedish Mountain y la Berrenda de

⁴ *Ibíd.*, p. 2 de 6.

⁵ GANADO CRIOLLO COLOMBIANO. Blanco Orejinegro Bon. [online]. Actualizado en el 2002. [citado el 12 de septiembre de 2010]. Disponible en Internet En: <http://www.ganadocriollocolombiano.com/razas-2/blanco-orejinegro-bon-1> p. 2 de 5.

⁶ SALAZAR, J.J. y A. CARDOZO. Desarrollo del ganado criollo en América Latina: resumen histórico y distribución actual. Recursos Genéticos animales en América Latina. Ganado Criollo y especies de altura.FAO. Roma, Italia. 1992. p. 25.

España, así como cruces entre los distintos tipos de ganado español de la época, son frecuentemente mencionados como ancestros del BON⁷.

Considerando que los primeros años de la conquista, las únicas importaciones de ganado fueron hechas de España, la hipótesis más probable de su origen es la raza Berrenda, la que posee las mismas características externas del BON. El punto de entrada al país parece ser que fue el occidente colombiano, el cual fue colonizado, desde el Océano Pacífico, por Sebastián de Belalcázar quien trajo, procedente de Panamá, un embarque de ganado que se adaptó a las condiciones climáticas y forrajeras del Valle del río Cauca y estribaciones de las cordilleras Central y Occidental.

Cualquiera que sea el origen del BON, lo importante es el proceso de adaptación que ha experimentado al amplio rango de ambientes y diferentes niveles de manejo a que ha sido sometido en la zona cafetera de clima medio del país.

2.2.1.1 Características zootécnicas. Las características más sobresalientes del *Blanco Orejinegro* son: Pelaje de color blanco, orejas negras interna y externamente y piel fuertemente pigmentada. Los terneros nacen con la piel rosada, pero esta se va convirtiendo en negra debido a la acción de los estímulos externos, especialmente la radiación solar. El proceso de pigmentación se completa alrededor de los 24 meses. También son de color negro: la punta de los cuernos, la trompa o morro, la lengua, el paladar, los alrededores de los ojos, el ano, la vulva, el periné, el escroto, la ubre, los pezones y los miembros, especialmente la cara anterior del tercio distal y las pezuñas⁸.

El pelaje o capa presenta algunas variaciones en su color, longitud y distribución: en el “blanco” simple o común predomina la capa blanca y se presenta en un 55% de los animales. En la variedad “peludo” la longitud del pelo es mayor, ocurre muy esporádicamente. El tipo “dos pelos” tiene pelos negros diseminados en todo el cuerpo, siendo negras las mucosas, pestañas, extremidades y borla de la cola. El “azul pintado” se caracteriza por tener pintas negras pequeñas, especialmente en el tronco y tren anterior, lo que le da un aspecto gris-azul, mosqueado o sardo, es el tipo que predomina en los departamentos de Caldas y Huila. El “Blanco Orejimono” es una variedad recesiva (Salazar, 1971) que posee orejas rojizas, mucosas rosadas y piel clara. Su frecuencia se estima en un 3 a 4 % de los nacimientos y según creencia de los campesinos es el tipo más productor de leche, sin embargo, no existen datos experimentales que lo corroboren.

La conformación del *Blanco Orejinegro* es muy variable, pero en general es un animal típico de doble utilidad. La cola delgada e inserción alta, el anca caída, el dorso ensillado y la estrechez de los isquiones son típicos en el ganado BON. Según Pinzón (1984), la inserción alta de la cola aumenta el diámetro de la pelvis para facilitar el parto; el anca caída y el

⁷ ROUSE, J.E. The criollo: Spanish cattle in the Americas. Norman, University of Oklahoma Press USA. 1999. p. 48.

⁸ SALAZAR, B. Raza Blanco Orejinegro BON Ganado de Leche en El Nus. ICA. Pub. Misc. Bogotá, D.C. 2000. p. 54.

dorso ensillado son típicos de animales de montaña, características que los habilitan para transitar por terrenos abruptos.

De especial importancia económica es su resistencia al nuche (*Dermatobia hominis*) y a las garrapatas. Según Mateus⁹, el escaso daño que le produce la larva del “Nuche” es debida a varios factores entre los que se destacan: 1. El grosor de la piel, la cual difícilmente es franqueada por las larvas; 2. La fuerte pigmentación de la misma produce un olor repelente para las moscas que actúan como vectores del nuche; 3. El color de la capa, ya que el ganado de colores más susceptible, existiendo la creencia que las moscas vectoras son ciegas para el color blanco y 4. Inmunidad congénita, la cual, según López (1978), podría atribuirse a la acción de genes dominantes.

El BON es un animal de temperamento tranquilo y dócil y por su gran fortaleza y habilidad para caminar por terrenos escarpados, no mecanizables, es, además, utilizado como animal de carga o tiro. El acortamiento de la lactancia y la inhibición de la bajada de la leche en ausencia del ternero, son indicio de la habilidad materna de las vacas BON.

2.2.1.2 Origen del ganado bon. Varias teorías han sido expuestas para esclarecer la procedencia de esta raza; entre ellas, el origen británico, que sugiere que el ganado BON es derivado del ganado Park White, ganado con un fenotipo muy parecido, el cual ha sido considerado como el pariente más cercano del ganado salvaje de Escocia, el URUS o *Bos primigenius*. La teoría del origen sueco, sugiere que el ganado, de tamaño muy parecido al BON, sin cuernos, es el pariente más cercano, teoría no aceptada por ser este ganado de carácter dominante topo y es poco probable que sus descendientes fueras astados. La teoría italiana, se apoya en la evidencia de que en Génova hay una raza de ganado, el Antillano, parecida al BON, que habría pasado a España y luego a América (1). Joshi citado por Pinzón, 1984, describe una raza africana muy antigua, Nguni, parecida al BON y hace suponer un ancestro africano lejano, importado por los romanos desde el nororiente de África a Europa y llevado luego a España.

La teoría del origen ibérico del ganado BON; la más aceptada, sugiere que al igual que todos los ganados europeos que poseen capa blanca, el BON es descendiente directo del “*Bos primigenius*”, del que descenderían todos los ganados del Occidente Asiático, del Norte de África y toda Europa. Se propone que este “*Bos primigenius*” se domesticó en el Asia Menor y de allí se dispersó por Egipto, luego pasó a Fenicia y después al Norte de África, de donde habría sido llevado a España y al resto del continente Europeo por los Moros y los Romanos. El ganado español, conocido en América Latina como criollo, fue el primer ganado en habitar el trópico (40). Este ganado parece haber entrado en América, durante el segundo viaje de Colón, quien lo trajo desde Gomera (Isla del Archipiélago de las Canarias) hasta Santo Domingo, de donde fueron emigrando hacia Norte, Centro y Suramérica, lo que explica la similitud de las características raciales de todas los ganados criollos del Nuevo Mundo¹⁰.

⁹ MATEUS, G. 1967. El nuche y su ciclo de vida. Revista ICA. Bogotá, D.C., 1999. p. 56.

¹⁰ SOURDIS, NAJARA Adelaida. Ganadera en Colombia cinco años construyendo país. San Martín Obregón y CIA limitada. Bogotá D.C. 2008, p. 45.

Una de las vías de importación a Colombia posiblemente fue el sur; los semovientes entraron a Perú por el Pacífico, procedentes de la Española, se difundieron luego al norte, y a partir de 1538, fue formándose un poderoso núcleo multiplicador en las regiones templadas del Patía, Popayán, Cauca, Jamundí y Timaná. Otra teoría afirma que el BON llegó primero a Panamá, de donde fue llevado a Ecuador y de allí fue introducido a Popayán en el año 1536.

2.2.1.3 Hábitat y población. La raza *Blanco Orejinegro* (BON) tiene su hábitat natural en las estribaciones de la cordillera central y occidental, las alturas comprendidas entre 800 y 1800 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas que oscilan entre 18 y 24°C y una precipitación pluvial por año superior a 1800 mm. Se refiere en otras palabras a la zona cafetera o zona media de nuestro país, la cual representa 122000 km² del territorio nacional. Ecológicamente esta zona es transicional entre bosque húmedo y bosque muy húmedo tropical, con topografía bastante abrupta, irregular y erosionable y suelos caracterizados por baja fertilidad debida a su acidez, deficiencia de calcio y fósforo y alto contenido de hierro y magnesio. Los forrajes de esta zona son un reflejo de la pobre calidad del suelo¹¹.

La raza BON fue sometida a una selección caprichosa, nunca asistida por parámetros de producción y productividad; sin embargo con el curso de los años estos ganados han constituido un representante biológico del medio en el cual viven (1).

El BON cuenta con una población efectiva del 2866 animales puros, el 12.21% de ganado criollo del país, y 1860 ejemplares mestizos. De la población total el 77% se encuentra en el en Caldas. De acuerdo a los parámetros de clasificación de especies en vía de extinción de la FAO, esta raza se encuentra en un estado vulnerable (entre 1000 y 5000 hembras y relación hembras: macho de 50:1)¹².

2.2.1.4 Características generales de la raza. El nombre de la raza BON, hace referencia a una de sus principales características zootécnicas: el pelaje de color blanco sobre piel negra en todo el cuerpo, con excepción de las orejas y el tercio inferior de las extremidades, que poseen pelaje negro. Entre las características del BON que han asegurado su adaptabilidad, se destacan principalmente:

El BON es un ganado bastante dócil y en este aspecto contrasta con el cebú; animales no castrados de tres años, son manejados con mínimas precauciones. Aprovechando esta facilidad de manejo, se ha utilizado el BON como una fuente de fuerza de trabajo, para carga y las labores del arado.

Habilidad para aprovechar forrajes bastos ricos en celulosa. Es claro que este tipo de ganado se ha criado en suelos que presentan niveles deficientes de algunos elementos minerales como fósforo (P), cobre (Cu), zinc (Zn), de tal forma que los forrajes producidos bajo estas

¹¹ HOGARES JUVENILES CAMPESINOS. Manual agropecuario. Bogotá DC: Hogares juveniles campesinos, 2001. p. 215.

¹² MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL “ETAL”. Competir e innovar, la ruta de la industria bovina, Bogotá, una tintar medios limitada, Bogotá. D.C., 2009. p. 143.

condiciones son de escaso valor nutritivo. A pesar de estas condiciones, estos bovinos han mostrado una gran respuesta biológica que les ha permitido sobrevivir. Botero, 1979, reportó una baja precocidad sexual de las hembras; edad al primer servicio de 30 a 32 meses, y la primera cría a los 41 meses, esto se explicaba parcialmente porque el apareamiento en las novillas se realizaban no tanto seleccionándolas por su edad, sino más bien por su desarrollo y éste era difícil de encontrar a una edad más temprana, debido a la baja calidad de los forrajes a los cuales estaban sometidos. Sin embargo, se ha determinado que las hembras BON obtienen un mayor porcentaje de natalidad, una menor edad al primer servicio y parto; y un mayor número de días en lactancia cuando se suplementan con mezclas que incluyan los elementos minerales que son deficientes en una región determinada. Esta aptitud para aprovechar pastos bastos, ha motivado el estudio comparativo de las capacidades fisiológicas y digestivas del ganado BON con otras razas, en especial las interacciones con forrajes tropicales en condiciones de buena y mala calidad, que están estrechamente relacionadas con los ecosistemas ruminal en parámetros como pH y ácidos grasos volátiles¹³.

La fertilidad de las vacas BON es alta en comparación con otras razas lecheras. Estas, por su capacidad pélvica presentan mayor fertilidad al parto; además, tienen intervalos entre partos cercanos a los 12 meses y se considera como mayor longeva, ya que puede producir crías regularmente hasta los 15 años.

Además las vacas poseen una gran habilidad materna, ya que durante el ordeño en la ausencia del ternero, la hembra retiene hasta el 65% de su leche residual (19, 38), asegurando la alimentación de su cría. Aunque los terneros son pequeños, al nacer, son muy fuertes y su mortalidad es muy baja.

Los machos BON son más precoces que las hembras, encontrándose una edad de inicio de la pubertad entre los 14 y 16 meses, con pesos entre 206 a 234 Kg. Evidencia de campo sugiere que un toro BON puede servir un número mayor de hembra que un toro Cebú o Holstein.

Uno de los mayores atributos, que han contribuido al mantenimiento de esta raza, es la marcada resistencia a los ectoparásitos, especialmente al nuচে. Se ha demostrado que esta raza muestra poca inflamación en respuesta a la acción mecánica, expoliatriz e inoculadora del nuচে (larva de *Dermatobia Homínis*); quizás debido a un conjunto de diferentes características de esta raza como: El color, la longitud (3-15 mm) y la finura del pelaje, el grosor de la piel (8,84 a 12,11 mm), la gran pigmentación de la piel y una “inmunidad humoral protectora transmitida de generación en generación”. Este mismo autor, en estudios preliminares, se determinó la susceptibilidad al nuচে en dos razas criollas, siendo el ganado BON más tolerante que la raza Costeño con Cuernos, la que mostró reacciones inflamatorias intensas. Además, se ha confirmado la resistencia del BON al nuচে, como un carácter hereditario transmitido por factores dominantes; clasificándolo como medianamente resistente comparado con el ganado cebú resistente y el ganado Holstein susceptible.

¹³ FEDEGAN. Administración y gestión de empresas ganaderas. FEDEGAN. Bogotá DC., 1998. p. 82

De Alba, citado por Arboleda, argumenta que una de las características más importantes en el ganado BON, es la perfección de sus aplomos. “Esta raza presenta cuartillas rectas, corvejones finos y limpios, cañas delgadas y fuertes, y cascos pequeños y bien proporcionados”¹⁴.

2.2.1.5 Características productivas y reproductivas. En la raza BON hay ejemplares que tienden a producir más carne que leche y viceversa, aunque sus parámetros productivos, son menores que los alcanzados por las razas foráneas especializadas. Esta raza es considerada de doble propósito y posee alto poder biológico para el cruzamiento tanto con razas lecheras como de carne.

La unión de la raza criolla, con excelentes parámetros reproductivos y excelente adaptación a las condiciones del trópico, y la raza especializada, con excelentes parámetros productivos, en un solo tipo de animal, constituye un hecho de gran trascendencia para la obtención de un animal más adecuado a los diferentes sistemas de producción de carne y leche en el trópico. En la formación de este tipo de animales intervienen por un lado las razas europeas y asiáticas, de naturaleza precoz, capacidad metabólica, buena producción y conformación general muy estética y por otro lado el ganado criollo aportando vigor, resistencia y adaptabilidad.

La producción y especialmente la reproducción han sido consideradas como una de las mejores formas de determinar la adaptación de una raza a un ambiente específico para el caso del trópico. Las haciendas Azufral, Bohemia, Castilla y Hato Viejo del departamento de Risaralda no conocen con datos numéricos reales las características productivas y reproductivas del ganado Blanco Orejinegro, este trabajo pretendió dar a conocer a dichas haciendas, a la Asociación de Criadores ASOCRIOLLO y a ganaderos en general dichas características, para que sirvan como herramienta de selección en programas de cruzamiento y manejo de ganado puro en las haciendas donde se realizó el trabajo y en otras donde se pueda implementar y usar esta raza.

El conocimiento de los parámetros reproductivos y productivos del ganado Blanco Orejinegro (BON), permitirá tomar decisiones y servirá como medida dentro de las explotaciones que tengan esta raza, además permitirá desarrollar planes de mejoramiento genético de otras razas mediante el cruzamiento del BON con otras que también se explotan en la región. Trabajar en esta caracterización se hace importante, máxime cuando en Colombia se cuentan con los recursos medioambientales propicios para el desarrollo de la raza.

En Colombia, la Universidad de Antioquia y la Asociación Colombiana de Ganado Criollo (ASOCRIOLLO) han realizado varios trabajos de investigación acerca del ganado Blanco Orejinegro en cuanto a su resistencia, adaptabilidad y comportamiento reproductivo como

¹⁴ MARTÍNEZ CORREAL, Germán. Jalémosle al criollo. Revista CORPOICA. Ciencia Tecnología Ganadera. Bogotá., D.C., p. 56.

única raza y entre sus cruces en el trópico medio en los departamentos de Antioquia y del Eje Cafetero¹⁵.

2.2.1.6 Parámetros reproductivos. Diversos autores reportan para la raza Blanco Orejinegro intervalos entre partos tan variables como 366 y 472 días pero consistentemente menores que los reportados por cebú y algunas razas europeas.

Puesto que el intervalo entre partos tiene una heredabilidad de 35%, debe tenerse en cuenta que esta característica está determinada por una gran influencia de los factores ambientales más que por los genéticos. Este parámetro obtenido en las haciendas mencionadas, es excelente ya que comparándolo con los resultados obtenidos por Pareja (1990) en ganado cebú, se tiene que en condiciones normales se ha establecido que un intervalo interparto de menos de 410 días se considera como excelente (13,6 meses), de 411 a 540 (13,6 a 18 meses), se considera satisfactorio y de 541 días en adelante (18 meses) se considera insatisfactorio.

En cuanto a la correlación inversa y altamente significativa entre el intervalo entre partos y el peso al nacimiento de las crías hembras, se tiene que genéticamente, sobre este parámetro, tiene gran influencia el padre, la raza y el sexo del feto entre otros factores, la duración de la gestación promedio en las haciendas Azufral, Bohemia, Castilla y Hato Viejo es de 284,27 días (9.47 meses), con una desviación estándar de 32,72 días. En esta no se encontró correlación alguna con las demás variables estudiadas¹⁶.

En trabajo realizado por Cely et al en 1990 en vacas puras Brahmán en el sur del Cesar y Santander, se encontró una duración de la gestación de 294,3 días en la zona del Cesar y 291,6 en Santander.

- **Días abiertos:** el número de días abiertos de las ganaderías Azufral, Bohemia, Castilla y Hato Viejo en promedio fue de 62,76 días con una desviación estándar de 8,032 días, con una máxima de 85,2 días y una mínima de 47,25 días. Este dato se correlaciona positiva y significativamente alta con intervalos entre partos (0,681), además, tiene una correlación negativa altamente significativa con el peso de las crías hembras al nacimiento.

Martínez y Hernández (1983), citado por Quijano y Montoya en 2003, reportan para la raza BON un número de días abiertos de 165, estos últimos reportan en estudios más recientes (2003) un total de 204 días abiertos, el resultado obtenido en la presente caracterización se aleja de los reportes en estudios previos de este parámetro. Andrade y Grajales (2001), reportan un promedio de días abiertos para la raza Cebú en el departamento de Córdoba de 88,83 días, con un valor máximo de 670 días y un valor mínimo de 8 días.

¹⁵ BUITRAGO SANIN Felipe. Características reproductivas y productivas banco orejinegro (BON) [on line] Actualizado en octubre de 2007. [citado el 15 de septiembre de 2010]. Disponible en Internet En: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/genetica/articulos/caracterizacion-reproductiva-productiva-ganado-t1808/103-p0.htm>. p. 1 de 15.

¹⁶ *Ibíd.*, p. 2 de 15.

- **Servicios por concepción:** se encontró un promedio de 1,1 servicios por concepción, con una desviación estándar de 0,21 servicios, con datos mínimos y máximos de 1 y 1,8 respectivamente. Así mismo, no se encontró ninguna correlación con las demás variables que se trataron.

Torre en 1972 encontró valores de 1,70 servicios por concepción para vacas Criollas, 2,20 para vacas Jersey y 1,70 para vacas media sangre Criollo-Jersey, en tanto que años antes, habían registrado valores más bajos, tanto para hembras criollas (1,58 servicios) como para Jersey (1,55).

- **Porcentaje de vacas repetidoras:** según los resultados estadísticos conseguidos en la caracterización el porcentaje de vacas repetidoras en las haciendas Azufral, Bohemia, Castilla y Hato Viejo fue de 42%, según Cavazos la incidencia aceptable de vacas repetidoras es de un 15 o 16%¹⁷.

2.2.1.7 Parámetros productivos. Edad al primer servicio: se encontró que en las haciendas Azufral, Bohemia, Castilla y Hato Viejo, el promedio de edad al primer servicio es de 23,7 meses con una desviación estándar de 4,86 meses, además no se encontró correlación de Pearson con ninguna otra variable.

Los resultados a obtener con novillas son muy dependientes del ambiente y del manejo de los recursos forrajeros, sobre este parámetro tiene gran influencia la nutrición que reciben las terneras durante su cría y levante y la preferencia que tiene el ganadero con respecto a qué edad empieza a servir sus novillas (Cely et al, 1981) por lo que es necesario describir las condiciones de producción en la ganadería.

Martínez, citado por Arango en 1983, reporta la precocidad del ganado Blanco Orejinegro encontrando que el Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA) el NUS, la edad al primer servicio fue de 30 a 32 meses. Frandson (1997), reporta que la madurez sexual en la hembra cebú (en estudios realizados en América del Norte y Canadá) se presenta entre los 18 y 24 meses, en estudios realizados en Colombia, González (1981), concluyó que la edad aproximada a la que se deben aparear las novillas cebú es de 30 meses.

Edad al primer parto: el promedio de la edad al primer parto para la caracterización fue de 33,16 meses, se puede comparar con los datos obtenidos por Quijano y Montoya en 2003, donde se obtuvo un promedio de 33 meses el cual es inferior a todos los reportes de la literatura para este parámetro, al comparar esta medida con el ganado cebú se tiene que la madurez sexual es tardía en este ganado, lo cual trae como consecuencia que la edad al primer parto sea mayor que en ganado europeo .

¹⁷ ENGORMIX. Características reproductiva y productiva del ganado blanco orejinegro (bon) en las haciendas azufral, bohemia, castilla y hato viejo del departamento de Risaralda. [online]. Actualizado en el 2005. [citado el 16 de septiembre de 2010]. Disponible en Internet En: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/genetica/articulos/caracterizacion-reproductiva-productiva-ganado-t1808/103-p0.htm> p. 2 de 10.

Duración de la lactancia: se encontró en esta caracterización, una correlación positiva y altamente significativa de 0,701 de esta variable con el peso al nacimiento de las crías macho, aunque las variables estén altamente correlacionadas no se puede llegar a una conclusión lógica de esta relación, ya que una no podría determinar la otra. Este parámetro varía de acuerdo al sistema de producción que se tenga y está muy influido por el manejo que se de en cada hato. En promedio, la duración de la lactancia en las haciendas estudiadas es de 270 días (9 meses).

Peso al destete: el promedio de peso al destete es las haciendas Azufral, Bohemia, Castilla y Hato Viejo fue de 236 Kg. para machos con una desviación estándar de 22,99 y 201 Kg para hembras con una desviación estándar de 25,06; también se encontró una correlación positiva y altamente significativa con los días de lactancia (0,697), lo que significa que, como es de suponerse, a mayor cantidad de días en lactancia, mayor debería ser el peso del ternero al destete, aunque esta variable está afectada por otros factores.

Según Plasse (2006), cuando se habla del peso al destete se debe considerar tanto al ternero como a la madre, en primer lugar a la vaca y sus condiciones de habilidad materna que permita que el ternero sobreviva y llegue al destete con un buen peso¹⁸.

2.2.2 La semilla de algodón en la ganadería.

2.2.2.1 Gossypol en Plasma en Ganado Lechero alimentados con Semilla de Algodón:

Utilizar gossypol en plasma para evaluar el nivel de gossypol en ganado lechero que se le esté alimentando con productos de semilla de algodón fue propuesto por Calhoun (1995). Desde entonces muchas muestras han sido colectadas de diferentes establos de los EU. y analizados para gossypol en la Texas Agricultural Experiment Station's Nutrition and Laboratory in San Angelo TX. El gossypol fue analizado para el plasma y en los productos de algodón con los que se estaban alimentando. A los establos participantes se les pidió información sobre días en leche, producción de leche por día, ingredientes de la dieta y la cantidad de cada producto de semilla de algodón que se estaba suministrando por vaca por día. Este procedimiento se llevó a cabo para establecer los niveles, sin riesgo, de semilla de algodón, harinolina y cascarilla de algodón a utilizarse en dietas lecheras.¹⁹

El gossypol en el plasma se estandariza entre los 35 y 42 días en vacas de media lactancia cuando se da ya sea semilla de algodón, harinolina o combinaciones de ambos (Mena, 1996; Mena 1997). En contraste los niveles de gossypol en plasma se estandarizan después de 100 días en leche en vacas muestreadas en establos comerciales. La diferencia probable se deba a que los consumos de materia seca y consumos de gossypol se están incrementando en la lactancia temprana; lo que no ocurre con vacas en media lactancia. Lo importante de esto es

¹⁸ LÓPEZ Albeiro, Ganado blanco orejinegro (BON) una alternativa para la producción en Colombia, revista colombiana de ciencia pecuaria vol. 14. Bogotá., D.C., 2001. p. 121.

¹⁹ Osvaldo Balbuena y cesar D. kusceva. Utilización de la Semilla de Algodón en la Alimentación de Bovinos para Carne

que para tener información confiable sobre gossypol y comparar las muestras de sangre deben ser muestreadas después de 100 días en leche y cuando la vaca ha estado expuesta a la misma dieta por un mínimo de 35 días.

El isómero positivo aparece primero en plasma cuando el ganado comienza en dietas de semilla de algodón o harinolina (Mena, 1997). El isómero negativo aparece después y juntos los dos isómeros se acumulan hasta que se estandarizan, lo cual refleja el nivel y la disponibilidad del gossypol en la dieta y a la vez la proporción de los isómeros de las fuentes usadas. En vacas muestreadas en establos comerciales la proporción de isómeros negativos incrementa al incrementar el nivel de gossypol total en plasma. Esto se ha observado en forma constante ya sea con semilla de algodón de la variedad Pima o la comúnmente conocida como vellosa o con borra. Al remover el gossypol de la dieta el nivel de gossypol gradualmente disminuye, hasta casi cero en 28 días. El isómero positivo desaparece con una velocidad mayor que el isómero negativo. Esto se refleja en la disminución de la proporción del isómero positivo y a la vez en un incremento en la proporción del isómero negativo en el plasma después que el plasma es removido de la dieta (Mena 1997).

La variabilidad de los niveles de gossypol en plasma de vacas que consumen la misma dieta puede ser muy grande, sin embargo las vacas mantienen un orden relativo en un periodo de tiempo aun cuando los cambios en la fuente o en el nivel de gossypol en la ración resulte en un cambio en el promedio de los niveles de gossypol en plasma del grupo muestreado.

El suero de 20 vacas Holstein fue colectado de un establo lechero en Midland, Texas alimentado con una ración completa (TMR) que contenía semilla de algodón variedad con borra o bello (15%) y cascarilla de algodón (3.4%). Diez vacas estaban en su lactancia temprana (69 con \pm 7.3 días post-parto) y 10 en lactancia tardía (410 \pm 24.0 días post-parto). La semilla de algodón contenía 0.68 % de gossypol total con 57.2 (+) y 42.8% de (-)-gossypol. La cascarilla de algodón contenía 0.05 % de gossypol total con 57.7% (+) y 42.3% (-)-gossypol. El consumo de gossypol total tuvo un rango de 32.5 g/día para las vacas en lactación temprana a 27.2 g/día para vacas al final de la lactancia. Los niveles de gossypol en suero no fueron diferentes de las vacas al inicio de la lactancia ($2.7 \pm .38$ μ g/ml) y del final ($3.0 \pm .25$ μ g/ml). El total de gossypol en suero para las 20 vacas tuvo un rango de 1.2 a 5.7 μ g/ml. Aunque no se muestreo es muy probable que los niveles de gossypol en suero podrían haber estado un poco más alto para vacas en media lactancia. Esta semilla de algodón se suministró por un periodo de 8 a 10 meses sin signos de envenenamiento por gossypol (Calhoun et.al.; 1995).

Tres vacas lactantes del hato de la Universidad de Arizona murieron repentinamente durante la primavera de 1994. Estas vacas recibieron una ración completa (TMR) que contenía 15% de semilla típica de algodón vellosa o con borra, pero amonificada. Se consideró que existía una posible toxicidad por gossypol y muestras de la semilla y plasma fueron analizados para gossypol. El gossypol en plasma fue de $10.5 \pm .72$ μ g/ml (N= 29) con un rango de 4.2 a 19.4 μ g/ml. Al disminuir la semilla amonificada a un 10% de la dieta se disminuyó el gossypol en plasma a 7.8 ± 0.42 μ g/ml (N=30) con un rango de 3.8 a 11.8 μ g/ml. Cuando estas vacas estuvieron expuestas a otra semilla de algodón amonificada (10% de la dieta) recibida en

Septiembre de 1994 el gossypol en plasma fue de 0.27 $\mu\text{g/ml}$ (N=30) con un rango de 0.08 a 0.58 $\mu\text{g/ml}$. La semilla amonificada anterior de la primavera de 1994 contenía 0.52% libre y 0.68% de gossypol total (basado en la semilla) y la semilla de septiembre 2004 contenía 0.22% libre y 0.34% y gossypol total. Así mismo siete muestras de semilla típica de algodón con borra, que no habían sido amonificadas, obtenidas de la misma área de Arizona durante 1993-94 tuvieron un promedio de 0.66% y 0.69 de gossypol libre y total respectivamente.

Existe otro reporte de posible envenenamiento por gossypol en vacas lecheras alimentadas con semilla de algodón amonificada en seis establos lecheros en Arizona, al final de la primavera y a mitad del verano en 1980 (Smalley y Bicknell, 1982). Las vacas estaban siendo alimentadas con 2.7 a 4.5 Kg. de semilla de algodón. La mortalidad estuvo en un 10% y signos clínicos y cambios histopatológicos coincidían con un envenenamiento por gossypol. La misma cantidad de semilla amonificada había sido suministrada a estos hatos en años anteriores y ninguna muerte fue diagnosticada por envenenamiento por gossypol. Smalley y Bicknell (1982) consideraron que medir gossypol en semilla de algodón era de un valor limitado ya que los valores en la semilla amonificada eran menores, con un rango de 0.17 a 0.68 % en la carnaza de la semilla comparado con un 0.91% de gossypol en la carnaza de semilla no amonificada. En base a la semilla entera los niveles de gossypol hubieran sido 0.09 a 0.37% para la amonificada y 0.50% para la no tratada. En algunas áreas donde la contaminación con aflatoxinas es un problema; la amonificación ha sido comúnmente usada para reducirla a niveles de menos de 20 ppm. Con excepción de algunos casos, previamente descritos, el uso extensivo de semilla de algodón amonificada en dietas de ganado lechero no ha causado problemas con el gossypol. No existe manera de saber cómo la disponibilidad de gossypol se incrementó en estos casos, pero sería lógico monitorear los niveles de gossypol en plasma en vacas alimentadas con semilla de algodón amonificada, para que el problema no vuelva a ocurrir.²⁰

En un estudio hecho en la Universidad de Arizona (Mena, 1996; Mena et al., 2001), el gossypol en plasma fue determinado en 30 vacas Holstein alimentadas con semillas de algodón con borra y harinolina por 42 días. A grupos de seis vacas cada uno se les dieron los siguientes tratamientos (1) Harina de soya como testigo sin gossypol; (2) 900 ppm. de gossypol total de una semilla con borra de buena calidad; (3) 900 ppm de gossypol total de harinolina extraída por medio de expensares y solventes; (4) 900 ppm de gossypol total con cantidades equivalentes de semilla de algodón y harinolina y (5) 1800 ppm de gossypol total con cantidades equivalentes de gossypol proveniente de semilla de algodón y harinolina. La semilla de algodón contenía 0.69% de gossypol total y 0.66% de gossypol libre (basado en la semilla de algodón entera) y la harinolina contenía 1.26% de gossypol total y 0.09% de gossypol libre (tal como es dado). La respuesta de gossypol en plasma al gossypol libre fue 3.8 veces mayor cuando la fuente de gossypol libre era harinolina. Esto indica que la disponibilidad de gossypol libre en harinolina era mayor que el gossypol libre en la semilla. Lo opuesto resultó para el gossypol total. El gossypol en plasma indico, al combinar el uso de semilla de algodón y harinolina, una disponibilidad aditiva del gossypol sin importar la

²⁰ *Ibid.* Pág. 12

fuelle. Comparado con el grupo testigo las vacas que consumieron la ración completa (TMR) con 1800 ppm en gossypol total tuvieron ($P<0.05$) mayor producción de leche (32.6 vs. 29.5 Kg./día) y no existió ninguna evidencia de toxicidad por gossypol en las vacas de este experimento.

En un segundo estudio conducido en la Universidad de Arizona (Mena, 1997) el gossypol en plasma fue determinado en 40 vacas Holstein alimentadas con las mismas cantidades de productos de semilla de algodón que en el primer estudio. Pero el grupo se incrementó por tratamiento a ocho en lugar de seis y la duración fue mayor a 84 días. El promedio de los niveles de gossypol fue más bajo en todos los tratamientos en comparación al primer estudio. La causa de esto es desconocida pero los resultados de producción fueron similares. Las vacas alimentadas con una ración completa (TMR) con 1800 ppm de gossypol total tuvo mayor producción ($P<0.05$) de leche que el grupo testigo (32.6 vs. 30.6 Kg./día). El gossypol disponible apareció ser aditivo sin importar la fuente de semilla de algodón o harinolina y no existió toxicidad por gossypol en las vacas de este experimento.

Debido a una mayor disponibilidad del gossypol en semilla de algodón Pima (sin borra o vello) quebrada se ocasiono una toxicidad por gossypol en un hato de vacas de El Paso Texas. El hato tenía 400 vacas en producción y era de los más productores del estado. La semilla de algodón Pima quebrada fue el único producto de semilla de algodón que se estaba dando. El nivel de uso estaba entre 3.6 y 4.1 Kg. pro vaca por varios meses antes de que existiera problemas. El problema se suscitó cuando se suministró un nuevo embarque de semilla y la producción se bajó de 36.2 a 27.2 Kg./día. Por consiguiente el dueño se vio obligado a secar algunas vacas más temprano de lo programado debido a baja producción y 19 vacas murieron. La patología severa e histopatología coincidieron con una toxicidad ocasionada por gossypol. (Dr. M.J. Behr, Veterinario Patólogo, Nuevo México, Departamento d Agricultura, Servicios Veterinarios de diagnóstico, Albuquerque, NM, comunicación personal).²¹

Se tomaron muestras de los productos de semilla de algodón con las que se estaban alimentando los animales y el gossypol en plasma de ocho vacas fue analizado. En el mismo día que se muestreo la sangre de las vacas también se cambió la variedad de semilla de algodón, a la típica (con borra). Al pasar 28 días la sangre de 20 vacas fue analizada para gossypol incluyendo siete de las ocho originales. El nivel de gossypol en plasma para el muestreo inicial de las ocho vacas promedio $12.2 \pm 1.3 \mu\text{g/ml}$ con un rango de 6.5 a 16.0 $\mu\text{g/ml}$. El 71% del gossypol en el plasma fue del (-) isómero. Sin embargo para las vacas muestreadas 28 días después de cambiar de variedad de semilla, el nivel de gossypol en plasma promedio $4.6 \pm 1.3 \mu\text{g/ml}$ con un rango de 2.4 a 7.6 $\mu\text{g/ml}$ y el isómero negativo se había reducido en su porcentaje de 71 a 66% del gossypol en plasma. El consumo de alimento gradualmente regreso a su normalidad al cambiar a la variedad de semilla de algodón con borra y no se encontró ningún efecto residual posterior en producción y reproducción.

²¹ Dr. Millard C. Calhoun, Profesor Emeritus Texas Agricultural Experiment Station
Harinolina y Semilla de Algodón: Optimizando Su Uso en Raciones de Ganado Lechero

A pesar de que la medición de gossypol en plasma ha sido efectiva en evaluar la disponibilidad de gossypol en las dietas de vacas lecheras; se carecen de estudios controlados que permitan relacionar el nivel de gossypol en plasma a efectos conocidos del gossypol. Con la excepción del trabajo del Dr. Santos y colaboradores en la Universidad de California (Santos et al., 2002; 2003), en los numerosos estudios con ganado lechero donde el gossypol en plasma fue medido, las fuentes y niveles de productos de semilla de algodón que fueron suministradas no fueron los adecuados para proveer esta información (Mena,1996; Mena,1997; Bernard y Calhoun,1997; Blauwiel et al., 1997; Blackwelder et al., 1998; Bernard et al., 1999; Prieto et al., 2003). En el estudio de Santos en California 813 vacas de tres establos lecheros fueron asignados a una de dos dietas comenzando a 13 ± 11 días en leche para un experimento de 170 días. Una de las dietas contenía 10% de semilla de algodón con borra y la otra una mezcla de 1:2 de semilla de algodón con borra a semilla de algodón de la variedad Pima quebrada. Los consumos de semilla de algodón en base tal como es dado fue de 2.7 Kg/día para la semilla con borra y 0.8 Kg./día de semilla con borra combinada con 1.9 Kg./día de la variedad Pima quebrada. Los promedios de consumo de gossypol libre fue de 17.5 y 22.8 g/día para la variedad con borra y la mezcla respectivamente. Aunque el gossypol libre y gossypol total de la dieta se incrementó solamente en un 32% cuando se reemplazó una parte de la semilla de algodón con borra por Pima quebrada, el promedio de gossypol en plasma se triplicó en el tratamiento de la mezcla de las dos variedades de semilla (8.33 vs. 2.65 µg/ml).²²

En este estudio no se encontró ningún efecto de las dieta o consumo de gossypol de las dieta en la producción de leche, porcentaje de desecho o incidencia de problemas de salud. Sin embargo la reproducción si fue afectada con la mezcla de semilla de algodón Pima quebrada con la semilla de algodón con borra. Aunque el intervalo del parto al primer servicio de inseminación fue similar para los dos tratamientos y la dieta no tuvo efecto en la concepción al primer servicio, la fertilidad disminuyó después del primer servicio y existió un incremento en el número de abortos en vacas alimentadas con la combinación semilla de algodón con borra con semilla de algodón variedad Pima (Santos et al., 2002; 2003). Los autores concluyeron que cuando las dietas incrementan el nivel de gossypol a concentraciones arriba de 5 a µg/ml en plasma, la fertilidad disminuirá y las funciones reproductivas se inhibirán.²³

2.2.2.2 Utilización de la semilla de algodón como suplemento de la cría. La semilla de algodón puede utilizarse sola o como integrante de una ración que además contenga otros ingredientes como por ejemplo cereales. Uno de los granos más utilizados en nuestra región es el sorgo, en cuyo caso la SA actúa como fuente proteica.²⁴

²² *Ibid.* Pág. 6

²³ *Ibid.* Pag. 15, 16

²⁴ Osvaldo Balbuena y cesar D. kusceva. Utilización de la Semilla de Algodón en la Alimentación de Bovinos para Carne

Por ejemplo, durante el primer invierno pos destete, la semilla de algodón ofrecida a niveles equivalentes al 0,7 % del peso vivo (PV) permite incrementos de 350 a 450 g / animal (Balbuena y col., 1998b).

Para casos de emergencia (sequía, inundación), 1 kg de semilla de algodón / destete permitió obtener ganancias moderadas (250 a 300 g / animal) en condiciones de baja disponibilidad de forraje. En estos casos no hubo diferencia en distribuir la ración diariamente o su equivalente en tres veces por semana (Tabla 3) y el costo total de la ración fue de \$ 11 / animal para todo el invierno (Balbuena y col. 2000b)

Vaquillas de 160 kg de PV sobre pasto estrella, carga = 3,6 vaq/ha. Nivel de suplementación de 7 kg de semilla de algodón / semana administrado en forma diaria (7x) o en tres veces por semana (3x).

El suministro del suplemento tres veces por semana no afectó ($P > 0,05$) ninguna de las variables de producción medidas. El nitrógeno ureico ($15,3 \pm 0,72$ mg/dl) indicó que el aporte de nitrógeno no fue limitante para la función ruminal y no fue afectado por la forma de suministro del suplemento. La cuenta de protozoos tendió ($P=0,082$) a ser menor en las vaquillas que recibieron semilla de algodón 3x ($1,9$ vs $2,9 \pm 0,31 \times 10^5$ protozoos/ml). La frecuencia de suplementación no afectó la proporción de los ácidos grasos volátiles más importantes ni la relación acético/propionico. La suplementación al 0,6 % del PV permitió ganancias moderadas con baja oferta forrajera (Balbuena y col, 2000b).

Cuando se pretenden mayores ganancias y/o la disponibilidad de pasto es limitante, se debería utilizar una suplementación energético-proteica invernal. Se evaluaron fuentes proteicas utilizando sorgo como fuente energética donde los suplementos se formularon para aportar 380 g de PB y 5,7 Mcal de EM / animal / día y también se utilizó la semilla de algodón administrada ad libitum. El consumo voluntario de semilla fue de 1,1 kg de MS /an / día (aporte estimado de 179 g de PB y 3,5 Mcal de EM / an / día). Para los tratamientos expeller de algodón, expeller de algodón + urea, expeller de soja, expeller de girasol y semilla de algodón sola, las ganancias de PV fueron similares para los tres primeros (682, 546 y 626 g / destete / día) y superiores a expeller de girasol y semilla de algodón (531 y 416 g / destete / día). Los costos de ración (\$ / destete / día) fueron 0,22; 0,20; 0,26; 0,25 y 0,09 para el orden de tratamientos enunciados. El costo del expeller de soja no justificaría su uso en ésta categoría y nivel de ganancia. Para ganancias moderadas, la semilla de algodón fue la ración más barata de las evaluadas (Balbuena y col., 2000c).

Hay productores que usan o desearían usar el silaje de grano de sorgo húmedo (SH) en categorías de recría. Uno de los problemas es la fuente de proteína a utilizar, ya que excepto la urea, los expellers de oleaginosas no están fácilmente disponibles en la zona. Incluso algunos productores utilizan el SH como único suplemento. Se evaluaron las siguientes fuentes de proteína: semilla de algodón y urea. Los suplementos aportaban 2,6 Mcal de EM / vaq. / día y la concentración de PB fue de 9 % de la MS en el SH y de 15 % de la MS en los otros dos suplementos. Las vaquillas de 220 kg de PV tuvieron una ganancia de PV invernal de 37, 190, 210 y 300 g / vaq / día para los tratamientos testigo, SH solo, SH+ urea,

SH+ semilla de algodón. Analizando la evolución de la ganancia de peso se verificó que la respuesta a la urea fue mayor cuando el pasto disponible (dicantio) estaba helado, pero al comienzo de la primavera se produjeron las mayores ganancias en el tratamiento SH solo, coincidente con el rebrote de la pastura (Balbuena y col., datos no publicados).

En otro ensayo con animales de 300 kg de PV, utilizando SH como fuente de energía, no hubo diferencia cuando la proteína se proveyó a través de la expeller de algodón, semilla de algodón, semilla de algodón + urea o urea sola (Balbuena y col., datos no publicados).

2.2.2.3 Utilización de la semilla de algodón en novillos en terminación. Durante los inviernos de 1997 y 1998 se realizaron en la E.E.A. INTA Colonia Benítez ensayos de suplementación en novillos en terminación, con los siguientes tratamientos:

Alto: 3 kg de semilla de algodón en el suplemento

Medio: 2 kg de semilla de algodón en el suplemento

Bajo: 1 kg de semilla de algodón en el suplemento

Cero: no recibió semilla de algodón en el suplemento

Testigo: no recibió suplemento, excepto suplementación mineral.

Los suplementos fueron iso-nitrógenos e iso-energéticos y en su formulación se utilizó urea, maíz, sorgo y minerales. Las muestras de bife angosto y grasa subcutánea y peri renal fueron procesadas por el Instituto de Tecnología de Alimentos de INTA Castelar.

Se verificó que raciones iso-energéticas e iso-proteicas, formuladas con maíz o sorgo, urea y semilla de algodón (0, 1, 2 y 3 kg), produjeron ganancias de peso similares (Balbuena y col, 1998). El costo de la ración disminuyó a medida que se incrementaba el nivel de semilla de algodón. El incremento de semilla de algodón produjo un descenso lineal del número de protozoos en muestras de fluido ruminal e incrementó linealmente la proporción a ácidos grasos saturados en la grasa subcutánea y peri renal, debido principalmente al incremento del ácido esteárico (Balbuena y col., 2000a). Cabe resaltar que el ácido esteárico sería de efecto neutro sobre los niveles de colesterol en humanos.

En 1997 se evaluó la calidad de carne mediante un panel profesional. Ese año, los atributos que definen la calidad de la carne no fueron afectados por la cantidad de semilla de algodón en la ración, mientras que la terneza fue negativamente afectada por el aumento de sangre cebú . Los sabores y olores extraños tendieron a incrementarse con niveles altos de semilla de algodón.²⁵

El retiro de la semilla de algodón de la ración por un periodo de 35 días no afectó los atributos de calidad de carne. Debido a los resultados no concluyentes sobre la presencia de sabores y

²⁵ Castillo, Iván.; Robles, Luis.; Arzuaga Tirso; Araujo, Álvaro. Grupo de Investigación Zoobios. Escuela de Ciencias Agrarias, Pecuarias y del Medio Ambiente. Programa de Zootecnia. UNAD- Valledupar, Cesar – Colombia. Evaluación del suplemento con núcleo proteico-energético para mejorar la producción en vacas en el Valle del Cesar

olores extraños obtenidos en 1997, en 1998 se repitió la evaluación de la aceptabilidad de la carne con consumidores locales y panel profesional. Los resultados de esa evaluación sugiere que los consumidores locales detectarían la inclusión de dos o más kg de semilla de algodón en la ración (Gallinger y col., 2000). De todas maneras, aún en el caso de la inclusión de 1 kg de SA que no produciría efectos negativos sobre la aceptabilidad de la carne, deber recordarse que en la alimentación grupal existe variabilidad en el consumo de suplemento y algunos animales pueden consumir cantidades en exceso a 2 kg/día.

2.2.2.4 Utilización de semilla de algodón en el rodeo de cría. Cuando se necesite incrementar la condición corporal de las vacas al parto a fin de incrementar los índices de preñez del próximo servicio, estas deben suplementarse con 2 kg de SA en forma diaria o tres veces a la semana en el periodo preparto (los últimos 2 a 3 meses de gestación). La suplementación realizada en el postparto se utiliza prioritariamente para la producción de leche y no para la acumulación de reservas corporales.

En toros adultos se puede utilizar SA durante el periodo invernal, teniendo la precaución de no sobrepasar de 1 kg de SA/toro/día, dado que se sabe que esta cantidad no afecta negativamente la calidad del semen. Para toritos en crecimiento se considera que no debería suministrarse más de 0,5 kg/torito/día. Los toros en crecimiento se consideran más susceptibles al efecto del gossypol, que es un compuesto presente en la SA que puede tener efectos tóxicos sobre la producción de espermatozoides.

La suplementación adecuada con SA de distintas categorías de bovinos en pastoreo durante la época invernal posibilita una buena recría durante el primer invierno, contar con animales terminados para faena a la salida del invierno o principios de primavera e incrementar la condición corporal al parto de las vacas.²⁶

Investigaciones realizadas con respecto al uso de núcleos proteicos se tiene el siguiente trabajo titulado *Evaluación del suplemento con núcleo proteico-energético para mejorar la producción en vacas en el valle del Cesar*, con el propósito de determinar los efectos de la suplementación con frutos molidos de algarrobbillo, Pollinaza compostada y semilla de algodón, sobre la producción de vacas de Doble Propósito en época de verano y lluvias. Veintiocho vacas paridas, homogéneas en sus características de producción fueron distribuidas bajo un diseño de bloques al azar, en cuatro grupos experimentales: Suplementación con 15% de Pollinaza, 66% de frutos molidos de Algarrobbillo y 19% de semilla de Algodón. Suplementación con 25% de Pollinaza, 55% de Algarrobbillo y 20% de semilla de Algodón. Suplementación con 35% de Pollinaza, 44% de Algarrobbillo y 21% de semilla de Algodón, y pastoreo tradicional. La suplementación ofrecida fue estimada con base en la capacidad de consumo de materia seca; la producción de leche fue pesada tres veces por semana y su composición analizada cada 15 días; los pesajes de los animales se realizaron cada 28 días durante el tiempo de experimentación, el inicio y el final de la

²⁶ Utilización de la semilla de algodón en la alimentación de bovinos para carne
Última actualización 16/07/2007

misma; el diagnóstico del estado reproductivo se realizó a través de la palpación rectal, al comienzo y al final del experimento. Mayores producciones de leche ($p < 0.05$) fueron obtenidas en vacas suplementadas con 35% Pollinaza, 44% de Algarrobito y 21% de semilla de Algodón y los incrementos variaron de 2.7 a 1.1 L/vaca/día, en relación con el grupo testigo. La leche de las vacas suplementadas en un nivel del 15, 66 y 19% presentó incrementos en su contenido de sólidos totales (0.7%), grasa (0.5%) y Proteína (0.3%), en relación con el testigo. Las vacas suplementadas presentaron incrementos de peso de 4.1 a 5.1% con respecto a su peso inicial. El grupo tres presentó preñez superior (83.3%) a los otros grupos experimentales.²⁷

2.3 MARCO LEGAL

2.3.1 constitución política de Colombia. Título II. Capítulo 2. Artículo 65. Dentro de los derechos, garantías y deberes, establece la producción de alimentos como uno de los derechos sociales, económicos y culturales, y por tanto establece que gozará de especial protección, se incentivará su desarrollo en infraestructura, investigación y transferencia de tecnología.

2.3.2 Resolución 1056 (17 abril 1996). Por la cual se dictan disposiciones sobre el control técnico de los Insumos Pecuarios y se derogan las Resoluciones No. 710 de 1981, 2218 de 1980 y 444 de 1993.

EL GERENTE GENERAL DEL INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA en uso de sus facultades legales y en especial de las que le confieren los Decretos Nos. 2141 de 1992, 2645 de 1993, 1840 de 1994 y 2150 de 1995.

CONSIDERANDO

Que corresponde al Instituto Colombiano Agropecuario ICA, ejercer el control técnico de los Insumos Agropecuarios.

Que toda persona natural o jurídica que se dedique a la producción, importación, control de calidad y comercialización de Insumos Pecuarios, deberá registrarse en el ICA y cumplir las normas contenidas en la legislación vigente.

Que es necesario establecer las normas a las cuales se debe sujetar toda persona natural o jurídica que se dedique a las actividades mencionadas en el considerando anterior.

REQUISITOS DE PRODUCCIÓN

ARTICULO 7o. Los laboratorios o plantas dedicados a la producción de Insumos Pecuarios deberán ajustarse a las Buenas Prácticas de Manufactura vigentes o las normas técnicas de fabricación y cumplir como mínimo con los siguientes requisitos de producción:

²⁷ Opcid. Pág. 10

PLANTAS DE ALIMENTOS PARA ANIMALES

- a. Asesoría Técnica a cargo de un Médico Veterinario Zootecnista o Zootecnista.
- b. Laboratorio de Control de Calidad Físico Químico, de Microbiología y de Análisis lexicológico para control de calidad, cada uno a cargo de un profesional competente en la materia.

PARÁGRAFO 1°. Los Laboratorios de control de calidad, deberán cumplir con las Buenas Prácticas de Laboratorio vigentes.

PARÁGRAFO 2°. En caso de que el laboratorio o planta, se dedique a la producción mixta de medicamentos, productos naturales, productos biológicos o alimentos, cada área debe estar completamente separada de manera tal que se garantice la calidad de los productos que se fabriquen en cada una de ellas. Todo lo referente a este párrafo tiene como excepción aquellos casos en que la División de Insumos Pecuarios juzgue que no existe incompatibilidad tecnológica.

ARTICULO 8o. A partir de la fecha de publicación de la presente Resolución, se concede un plazo de hasta tres (3) años para que los Laboratorios productores que cuenten con registro se acojan a las Buenas Prácticas de Manufactura o las normas técnicas de fabricación vigentes.

PARÁGRAFO. Vencido el término fijado para la implementación de las Buenas Prácticas de Manufactura o las normas técnicas de fabricación, las empresas que no cumplan con éstas serán objeto de las sanciones previstas en la presente Resolución.²⁸

2.4 MARCO CONCEPTUAL.

2.4.1 Generalidades de la semilla de algodón. El algodón es una planta de la familia de las malváceas. Esta planta posee un fruto que se abre a la madurez y que contiene las semillas de algodón en su interior. Estas semillas presentan una cobertura dura rodeada por fibras ricas en celulosa.

Después de la cosecha, las fibras del algodón son separadas de la semilla por un proceso llamado desmotado para luego ser utilizadas en la industria textil. El subproducto resultante del desmotado es la semilla de algodón entera con fibras cortas (aspecto parecido a una pelusa). La presencia de fibras cortas hace que las semillas de algodón enteras tiendan a apelmazarse. Debido a este apelmazamiento, la tendencia a "fluir" de la semilla de algodón entera puede verse reducida, lo que puede traer problemas operativos al momento de transporte y almacenamiento de la misma. Para eliminar las fibras remanentes (y de esta

²⁸ ICA. Resolución 1056 de 17 de abril de 1996. p.3.

forma mejorar la capacidad de manejo), la semilla de algodón entera puede ser sometida a un proceso de desfibrado por quemado o por tratamiento químico.²⁹

2.4.2 Composición química. La semilla entera de algodón es un alimento interesante por su contenido en proteína, pero sobre todo por contener también una alta concentración energética relacionada ésta con su muy elevado tenor graso. El mismo, a la vez de representar una ventaja, debe ser muy tenido en cuenta ya que, existen límites de inclusión para este tipo de alimentos en las dietas.³⁰

Tabla N° 1. Composición Química.

COMPOSICION QUIMICA	
P.B	20 – 26 %
F.C	18 – 23 %
E.E	23,3 %
E.L.N	26%
F.D.N	39 – 49 %
F.D.A	29 – 33 %
Lignina	16 %
Calcio	0,16 %
Fosforo	0,75 %
Magnesio	0,35 %
DIVMS	66 %
E.M (rumiantes)	3,5 – 3,8 Mcal/kg MS

Fuente: ICA. Resolución 1056 de 17 de abril de 1996. p.3.

PB: Proteína Bruta; FC: Fibra Cruda; E.E: Extracto Etéreo; ELN: Extractivo libre de Nitrógeno; FDN: Fibra Detergente Neutro; FDA: Fibra Detergente Acido; E.M: Energía Metabolizable.

Los ácidos grasos insaturados (la semilla de algodón es rica en ácidos grasos insaturados, especialmente oleico 18:1 y linoleico 18:2), especialmente aquellos poli insaturados, pueden a causa de su tensión superficial, alterar la permeabilidad de las células bacterianas, llevando consigo a una inhibición del proceso fermentativo del rumen. La adherencia de estos ácidos grasos a las fibras vegetales (barrera física) puede determinar además una disminución en la digestibilidad de la celulosa. Una hidrogenación normal evita estas inhibiciones mientras la

²⁹ PhD Gonzalo Ferreira*. 2006 **SEMILLA DE ALGODÓN EN LA ALIMENTACIÓN DE VACAS LECHERAS, PERO CUIDADO CON LOS EXCESOS**

³⁰ Semilla de algodón en la alimentación de los bovinos

ingestión de ácidos grasos insaturados no supere los 300 a 400 gramos diarios en un animal adulto.³¹

2.4.3 Consumo y características de la fermentación ruminal. La semilla de algodón entera es fragmentada durante la ingestión y la rumia, quedando disponible en el rumen el aceite para su hidrólisis y biohidrogenación. Esta fragmentación de la SA hace innecesario su molienda u otro tipo de procesamiento. La presencia de un exceso de lípidos en la dieta de los bovinos, especialmente ácidos grasos libres, deprime la digestibilidad de la fibra de la dieta y puede llegar a disminuir el consumo de materia seca total.³²

2.4.4 Factores anti nutricionales. Los factores anti nutricionales de la harina de algodón son el gossypol y los ácidos grasos ciclopropenoicos. El **gossypol** es un pigmento amarillo polifenólico que se encuentra en la semilla en forma libre y que reduce el consumo, la concentración de hemoglobina en plasma y, en casos extremos, puede provocar dificultades respiratorias, insuficiencia circulatoria y la muerte del animal. El nivel de gossypol libre disminuye en la harina (especialmente en la pre-prensada) con respecto a la semilla (0,04-0,30 vs 0,45-1%, respectivamente), ya que en parte se extrae con el aceite y en parte forma complejos indigestibles con aminoácidos, especialmente lisina, como resultado del procesado térmico. La digestión ruminal contribuye a reducir adicionalmente su toxicidad al producirse enlaces del gossypol con la proteína soluble. Como consecuencia, el empleo de la semilla de algodón se limita a rumiantes, mientras que la harina de algodón puede utilizarse también en mono gástricos; en todos los casos su uso debe restringirse de acuerdo con la sensibilidad al gossypol del animal que recibe el pienso. Así, en ponedoras comerciales, el gossypol forma complejos con el hierro dando lugar al moteado del huevo y posteriormente, tras el almacenaje, a manchas de color verde oliva en la yema. Actualmente se considera que sólo el gossypol libre daña la productividad mientras que el gossypol ligado sólo perjudicaría la digestibilidad de la lisina. Esta hipótesis está siendo cuestionada, ya que parte del gossypol ligado podría quedar libre tras su paso por el intestino delgado.³³

2.4.5 Qué es el gossypol. El gossypol es una sustancia tóxica producida por la planta de algodón como mecanismo de defensa contra insectos. Esta sustancia está presente en los tallos, las hojas, las raíces y las semillas de la planta de algodón.

El gossypol se caracteriza por reaccionar con ciertos aminoácidos (especialmente lisina) disminuyendo la disponibilidad de los mismos. Además, el gossypol tiene propiedades oxidantes que podrían causar daños en los tejidos del animal. Por último, puede ligarse al hierro (un componente estructural de la hemoglobina) disminuyendo su disponibilidad.³⁴

³¹ Semilla de algodón en la alimentación de los bovinos

³² Utilización de la semilla de algodón en la alimentación de bovinos para carne. 29/ 2013

³³ Manual MERCK M.V. SEXTA EDICIÓN. Semilla de algodón, Una excelente alternativa para Alimentación de vacas lecheras. Publicado en 20 mayo, 2013

³³ Manual MERCK M.V. SEXTA EDICIÓN. Semilla de algodón, Una excelente alternativa para Alimentación de vacas lecheras. Publicado en 20 mayo, 2013

³⁴ FERREIRA Gonzalo. SEMILLA DE ALGODÓN EN LA ALIMENTACIÓN DE VACAS LECHERAS, PERO CUIDADO CON LOS EXCESOS. 2006

El gossypol, que es particularmente tóxico para monogástricos, pero que es destruido en proporciones desconocidas a nivel ruminal. No se conoce a ciencia cierta cuál es la capacidad ruminal para la detoxificación del gossypol, indudablemente existen riesgos si la semilla de algodón es utilizada en una muy alta proporción de la dieta.

El gossypol es un pigmento liposoluble contenido en las glándulas de las semillas de algodón, en estado combinado o libre, siendo esta última forma la que actúa como un producto de naturaleza neurotóxica. El porcentaje de gossypol libre, varía de 0,5% a 1,3% (5500 a 13000 ppm), existiendo diferencias según variedad (las semillas sin glándulas o con semiglándulas contienen niveles de gossypol mucho más bajos que las semillas corrientes). Morgan en la Oklahoma State University (1997) reporta la muerte de 1600 terneros que habían sido alimentados con una partida de semillas que contenían 10.000 ppm de gossypol.

Randel, Chase y Wyse (Journal of Animal Science 1992) describen efectos acumulativos, anemia al ligarse al hierro, inhibición de la proteólisis a nivel digestivo, además de trastornos en el crecimiento, pérdida de peso, opacidad en el pelaje, gastroenteritis y lesiones en diversos órganos.

La presencia de este tóxico que puede encontrarse en las harinas que contienen cantidades apreciables de cascarilla, hace que la harina de semillas de algodón deba usarse con precaución en los animales monogástricos y pre rumiantes.

Los niveles de tolerancia de gossypol en rumiantes son:

-Bovinos adultos: 9000 ppm (0,9%)

-Terneros mayores de 4 meses: 200 ppm (0,02%)

-Terneros menores de 4 meses y toritos-toros: no se recomienda su administración.

-En cerdos y aves es tóxico en concentraciones de 200 a 300 ppm.

El gossypol libre, también se combina con la lisina, produciendo un complejo poco asimilable para los monogástricos. Una harina baja en gossypol se refiere a aquella torta que no contenga más de 0,04% de gossypol libre.

Por esta causa, las harinas de baja calidad no deben emplearse en la alimentación de los animales jóvenes, cuya sensibilidad para este tóxico es mayor que la de los animales adultos, y en la alimentación de los cerdos no deben emplearse ni aún las harinas de alta calidad.³⁵

La fibra de la Semilla de Algodón tiene particularidades muy interesantes en nutrición, el alto contenido de fibra se relaciona con el plumón que recubre la semilla. La fibra de la semilla entera de algodón es diferente a otras fibras. El "plumón" de la semilla de algodón está compuesto por casi 100% de celulosa de una alta digestibilidad (libre de lignina),

³⁵ PV ALBEITAR. Semilla de algodón en la alimentación de los bovinos. Última actualización 19/10/2001

lográndose a través de ésta, una interesante cantidad de ácido acético para la síntesis de grasa butirosa.

Un importante trabajo realizado por Clark y Armentano en 1992 (Journal of Dairy Science Vol. 75 Supl 1) concluye que la efectividad de la fibra (e FDN y pe FDN), considerada en este trabajo como su capacidad de estimular la rumia, la salivación, producción de ácido acético y en consecuencia grasa butirosa, de la semilla de algodón es 1¼ superior a la de la fibra de alfalfa.

En adición a la producción de ácido acético, hay otros dos factores que contribuyen con el aumento del % GB. Cierta proporción de la grasa de la semilla de algodón es transferida directamente a la grasa de la leche. Se piensa que esta proporción de grasa pasante (bypass) de la semilla de algodón, se logra gracias a la protección que representa la cáscara de la semilla frente al ataque bacteriano y así cuando es digerida en el intestino delgado, cierta proporción es dirigida directamente a formar grasa de la leche (ácidos grasos vegetales) cambiando la composición de la misma. En rodeos lecheros alimentados con más de 15 o 20% de semilla de algodón en la dieta suele observarse un aumento del contenido de grasa butirosa acompañado de una ligera caída del tenor de proteína en leche. Se afecta específicamente la concentración de caseína, por lo que disminuyen las características de esa leche para producción de queso.

El "plumón" de la semilla de algodón "flota" (por su baja gravedad específica) en el líquido ruminal. Esto provoca su regurgitación y vuelta a masticar, lo que resulta en una eficiente digestión y en una mayor producción de saliva "buffer ando" el rumen. Una ventaja de la estratificación del grano de algodón entero en el rumen, es que sólo un pequeño porcentaje de los granos pasa a lo largo del tracto gastrointestinal intacto. Esto significa que habría poca, o ninguna, ventaja en aplastar o moler la semilla de algodón. De hecho, este procesado puede favorecer la rancidez, sobre todo en estaciones calurosas.

En dietas de terminación destinadas a bovinos de carne, es aconsejable la sustitución de la semilla de algodón por expeller de algodón u otro ingrediente a fin de evitar olores y/o sabores desagradables de la carne.

2.4.6 Toxicidad por Gossypol en Ganado Vacuno. El envenenamiento por gossypol ha sido descrito para becerros (Holmberg et al., 1988; Risco et al., 1992) y ganado adulto (Lindsey et al., 1980; Smalley y Bicknell, 1982). Muertes súbitas en ganado que se creía estaban saludables ha sido una frecuente observación en el comienzo de enfermedades naturales. Sin embargo, cambios químicos en el suero que permiten un reconocimiento de inminentes efectos toxicológicos causados por la ingestión de gossypol previo al desarrollo de signos clínicos no han sido reportados (Holmberg et al., 1988; Morgan et al., 1988., 1988; Risco et al., 1992). Lesiones severas post –mortem están relacionadas principalmente a efectos de fallas cardiovasculares. El cambio más prominente y común es un incremento de líquido en las cavidades abdominales y torácicos (Holmberg et. Al., 1988; Calhoun y Holmberg, 1991).

Un incremento de la fragilidad de los eritrocitos en soluciones salinas hipotónicas ha sido observado constantemente en ganado (Lindsey et al., 1980; Mena 1996; Mena 1997) alimentado con semilla de algodón. La variabilidad en la fragilidad de los eritrocitos es sensible al consumo de gossypol y ocurre previamente signos de toxicidad por gossypol. El efecto del gossypol en la fragilidad de los eritrocitos es reversible ya que los valores regresan a su normalidad (2 a 3 meses) cuando el gossypol es eliminado de la dieta (Mena et al., 2004). Aunque la fragilidad osmótica de los eritrocitos es útil para evaluar el consumo de gossypol bajo investigación; bajo condiciones de campo es cuestionable porque existen otros agentes hemolíticos y condiciones conocidas que podrían ser difíciles de eliminar como posibles causas.

Son muchos los autores, desde diferentes lugares del mundo, particularmente después de la década del 80, que han desarrollado trabajos de investigación y de campo con la semilla de algodón; hallando propiedades únicas en su contenido para la nutrición en rumiantes, por su cantidad y proporcionalidad de proteína, grasa, fibra de alta calidad, fósforo y vitamina E.

Varios trabajos cubren el uso de productos de semilla de algodón en dietas de ganado lechero lactante (Smith et al., 1981; Coppock et al., 1987; Coppock y Wilks, 1991; Arieli, 1998). Smith et al. (1981) recolectó información de 55 establos lecheros que suministraban semilla de algodón. No se encontró ningún efecto aparente al dar 2.9 Kg. de semilla de algodón en base a materia seca por vaca por día, en intervalo entre partos o en la incidencia de desplazamiento de abomaso, cetosis, fiebre de leche o retención placentaria. Un resumen de 18 experimentos alimenticios (Coppock et al., 1987) con semilla de algodón no demostró ninguna reducción significativa ($P > 0.05$) en consumo de materia seca cuando la semilla de algodón fue incluida en un 25 % de la ración. La respuesta en producción de leche fue variable pero comúnmente existía un pequeño efecto positivo.³⁶ En ocho de los trece experimentos el porcentaje de grasa se incrementó y en la mitad de los experimentos los porcentajes de proteína en leche se redujeron significativamente comparado a los testigos. En un siguiente artículo de literatura revisada, Coppock y Wilks (1991) informan que la inclusión de 15% de semilla de algodón en las dietas de vacas lecheras comúnmente resulta en pequeños incrementos de producción de leche y porcentaje de grasa en leche y una disminución del porcentaje de proteína en la leche. Este nivel también es recomendado por Arieli (1998).

La literatura sobre la utilización de productos de semilla de algodón en rumiantes y la toxicidad del gossypol fue extensivamente revisada por Calhoun y Holmberg en 1991. La revisión cubrió al algodón y sus sub-productos, procesos de extracción de aceite, gossypol en la semilla de algodón, análisis de gossypol y envenenamiento por gossypol. Al mismo tiempo se creía que el libre gossypol era la forma tóxica y el gossypol adherido no era disponible para los rumiantes y por lo tanto no era tóxico. Consecuentemente las recomendaciones para usar semilla de algodón en dietas de animales fue basada en gossypol libre (Berardi y Goldblatt, 1980; Calhoun y Holmberg, 1991). El gossypol total que incluye

³⁶ *Ibid.* Pág. 3

el libre gossypol y el gossypol adherido fue muy pocas veces determinado. Los niveles, sin riesgo, recomendados para rumiantes propuestos por Calhoun y Holmberg en 1991.

Más recientemente Rogers y Moore (1995) reporta que no era riesgoso dar mayores niveles de gossypol libre en la dieta cuando la fuente de gossypol libre era semilla de algodón. Por ejemplo, para vacas maduras y toros los niveles sin riesgo, recomendado de gossypol libre en la dieta fue de 900 y 1200 ppm respectivamente al dar semilla de algodón, comparada con 200 y 600 ppm respectivamente.

Se conocía que el ganado joven, previo a su total desarrollo ruminal era susceptible a envenenamiento por gossypol (Calhoun y Holmberg, 1991), y que el ganado adulto era muy tolerante; debido a que durante la digestión de la semilla de algodón, el gossypol era adherido en el rumen por lo tanto la mayor parte no estaba disponible. Sin embargo, Lindsey et al. (1980) demostró que la habilidad del Rumen para desintoxicar el gossypol puede excederse cuando los consumos de gossypol libre por vacas adultas son muy altos.

De todos modos debe tenerse en cuenta que su proteína sólo tiene una degradable media (73%) y la proporción de proteína soluble es muy elevada (cerca del 50%) parte de la grasa es *Bypass*, de modo que la adición de este ingrediente aumenta la proporción de grasa en la leche (especialmente la concentración de esteárico y oleico) pero también reduce su contenido proteico, la digestibilidad de la fibra depende de la proporción de *Borra*, que es una celulosa pura, y por tanto, altamente degradable en el rumen.³⁷

2.4.7 Análisis de Gossypol. Los métodos oficiales para medir gossypol total y libre son procedimientos espectro fotométricos basados en la reacción de anilina con gossypol para formar dinalinogossypol (AOCA 1985 a,b). Aunque ampliamente usados, estos procedimientos solamente son aplicables para determinar el gossypol en la semilla de algodón, torta de algodón y harinolina no tratadas. Estas no funcionan para la determinación de gossypol en mezclas alimenticias debido a las interferencias con otros componentes de los alimentos (Pons, 1977), y a la vez no son selectivas. Estas no solamente miden gossypol pero también análogos de gossypol y derivados de gossypol con un grupo aldehído disponible que son solubles bajo las condiciones de los métodos. La limitación más seria de procedimientos espectro fotométricos es que no pueden determinar los isómeros (+) y (-) del gossypol. La molécula del gossypol exhibe una actividad óptica debido a una obstrucción esteárica a rotación en el enlace internafítico (Matlin et al., 1988).

Cromatografía de alta definición (HPLC) también ha sido usado para medir libre y gossypol total en semilla de algodón y harinolina (Hron et al., 1990). Estos son selectivas para gossypol y son de 50 a 100 veces más sensible que los métodos oficiales (Pons, 1977; Hron et al., 1990). Los procedimientos HPLC de Hron et al. (1990) fueron adaptados para medir los isómeros (+) y (-) del gossypol al sustituir un chiral-amino, (R) -2-amino-1-propanol, por

³⁷ Dr. Millard C. Calhoun, Professor Emeritus Texas Agricultural Experiment Station Harinolina y Semilla de Algodón: Optimizando Su Uso en Raciones de Ganado Lechero

3-amino-1 propanol en el complejo reactivo usado para extracción de gossypol (Hron et al., 1999). Este procedimiento fue usado para evaluar el contenido de isómeros del gossypol en semillas de algodón de diferentes variedades plantadas en los Estados Unidos, en harinolinas y en cascarillas de algodón por Forster y Calhoun (1995) y desde 2001 ha sido utilizada para determinar el total (+) y (-) gossypol en la semilla de diferentes variedades de algodón que están incluidas en las pruebas del Nacional Cotton Variety Tests (NCTV, 2001). La proporción de isómeros negativos a positivos varía con el tipo de algodón, su variedad y condiciones de desarrollo. Las semillas comerciales de las variedades Pima (*Gossypium barbadense*) actualmente explotadas en ciertas partes de EU contienen un leve exceso de isómeros (-), mientras las semillas de algodón de tierras altas o semillas de algodón vellosas o con borra contienen un exceso de isómero positivo (+). Ya que estos procedimientos (HPLC) son selectivos y muy sensible estas pueden usarse para determinar gossypol en los alimentos de animales.³⁸

2.4.7.1 Disponibilidad de Gossypol y Toxicidad. Un procedimiento de cromatografía de alta definición (HPLC) para determinar isómeros (+) y (-) en plasma y tejidos de animales, desarrollado por Kim y Calhoun (1995) ha sido usado para medir niveles de gossypol en plasma en varios estudios donde los rumiantes utilizados se alimentaron con diferentes fuentes de gossypol. El nivel de gossypol en plasma depende de la fuente y el nivel del isómero de gossypol en la dieta, condiciones del proceso, composición de la dieta, su consumo en materia seca y el desarrollo del rumen. Cuando Gossypol ácido acético en forma de una cápsula de gelatina fue directamente puesto en el rumen este fue más toxico, en borregos, que el gossypol libre de carnazas de algodón o harinolina de sus dietas (Calhoun et al, 1990a). Generalmente el libre gossypol en la semilla de algodón esta extensivamente ligado al rumen y es menos disponible al ganado vacuno y a borregos que el gossypol libre en la harinolina, sin importar el proceso utilizado en la extracción del aceite (Calhoun y Wan, 1995). Sin embargo el gossypol libre en la semilla de algodón es mucha más disponible cuando fue mezclado con un sustituto de leche y dado a borregos lactando (Calhoun y Wan, 1995).

Incrementando el nivel de proteína en la dieta de borregos disminuye la disponibilidad del gossypol pero el efecto es un poco modesto (Calhoun, información no publicada). La formación de un complejo entre el grupo libre amino ypsilon de lisina y grupos de aldehído pueden ser responsables por la disminución en su disponibilidad (Reiser y Fu, 1962), pero al añadir lisina en las dietas de borregos y bovinos, esta no disminuye la disponibilidad del gossypol (Calk et al., 1992; Blauwikel et al., 1997). El agregar fierro como sulfato de fierro si liga al gossypol y disminuye su disponibilidad en borregos y bovinos (Calk et al., 1992; Mena, 1997). La digestibilidad de la materia seca en relación al consumo de gossypol que provenga de semilla de algodón o harinolina también es importante. Al incrementarse el consumo de materia seca en relación al consumo de productos de semilla de algodón, los niveles de gossypol de bovinos y borregos disminuye y a la inversa, al disminuir el consumo de materia seca en relación al consumo de productos de semilla de algodón, la disponibilidad de gossypol se incrementa y el potencial de envenenamiento por gossypol también

³⁸ *Ibíd.* Pág. 3

incrementa (Calhoun, información no publicada). Los resultados de una investigación con vacas Holstein en lactación temprana (30 a 120 días) en la Universidad de Carolina del Norte apoya la posibilidad de que el consumo de alimento podría ser un factor importante en determinar los niveles de gossypol en plasma. (Blackwelder et al., 1998). En este estudio las vacas fueron alimentadas con semilla de algodón y harinolina en porcentajes constantes en un ración completa y existió una diferencia del doble de consumo de semilla de algodón a harinolina; sin embargo no hubo correlación entre los consumos de gossypol y los valores de gossypol en plasma³⁹.

Ciertos tipos de procesos parecen ser que alteran la ligazón del gossypol a la semilla para que sobrepase el rumen y así no se desintoxifique. Semillas de algodón previamente tostada tiene más disponibilidad del gossypol que semilla no procesada (Bernard y Calhoun, 1997). Esto sugiere que la semilla de algodón que haya pasado por un proceso de calor podría ser más tóxico. Dentro de la semilla de algodón el gossypol se localiza en estructuras discretas llamadas glándulas de pigmento. El calor no rompe estas glándulas; pero parece ser que el incremento en la disponibilidad del gossypol se deba a una reacción química entre el gossypol y otros componentes de la glándula que produce un complejo del gossypol que sobrepasa el proceso normal de desintoxicación que ocurre en el rumen. La suave cubierta y condiciones de secado que se usan para producir la semilla EasyFlo (flujo suave) así como la semilla cubierta con 3 a 5% de almidón no aparenta elevar los niveles de gossypol disponible (Bernard et al., 1999).

Algunos reportes sugieren que el proceso de quebrar la semilla de algodón así como molerla incrementa su valor alimenticio (Sullivan et al., 1993 a, b; Pires et al., 1997; Ariela, 1998). Esta es una práctica aceptada cuando se usa la semilla Pima en vacas lecheras. Sin embargo quebrar la cubierta de la semilla también incrementa la disponibilidad del gossypol (Mena et al., 1997; Santos et al., 2002; Prieto et al., 2003).

Actualmente la única manera de evaluar la disponibilidad del gossypol es dar el producto y medir el valor de gossypol en sangre y tejido. Esto requiere tiempo y es costoso. La necesidad de un prueba simple y rápida es crítica con la semilla de algodón debido a la variabilidad en la disponibilidad del gossypol cuando esta es procesada. En contraste esta se puede medir en la harinolina al tomar en cuenta el nivel de gossypol libre y total (Wan et al., 1995). Debido a la reactividad del gossypol con los diferentes tipos de ligamiento que pueden ocurrir con otros componentes de la semilla, podría resultar difícil en caracterizar estos complejos y desarrollar un simple procedimiento químico que mida gossypol disponible en la semilla de algodón.

2.4.8 La semilla de algodón no necesita procesado alguno. A pesar de que parezca extraño, las vacas comen directamente el grano con pelusa, aunque en algunos raros casos se observa un cierto rechazo al comienzo por lo que debe considerarse un breve período de adaptación. Normalmente no es necesario ningún tipo de tratamiento o aromatización mediante mezclado con otros ingredientes.

³⁹ *Ibíd.* Pág. 4

2.4.9 La calidad de las semillas de algodón puede variar. Deben estar exentas de cuerpos extraños y presentar color blanco a blanco grisáceo. Las semillas enteras de algodón deben "sonar" cuando son agitadas.⁴⁰

En partidas de regular calidad puede presentarse un olor fuertemente atabacado acompañado de color marrón oscuro hasta negro. Este fenómeno generalmente es consecuencia de almacenaje húmedo luego de la cosecha, lo que ocasiona aumento de la temperatura, *proteína dañada por calor y desdoblamiento de las grasas en ácidos grasos*. Se observa, generalmente, alto contenido de humedad (15%) en las partidas recibidas al comienzo de la zafra. El contenido de nutrientes es variable, dependiendo del origen, almacenamiento y condiciones previas a la cosecha, por lo que es aconsejable realizar el análisis de cada partida.

Otra característica interesante a considerar es que es un ingrediente de elección en climas calurosos o tropicales, tomando en cuenta el bajo incremento calórico resultante de la digestión de las grasas.

Al igual que todos los granos, debe controlarse el tenor de humedad de esta semilla, el que no debe pasar del 12% para su almacenamiento. Este control se debe llevar a cabo antes que el camión descargue y no se debería permitir la misma si la semilla no reúne las condiciones mínimas para su depósito.

Se han observado algunos pocos inconvenientes por la presencia de aflatoxinas en la semilla de algodón. Los hongos productores de las mismas pueden desarrollarse en el campo (en planta) o bien, durante su almacenamiento. Esto obedece a que la semilla de algodón, debido a la cubierta del línter (pelusa) es especialmente sensible a la humedad y proliferación de hongos especialmente del género *Aspergillus*.⁴¹

⁴⁰ PV ALBEITAR. Semilla de algodón en la alimentación de los bovinos. Última actualización 19/10/2001

⁴¹Ibíd. Pág. 3

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 METODOLOGÍA PROPUESTA

3.1.1 Tipo de investigación. El presente trabajo se enmarca bajo el tipo de investigación experimental, el cual se desarrolla utilizando un diseño completamente al azar con tres tratamientos, cinco repeticiones y un animal por repetición

3.1.2 Población. Representada en un lote de hembras de levante seleccionadas de un núcleo de bovinos de la raza BON entregados a la universidad dentro del convenio CORPOICA – UFPSO y un lote de terneras de levante de la raza gyrolando.

3.1.3 Muestra. Representada por 10 terneras de levante de la raza BON y 5 terneras de levante gyrolandas.

3.1.4 Variables e indicadores. Las Variables e indicadores que se evalúan se presentan en el cuadro N°1:

Cuadro 1. Variables e indicadores

Variable	Indicador	Instrumento
Ganancia de peso	Kg	Bascula
Consumo de suplemento	Gr	Peso

Fuente: Autor del proyecto

3.1.5 Modelo estadístico. El modelo estadístico que se utiliza para esta investigación, es completamente al azar.

$$Y_{ij} = M + T_i + EE_i$$

M = promedio poblacional general

T_i = efecto del i- enésimo tratamiento

EE_i=error experimental

3.2 METODOLOGÍA

Esta investigación se lleva a cabo en la granja experimental de la Universidad Francisco de Paula Santander, la cual se encuentra ubicada en la Vereda El Rhin a 1.200 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 22°C y con una precipitación anual de 980 a 1.200 mm.

El trabajo es desarrollado durante 2 meses (60 días). Para la evaluación se utilizan 15 hembras de levante, divididos en 3 grupos distribuidos lo más homogéneos posibles en cuanto a peso, elegidos al azar.

La investigación es de tipo experimental, basada en un diseño completamente azar con tres tratamientos y cinco repeticiones.

Los tratamientos a utilizar son los siguientes:

La dieta es a base de pasturas nativas, pasto de corte y suplemento estratégico.

T0(f): Pasto de corte solamente

T1(fsr): Pasto de corte más suplemento restringido

T2(fsl): Pasto de corte más suplemento a libertad

El análisis estadístico de los datos se realiza con la ayuda del paquete estadístico sasx 9.2. Realizando análisis de varianza, prueba de comparación de medias de Tukey.

3.2.1 Métodos. Dentro de los métodos se mencionan:

- **Distribución de los animales.** La distribución de los animales se realiza el día de inicio del ensayo y se basa en escogencia al azar por medio de la elección casualizada de los individuos que hacen parte de cada replica, previo estudio de la edad del hato y peso de los animales.
- **Pesajes.** Los animales son pesados dos veces por mes, en su totalidad y registrada esta información en un formato de campo.
- **Consumo de alimento.** El consumo de alimento se calcula diariamente y registrada esta información en un formato de campo. Un día antes de finalizado el ensayo se suspende el suministro de alimento.
- **Alimentación:** Los animales durante el desarrollo de la investigación permanecen estabulados donde se les suministra forraje fresco obtenido de lotes establecidos en pasto King gras cosechado a los 60 días, además se les suministra sal mineralizada al 8% en una proporción de 80 gramos por animal. El suministro del núcleo proteico se realiza de acuerdo al tratamiento, para los animales del tratamiento forraje más suplementación restringida (fsr), se suministra por un lapso de 4 horas al día; y para los animales del tratamiento forraje más su suplementación libre (fsl), el núcleo proteico permanece todo el tiempo en los comederos hasta el consumo total del mismo.

La cantidad de forraje se suministra a voluntad, no se tiene en cuenta el consumo de forraje, únicamente el consumo de suplemento proteico.

3.3 LOCALIZACION

El ensayo se lleva a cabo en la granja experimental de la U.F.P.S.O ubicada en la vereda el Rhin a 2,8 Km del casco urbano de la ciudad de Ocaña N.S, a 1200 m.s.n.m, con una precipitación promedio anual de 980 a 1200 mm, una humedad relativa del 76% y una temperatura de 18 a 24°C. Localizada con respecto a la línea del ecuador y el meridiano de Greenwich así: 73 grados 20 minutos longitud oeste y 8 grados 15 minutos de latitud norte.

3.4 HIPOTESIS

Ho: La suplementación con núcleos proteicos mejora significativamente la ganancia de peso.

Ha: La suplementación con núcleos proteicos NO mejora significativamente la ganancia de peso.

3.5 RESULTADOS

3.5.1 Consumo de suplemento

Cuadro 2. Consumo de núcleos proteicos en cada periodo

Variable	0a 15 días	16 a 30 días	31 a 45 días	46 a 60 días
tto T(Sr) (kg)	51.5	56	53	51
tto T(SI) (kg)	126	123	127	128

Fuente: Fuente: Autor del proyecto

Cuadro 3. Consumo de núcleos proteicos en promedio por animal/ día

variable	0a 15 días	16 a 30 días	31 a 45 días	46 a 60 días	Promedio
tto T(Sr) (gr)	686	746	706	680	704.5
tto T(SI)(gr)	1680	1640	1693	1667	1670

Fuente: Autor del proyecto

INFORMACIÓN NUTRICIONAL DE LOS NÚCLEOS PROTEICOS.

Cada kilogramo de núcleo proteico contiene 101,775 gramos de proteína y 2,59 kcal, este es el aporte que hace la semilla de algodón, melaza y urea, los demás ingredientes del bloque tienen un aporte en minerales.

3.5.2 Peso inicial

Cuadro 4. Control de peso cada 15 días, grupo testigo (solo forraje).

T(f)	PESO 0 (kg)	PESO 1 (kg)	PESO 2 (kg)	PESO 3 (kg)	PESO 4 (kg)
1	205	215	218	220	225
2	124	127	135	140	144
3	123	132	134	137	141
4	170	180	184	187	188
5	190	195	204	207	213

Fuente: Autor del proyecto

Cuadro 5. Control de peso cada 15 días, grupo tratado (forraje más suplementación restringida).

T(fsr)	PESO 0 (kg)	PESO 1 (kg)	PESO 2 (kg)	PESO 3 (kg)	PESO 4 (kg)
1	187	196	213	226	230
2	197	205	223	234	235
3	178	188	196	208	210
4	141	154	165	180	180
5	112	121	127	131	135

Fuente: Autor del proyecto

Cuadro 6. Control de peso cada 15 días, grupo tratado (forraje más suplementación libre).

T(fsl)	PESO 0 (kg)	PESO 1 (kg)	PESO 2 (kg)	PESO 3 (kg)	PESO 4 (kg)
1	185	198	210	218	230
2	140	149	154	163	172
3	162	170	185	194	215
4	185	200	215	230	239
5	140	154	165	170	178

Fuente: Autor del proyecto

3.5.3 Ganancia de peso en cada periodo y grupo tratado

Cuadro 7. Ganancia de peso en cada periodo para el grupo T(f)

T(f)	GANANCIA 1 (kg)	GANANCIA 2 (kg)	GANANCIA 3 (kg)	GANANCIA 4 (kg)
1	10	13	15	20
2	3	11	16	20
3	9	11	14	18
4	10	14	17	18
5	5	14	17	23

Fuente: Autor del proyecto

Cuadro 8. Ganancia de peso en cada periodo para el grupo T (fsr)

T(fsr)	GANANCIA 1 (kg)	GANANCIA 2 (kg)	GANANCIA 3 (kg)	GANANCIA 4 (kg)
1	9	26	39	43
2	8	26	37	38
3	10	18	30	32
4	13	24	39	39
5	9	15	19	23

Fuente: Autor del proyecto

Cuadro 9. Ganancia de peso en cada periodo para el grupo T (fsl)

T(fsl)	GANANCIA 1 (kg)	GANANCIA 2 (kg)	GANANCIA 3 (kg)	GANANCIA 4 (kg)
1	13	25	33	45
2	9	14	23	32
3	8	23	32	53
4	15	30	45	54
5	14	25	30	38

Fuente: Autor del proyecto

3.6 ANALISIS DE RESULTADOS

A continuación se presenta el análisis de varianza para cada uno de los factores

Tabla 2. Análisis de varianza para el peso inicial

RESUMEN							
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>			
T(f)	5	812	162.4	1415.3			
T(fsr)	5	815	163	1260.5			
T(fsl)	5	812	162.4	506.3			
ANÁLISIS DE VARIANZA							
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>	
Entre grupos	1.2	2	0.6	0.00056566	0.99943452	3.88529383	
Dentro de los grupos	12728.4	12	1060.7				
Total	12729.6	14					

Fuente: Autor del proyecto

Al revisar el ANAVA se observa que los grupos al inicio de la investigación son homogéneos en cuanto a la variable peso, con un P valor (0,9994), confirmando que la distribución de los animales es equilibrada y con un promedio de 162.6 kg de peso vivo.

Tabla 3. Análisis de varianza para la ganancia de peso de 0 a 15 días.

Variable dependiente: G0A15

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >F
Modelo	2	36.9333333	18.4666667	1.87	0.1971
Error	12	118.8000000	9.9000000		
Total corregido	14	155.7333333			
R-cuadrado	Coef Var		Raíz MSE	G0A15 Media	
0.237158	33.23690		3.146427	9.466667	

Fuente: Autor del proyecto

Para el caso de la ganancia de peso en el periodo de los 0 a los 15 días se observa una diferencia entre los tratamientos con un P valor de 0.1971, que es menor a 0,5 lo cual indica una diferencia estadística en cada uno de los tratamientos, y una ganancia promedio de 9.46 kg en el periodo.

Tabla 4. Análisis de varianza para la ganancia de peso en el periodo de los 0 a los 30 días

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	339.7333333	169.8666667	8.25	0.0056
Error	12	247.2000000	20.6000000		
Total corregido	14	586.9333333			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	G0A30 Media
0.578828	23.55738	4.538722	19.26667

Fuente: Autor del proyecto

En el periodo comprendido de los 0 a los 30 días se observa una diferencia estadística altamente significativa en los tratamientos con un P valor de 0.0056, y una media de 19.26 kg en los grupos tratados.

Tabla 5. Análisis de varianza para la ganancia de peso en el periodo de los 0 a los 45 días.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	952.133333	476.066667	10.33	0.0025
Error	12	552.800000	46.066667		
Total corregido	14	1504.933333			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	G0A45 Media
0.632675	25.07602	6.787243	27.06667

Fuente: Autor del proyecto

En el análisis de varianza para la ganancia de peso de los 0 a los 45 días se observa una diferencia altamente significativa entre los tratamientos con un P valor de 0.0025 y una media de 27.06 kg.

Tabla 6. Análisis de varianza para la ganancia de peso total.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	1540.933333	770.466667	14.91	0.0006
Error	12	620.000000	51.666667		
Total corregido	14	2160.933333			
R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	GT Media		
0.713087	21.73776	7.187953	33.06667		

Fuente: Autor del proyecto

El análisis de varianza para la ganancia de peso total muestra una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos con un P valor de 0.0006 y una media de 33.06 kg.

Tabla 7. Test de Levene para homogeneidad de la varianza PINICIAL ANOVA de las desviaciones cuadradas de las medias de grupo

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TTO	2	1513666	756833	1.54	0.2535
Error	12	5890112	490843		

Test de Levene para homogeneidad de la varianza G0A15
ANOVA de las desviaciones cuadradas de las medias de grupo

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TTO	2	231.2	115.6	2.45	0.1283
Error	12	566.5	47.2120		

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 8. Test de Levene para homogeneidad de la varianza G0A30 ANOVA de las desviaciones cuadradas de las medias de grupo

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TTO	2	1740.0	870.0	1.51	0.2602
Error	12	6917.5	576.5		

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 9. Test de Levene para homogeneidad de la varianza G0A45 ANOVA de las desviaciones cuadradas de las medias de grupo

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TTO	2	9605.1	4802.6	1.38	0.2892
Error	12	41814.1	3484.5		

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 10. Test de Levene para homogeneidad de la varianza GT ANOVA de las desviaciones cuadradas de las medias de grupo

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TTO	2	12235.7	6117.8	2.74	0.1047
Error	12	26797.1	2233.1		

Fuente: Autor del proyecto

El análisis de varianza de las desviaciones cuadradas de las medias de grupo, para determinar la homogeneidad de la varianza se presentan diferencias significativas con un P valor de (0.253; 0.128; 0.260; 0.289 y 0.104), correspondiente para el peso inicial, ganancia de 0 a 15 días, ganancia de 0 a 30 días, ganancia de 0 a 45 días y ganancia total respectivamente.

3.6.1 Pruebas del rango estudentizado de TUKEY (HSD)

3.6.1.1 Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Peso INICIAL

NOTA: Este test controla el índice de error experimental de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

-Alpha	0.05
-Error Degrees of Freedom	12
-Error de cuadrado medio	1060.7
-Valor crítico del rango estudentizado	3.77293
-Diferencia significativa mínima	54.953

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 11. Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Peso INICIAL

Tukey Agrupamiento	Media	N	TTO
A	163.00	5	T (fsr)
A			
A	162.40	5	T (fsl)
A			
A	162.40	5	Tf

Fuente: Autor del proyecto

Realizando la prueba del rango estudentizado de tukey para el peso inicial muestra que los grupos son homogéneos; no existen diferencias estadísticas significativas, debido a que es el inicio de la investigación y la distribución de los animales ha sido equitativa.

3.6.1.2 Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para G0A15

NOTA: Este test controla el índice de error experimental de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ

-Alpha	0.05
-Error Degrees of Freedom	12
-Error de cuadrado medio	9.9
-Valor crítico del rango estudentizado	3.77293
-Diferencia significativa mínima	5.309

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 12. Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para G0A15

Tukey Agrupamiento	Media	N	TTO
A	11.200	5	T (fsl)
A			
A	9.800	5	T (fsr)
A			
A	7.400	5	Tf

Fuente: Autor del proyecto

Igualmente para la ganancia de peso de los 0 a los 15 días no existen diferencias estadísticas altamente significativas, aunque se tenga un ($P=0.1971$).

3.6.1.3 Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para G0A30

NOTA: Este test controla el índice de error experimental de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

-Alpha	0.05
-Error Degrees of Freedom	12
-Error de cuadrado medio	20.6
-Valor crítico del rango estudentizado	3.77293
-Diferencia significativa mínima	7.6582

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 13. Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para G0A30

Tukey Agrupamiento	Media	N	TTO
A	23.400	5	T (fsl)
A			
A	21.800	5	T (fsr)
B	12.600	5	Tf

Fuente: Autor del proyecto

Al realizar la prueba de rango estudentizado de Tukey para la ganancia de peso para el periodo de los 0 a los 30 días, se observa una deferencia estadística altamente significativamente entre el grupo testigo (TF) y los grupos tratados con una diferencia de 7.658 kg, y una homogeneidad entre los grupos T(fsl) y T(fsr).

3.6.1.4 Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para G0A45

NOTA: Este test controla el índice de error experimental de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

-Alpha	0.05
-Error Degrees of Freedom	12
- Error de cuadrado medio	46.06667
-Valor crítico del rango estudentizado	3.77293
-Diferencia significativa mínima	11.452

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 14. Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para G0A45

Tukey Agrupamiento	Media	N	TTO
A	32.800	5	T (fsr)
A			
A	32.600	5	T (fsl)
B	15.800	5	Tf

Fuente: Autor del proyecto

En el periodo de 0 a 45 días se observa una diferencia estadística altamente significativa entre los grupos tratados y el grupo control en la ganancia de peso con una diferencia significativa de 11.45 kg.

3.6.1.5 Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para GT

NOTA: Este test controla el índice de error experimental de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

-Alpha	0.05
-Error Degrees of Freedom	12
-Error de cuadrado medio	51.66667
-Valor crítico del rango estudentizado	3.77293
-Diferencia significativa mínima	12.128

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 15. Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para GT

Tukey Agrupamiento	Media	N	TTO
A	44.400	5	T (fsl)
A			
A	35.000	5	T (fsr)
B	19.800	5	Tf

Fuente: Autor del proyecto

Realizando la prueba de tukey para la ganancia de peso total se observa que la diferencia estadística se mantiene entre los grupos tratados y el grupo control, con una diferencia significativa mínima de 12.12 kg.

3.7 COMPARACION ENTRE GRUPOS TRATADOS Vs GRUPO CONTROL Y TTO (Fsr) Vs TTO (Fsl).

Tabla 16. Comparación entre grupos tratados vs control para el peso inicial.

Variable dependiente: PINICIAL

Parámetro	Error Estimador	estándar	Valor t	Pr > t
TTDOS VS CONTROL	0.60000000	35.6768833	0.02	0.9869
TSR VS TFL	0.60000000	20.5980582	0.03	0.9772

Fuente: Autor del proyecto

Se observa que tanto en los grupos tratados y el grupo control no existen diferencias estadísticas significativas al inicio del ensayo con un valor para P= 0.986 y 0.977 respectivamente, debido a la selección homogénea de los grupos.

Tabla 17. Comparación entre grupos tratados vs control para la ganancia de peso de los 0 a los 15 días.

Variable dependiente: G0A15

Parámetro	Error Estimador	estándar	Valor t	Pr > t
TTDOS VS CONTROL	6.20000000	3.44673759	1.80	0.0972
TSR VS TFL	-1.40000000	1.98997487	-0.70	0.4952

Fuente: Autor del proyecto

Se puede observar que entre los Gttodos vs Gcontrol existen diferencias estadísticas altamente significativas con un P valor de (0.097); y para el tratamiento T(sr) Vs T (sl) no existen diferencias significativas entre estos dos grupos (P= 0.495), para el cual la forma de suministrar los núcleos proteicos no influye en la ganancia de peso.

Tabla 18. Comparación entre grupos tratados vs control para la ganancia de peso de los 0 a los 30 días.

Variable dependiente: G0A30

Parámetro	Error Estimador	estándar	Valor t	Pr > t
TTDOS VS CONTROL	20.00000000	4.97192116	4.02	0.0017
TSR VS TFL	-1.60000000	2.87054002	-0.56	0.5875

Fuente: Autor del proyecto

Se puede observar que entre los ttdos vs control existen diferencias estadísticas altamente significativas con un P valor de (0.0017); y para el tratamiento T(sr) Vs T (sl) no existen diferencias significativas entre estos dos grupos (P= 0.587), para el cual la forma de suministrar los núcleos proteicos no influye en la ganancia de peso.

Tabla 19. Comparación entre grupos tratados vs control para la ganancia de peso de los 0 a los 45 días.

Variable dependiente: G0A45

Parámetro	Error		Valor t	Pr > t
	Estimador	estándar		
TTDOS VS CONTROL	33.8000000	7.43505212	4.55	0.0007
TSR VS TFL	0.2000000	4.29262934	0.05	0.9636

Fuente: Autor del proyecto

Se puede observar que entre los grupos tratados vs grupo control existen diferencias estadísticas altamente significativas con un P valor de (0.0007); y para el tratamiento T (sr) Vs T (sl) no existen diferencias significativas entre estos dos grupos (P= 0.963), para el cual la forma de suministrar los núcleos proteicos no influye en la ganancia de peso.

Tabla 20. Comparación entre grupos tratados vs control para la ganancia de peso total.

Variable dependiente: GT

Parámetro	Error		Valor t	Pr > t
	Estimador	estándar		
TTDOS VS CONTROL	39.8000000	7.87400787	5.05	0.0003
TSR VS TFL	-9.4000000	4.54606057	-2.07	0.0609

Fuente: Autor del proyecto

Se puede observar que entre los grupos tratados vs grupo control existen diferencias estadísticas altamente significativas con un P valor de (0.0003); y para el tratamiento T(sr) Vs T (sl) existen diferencias estadísticas significativas entre estos dos grupos (P= 0.060), para el cual la forma de suministrar los núcleos proteicos influye en la ganancia de peso en cada uno de los tratamientos.

RESUMEN DE LOS RESULTADOS

Cuadro10. Resumen de los resultados

Variable	tto control	tto sr	tto sl	valor de P	
				ttdos Vs control	T(fsr) Vs T(fsl)
Peso inicial	162.4 kg	163 kg	162.4 kg	0.986	0.977
G 0 a 15 días	7.4 kg	9.8 kg	11.2 kg	0.097	0.495

G 0 a 30 días	12.6 kg	21.8 kg	23.4 kg	0.001	0.587
G 0 a 45 días	15.8 kg	32.8 kg	32.6 kg	0.0007	0.963
G total	19.8 kg	35 kg	44.4 kg	0.0003	0.0609

Fuente: Autor del proyecto

De lo anterior se puede deducir que al inicio de la investigación no se presentan diferencias estadísticas significativas, debido a la distribución homogénea de los animales en cada grupo; y en cuanto a la ganancia de peso en cada uno de los periodos de 15 días se presentan diferencias estadísticas significativas entre los grupos tratados y el grupo control; mientras que la ganancia de peso entre los tratamientos T (fsr) y T (fsl) no presentan diferencias estadísticas significativas en los periodos de 0 a 15, 0 a 30 y 0 a 45 días con P valor de (0.495, 0.587, 0.963) respectivamente, pero en la ganancia total presenta una diferencia estadística entre los grupos tratados con un valor de $P = 0.0609$.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La diferencia estadísticas entre los tratamientos se presenta debido a que el bloque nutricional (núcleos proteicos NP) tiene un aporte de proteína de 101. 775 gramos y 2.59 kcal por kilogramo, y al aumentar el consumo en los animales va a aumentar la disponibilidad de estos mejorando la dieta de forraje que consumen. Los animales del tratamiento T(fsr) tuvieron un consumo promedio durante el ensayo de 704.5 gramos al día de NP teniendo un consumo de proteína de 71.7 gramos y 1.82 kcal; y los animales del tratamiento T(fsl) tienen un consumo promedio de NP de 1670 gramos al día, que aporta 169.96 gramos de proteína y 4.32 kcal; por lo tanto la dieta de este grupo tratado es mejor comparando con el grupo control y el grupo T(fsr), el cual se ve reflejado en la ganancia de peso. La diferencia en el consumo de proteína y energía es de 98.26 gr y 2.5 kcal respectivamente.

Al revisar costos en la dieta se tiene:

Para el tratamiento T(fsr) el suplemento consumido tiene un costo de 546.73 pesos y para el tratamiento T(fsl) el NP consumido por animal/ día cuesta 1296 pesos teniendo en cuenta únicamente el costo de las materias primas utilizadas, teniendo una mayor eficiencia al suministrar los NP a libertad debido a que se tiene una mayor ganancia de peso en los animales; la ganancia del tratamiento T(fsr) fue de 583 gramos al día en promedio durante la investigación, y para el tratamiento T(fsl) fue de 740 gramos al día en promedio en el periodo evaluado, dando una diferencia de 157 gramos entre los grupos tratados, lo que se puede deducir que al restringir el consumo de NP es más rentable que suministrarlo a libertad debido a que la diferencia entre la ganancia de peso obtenida en el T(fsl) no es representativa para la inversión en el NP que se consumen adicionalmente.

3.8 COLABORADORES.

YAMITH SERNA CRIADO, Estudiante.
CESAR A. URON CASTO, Director del trabajo.

3.9 RECURSOS DISPONIBLES.

3.9.1 Recursos Institucionales: La Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña.

3.9.2 Recursos Financieros: Para el desarrollo del proyecto se tuvo en cuenta recursos propios e institucionales.

3.9.3 Materiales: Se mencionan los siguientes materiales:

- 15 terneras de levante
- Semilla de algodón
- Melaza
- Urea
- Pasto de corte proveniente de cultivo tecnificado
- Establo
- Bebederos
- Saladeros
- Pica pasto
- Zorra de cargue
- Bascula
- Peso
- Sal mineralizada

3.10 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Cuadro 11. Cronograma de actividades

Actividades / semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Investigación bibliográfica.	■								
2. Evaluación del recurso forrajero	■								
3. Selección de animales a evaluar	■								
4. Aforos de potreros	■								
5. Traslado de animales a potreros		■	■	■	■	■	■	■	
6. Suministro de suplemento	■	■	■	■	■	■	■	■	
7. Control de peso	■	■	■	■	■	■	■	■	
8. Medición de consumo		■	■	■	■	■	■	■	
9. Medición y toma de datos de parámetros a evaluar		■	■	■	■	■	■	■	

10. Análisis de datos tomados de los animales tratados									
11. Estudio de costos del proceso									
12. Recopilación de información total									
13. Elaboración de documento									

Fuente: Autor del proyecto

CONCLUSIONES

Al evaluar la suplementación con núcleos proteicos NP se observa que los grupos tratados presentan una mejor ganancia de peso debido a que se mejora la calidad nutricional de la dieta suministrada a los animales.

Los NP mejoran la ganancia de peso, pero al evaluar la parte económica, lo que se gana en cada uno de los tratamientos T(fsr) y T(fsl) no es significativo, debido a que se invierte más en el T(fsl) de acuerdo al consumo obtenido y la ganancia no es representativa.

El consumo de NP es aceptable por los animales, de acuerdo a resultados obtenidos, debido a la palatabilidad del mismo.

Los NP son una alternativa económica para mejorar la calidad nutricional de las dietas a base de forraje que se emplean para la alimentación animal, obteniendo resultados aceptables en el rendimiento (ganancia de peso) de los animales.

RECOMENDACIONES

Al utilizar NP en la alimentación animal se puede restringir el consumo para que los costos de producción de un kg de carne no tenga costos elevados y sea más rentable.

La suplementación de NP se debe hacer en lugares donde la lluvia no afecte la presentación del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

FEDEGAN. Administración y gestión de empresas ganaderas. FEDEGAN. Bogotá DC:, 1998. 352p.

HOGARES JUVENILES CAMPESINOS. Manual agropecuario. Bogotá DC: Hogares juveniles campesinos, 2001. 415p.

LÓPEZ Albeiro, Ganado blanco orejinegro (BON) una alternativa para la producción en Colombia, revista colombiana de ciencia pecuaria vol. 14. Bogotá., D.C., 2001. 680p.

MATEUS, G. 1967. El nucho y su ciclo de vida. Revista ICA. Bogotá, D.C., 1999. 632p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL “ETAL”. Competir e innovar, la ruta de la industria bovina, Bogotá, una tintar medios limitada, Bogotá. D.C., 2009. 563p.

ROUSE, J.E . The criollo: Spanish cattle in the Americas. Norman, University of Oklahoma Press USA. 1999. 836p.

SALAZAR, B. Raza Blanco Orejinegro BON Ganado de Leche en El Nus. ICA. Pub. Misc. Bogotá, D.C. 2000. 652p.

SALAZAR, J.J. y A. CARDOZO. Desarrollo del ganado criollo en América Latina: resumen histórico y distribución actual. Recursos Genéticos animales en América Latina. Ganado Criollo y especies de altura. FAO. Roma, Italia. 1992. 752p.

SOURDIS, NAJARA Adelaida. Ganadera en Colombia cinco años construyendo país. San Martín Obregón y CIA limitada. Bogotá D.C. 2008, 825p.

REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRÓNICAS

BUITRAGO SANIN Felipe. Características reproductivas y productivas banco orejinegro (BON) [on line] Actualizado en octubre de 2007. [citado el 15 de septiembre de 2010]. Disponible en Internet En: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/genetica/articulos/caracterizacion-reproductiva-productiva-ganado-t1808/103-p0.htm>. p. 1 de 15.

ENGORMIX. Características reproductiva y productiva del ganado blanco orejinegro (bon) en las haciendas azulfral, bohemia, castilla y hato viejo del departamento de risaralda. [online]. Actualizado en el 2005. [citado el 16 de septiembre de 2010]. Disponible en Internet En: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/genetica/articulos/caracterizacion-reproductiva-productiva-ganado-t1808/103-p0.htm> p. 2 de 10.

GANADO CRIOLLO COLOMBIANO. Blanco Orejinegro Bon. [online]. Actualizado en el 2002. [citado el 12 de septiembre de 2010]. Disponible en Internet En: <http://www.ganadocriollocolombiano.com/razas-2/blanco-orejinegro-bon-1> p. 2 de 5.

GRAIN. Recuperando ganado criollo en Colombia. [online]. Actualizado en el 2007. [citado el 12 de septiembre de 2010]. Disponible en Internet En: http://www.grain.org/biodiversidad_files/biodiv222.pdf p. 1 de 6.