

2007

## **Crecimiento y fracciones de proteínas y carbohidratos de los pastos raygrass (*Lolium Hybridum*) aubade y boxer en un sistema de producción lechera en el municipio de Subachoque**

Danny Alejandro Barrera Granda  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Ivan Dario Pinilla Reyes  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia>



Part of the [Agronomy and Crop Sciences Commons](#), and the [Food Processing Commons](#)

---

### **Citación recomendada**

Barrera Granda, D. A., & Pinilla Reyes, I. D. (2007). Crecimiento y fracciones de proteínas y carbohidratos de los pastos raygrass (*Lolium Hybridum*) aubade y boxer en un sistema de producción lechera en el municipio de Subachoque. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/92>

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias Agropecuarias at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Zootecnia by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

CRECIMIENTO Y FRACCIONES DE PROTEINAS Y CARBOHIDRATOS DE LOS  
PASTOS RAYGRASS (*LOLIUM HYBRIDUM*) AUBADE Y BOXER EN UN  
SISTEMA DE PRODUCCION LECHERA EN EL MUNICIPIO DE SUBACHOQUE

DANNY ALEJANDRO BARRERA GRANDA

IVAN DARIO PINILLA REYES

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

FACULTAD DE ZOOTECNIA

BOGOTA D.C.

2007

CRECIMIENTO Y FRACCIONES DE PROTEINAS Y CARBOHIDRATOS DE LOS  
PASTOS RAYGRASS (*LOLIUM HYBRIDUM*) AUBADE Y BOXER EN UN  
SISTEMA DE PRODUCCION LECHERA EN EL MUNICIPIO DE SUBACHOQUE

DANNY ALEJANDRO BARRERA GRANDA

13012029

IVAN DARIO PINILLA REYES

13011033

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de  
Zootecnista

Director

Abelardo Conde Pulgarín

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

FACULTAD DE ZOOTECNIA

BOGOTA D.C.

2007

## DIRECTIVAS

HERMANO FABIO GALLEGO ARIAS F. S. C.

RECTOR

HERMANO CARLOS GABRIEL GOMEZ RESTREPO F. S. C.

VICERRECTOR ACADEMICO

HERMANO EDGAR FIGUEROA ABRAJIM F. S. C.

VICERRECTOR DE PROMOCION Y DESARROLLO HUMANO

DOCTOR GUILLERMO PANQUEVA MORALES

SECRETARIO GENERAL

DOCTOR MAURICIO FERNANDEZ FERNANDEZ

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

DOCTOR RAFAEL IGNACIO PAREJA MEJIA

DECANO

DOCTOR JOS LECONTE

SECRETARIO ACADEMICO

## APROBACION

---

DOCTOR RAFAEL IGNACIO PAREJA MEJIA  
DECANO

---

DOCTOR JOS LECONTE  
SECRETARIO ACADEMICO

---

DOCTOR ABELARDO CONDE PULGARIN  
DIRECTOR TRABAJO DE GRADO

---

DOCTORA LILIANA LUCIA BETANCOURT LOPEZ  
JURADO

---

DOCTOR CESAR JULIO JARAMILLO ISAZA  
JURADO

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

El Todo Poderoso, por habernos permitido cumplir con este sueño de ser profesionales.

La Facultad de Zootecnia de la Universidad de La Salle y sus directivos por la formación integral obtenida, el respaldo y apoyo durante el desempeño académico a lo largo de la etapa de preparación profesional, y en especial por la guía y el aporte para el presente trabajo.

**Doctor Abelardo Conde**, Zootecnista, Director de tesis, por su dedicación, entereza y confianza depositada en nosotros para transmitirnos sus conocimientos y propiciar este logro.

**Doctora Liliana Betancourt**, Zootecnista, MSc Nutrición, por su apoyo invaluable en aspectos principalmente estadísticos y el seguimiento del trabajo que hoy mostramos.

**Nidia Rojas**, Química Industrial, por su colaboración, en el desarrollo de la parte práctica del laboratorio del fraccionamiento del presente trabajo.

**Doctora Autora Cuesta**, Bióloga MSc. Nutrición animal, por su incondicional apoyo y gran amabilidad demostrada durante el desarrollo del presente proyecto.

**Margot Arévalo**, Química Industrial Especialista en Nutrición animal.

En CI Corpoica Tibaitatá, a los Doctores, **Beatriz Abadía** y **Luis Carlos Arreaza**, por su aporte intelectual como investigadores.

**Señor Jorge Pinilla**, por disponer amplia y confiadamente de su propiedad “Finca San Jorge” en Subchoque, y poner a nuestra disposición lo necesario para el desarrollo del proyecto.

## DEDICATORIA

*AGRADECIMIENTO ESPECIAL.*

*A Dios por ser un Ser Supremo quien me da la oportunidad de vivir.*

*A mis padres por su ejemplo, cariño y dedicación durante los años de mi vida.*

*A mis hijos Juanita e Iván Felipe por su amor y ternura incondicional y quienes me motivan a ser alguien en la vida.*

*A mi esposa por su paciencia y ayuda.*

*A quienes han sido partícipes de cierta forma en la realización de esta tesis.*

## DEDICATORIA

*DANNY ALEJANDRO BARRERA GONZALEZ*

*A mis padres, quienes han estado a mi lado en todos los momentos difíciles de mi vida, brindándome su sabiduría y su apoyo incondicional siendo principales gestores desde el primer día de este proyecto, quienes han sido mi soporte principal, por brindarme su plena confianza y su amor infinito, ustedes son mi gran orgullo.*

*A mis hermanos, Olga, por ser paciente y darme fuerzas para culminar esta etapa tan importante de mi vida y Sergio, por su cariño y compañía que ha sido mi felicidad desde que llego a mi vida.*

*A toda mi familia, abuelos, tíos y primos por su amor incondicional y compañía durante toda mi vida.*

*A todas las personas que me han apoyado durante la realización de mi carrera, y que de alguna forma hicieron parte de este proyecto, por creer en mí como profesional.*

*Gracias a todos ustedes por ayudarme a cumplir este hermoso sueño...*



## RESUMEN

Con el objeto de evaluar el crecimiento, obtener un modelo y analizar la calidad nutricional de una mezcla de raygrasses (*Lolium hybridum*) aubade y boxer bajo condiciones comerciales en la finca San Jorge en el municipio de Subachoque (Cundinamarca) en una zona de bosque húmedo montano alto, se evaluaron 8 potreros durante 5 meses, se registró disponibilidad de biomasa cada 7 días hasta 70 días. Para el fraccionamiento CNCPS las muestras fueron recolectadas los días 45, 55, 65 y 75 de rebrote. Se evaluaron tres modelos sigmoideos para crecimiento (Gompertz, Logístico y Cacho). Para el fraccionamiento de carbohidratos y proteínas se utilizó el protocolo de Licitra (1996). Para la determinación de las fracciones de los carbohidratos se usó la técnica de degradabilidad in sacco evaluando la degradabilidad de las fracciones de MS, FDN y RIE. La sustracción de las curvas de degradación determinaron las fracciones de carbohidratos (A, B1, B2 y C). La cinética ruminal se obtuvo de la tasa de degradación (kd) y tasa de pasaje (kp) mediante la aplicación del software FITCURVE. Se corrieron las simulaciones en el software CNCPS con los datos obtenidos del fraccionamiento y degradabilidad de los carbohidratos para las edades de 45 y 75 días de rebrote y los períodos de máximas y mínimas precipitaciones. El modelo que ajustó los valores obtenidos de los 8 potreros fue el de Gompertz, encontrando el mayor aumento en la producción de biomasa en g/ms/día hasta el día 74 de rebrote. Durante el estudio se registraron variables ambientales de máximas (>200ml) y mínimas (<200ml) precipitaciones. El modelo Gompertz ajustó adecuadamente para los 5 potreros evaluados durante el período de máxima precipitación. Las fracciones de carbohidratos y proteínas no presentaron diferencias significativas ( $P>0,05$ ); sin embargo para los períodos de máximas y mínimas precipitaciones sí hubo diferencias significativas ( $P<0,05$ ) para las fracciones de  $P_c$  y  $P_{sol}$  (fracciones A, B1 y B2). La fracción de carbohidratos B1 (almidón) desaparece totalmente a los 65 días de rebrote. Se observó una degradabilidad ruminal total en todas las fracciones de carbohidratos. La simulación de la respuesta animal predijo los valores en potencial de producción de EM y PM disponibles, así como del Nitrógeno Ureico de la leche (MUN). Con base en esos valores se suplementó con papa y silo de maíz para las edades de 45 días de rebrote y los periodos de máximas y mínimas precipitaciones. Los valores predichos por el modelo se ajustan a los niveles reales de producción de la explotación lechera. El modelo predice que en edades de corte de 75 días se encuentran buenas producciones sin afectar la calidad nutricional mejorando la relación energía:proteína y optimizando el sistema de producción así como los indicadores de competitividad y sostenibilidad de la explotación lechera.

Palabras Clave: CNCPS, Modelos de crecimiento, Degradabilidad ruminal, Competitividad, Sostenibilidad.

## ABSTRACT

With the purpose to evaluate the growing, to get a model and to analyze the nutritional quality from aubade and boxer raygrass mix (*Lolium hybridum*) aubdae and boxer under commercial conditions at San Jorge Farm in the town Subachoque (Cundinamarca) on a zone BhmA. There were evaluated 8 pastures during 5 months; biomass availability was examined every 7 days until 70 days. For the fractionation CNCPS the samples were recollected from the days of 45, 55, 65 y 75 of growing. There were evaluated three sigmoidal models for the growing (Gompertz, Logistic, Cacho). For the fractionation of carbohydrates and proteins was used Licitra protocol. To determine the fractions of the carbohydrates were used the method of degradability in sacro evaluating the degradability from the fractions of dry matter, FDN and RIE. The subtraction of the degradation curves determined the fractions of carbohydrates (A, B1, B2 y C). The kinetic ruminal was obtained from the degradation rate (kd) y pasture rate (kp) using the FITCURVE software. The simulations were running into the software CNCPS with the information obtained from the fractionation and degradability of the carbohydrates for the ages of 45 and 75 of regrowing and the periods of maximum and minimum precipitations. The model that was adjusted to the getting values to the 8 pastures was Gompertz finding the greater increase of biomass production en s/ms/day until the day 74 of growing. During the study there were environmental variables from maximum (>200 ml) and minimum (<200ml) precipitations. The Gompertz model adjusted adequately for the 5 evaluated pastures during the maximum period of precipitation. The carbohydrate and protein fractions don't display significant differences ( $p>0.05$ ) however there were significant differences for the maximum and minimum precipitation ( $p<0.05$ ) to the fractions of Pc and Psol (protein fractions A, B1 y B2). The carbohydrate B1 fraction (starch) disappeared totally in 65 days of regrowing. There was total ruminal degradation in every carbohydrate fractions. The simulation of the animal answer predicted the values of the production potential for EM y PM available such as the Ureic Nitrogen from the milk (MUN). On the basis of these values there were supplement with potatoes and corn silo for the ages of 45 of regrowing and maximum and minimum periods of precipitation. The predicted values for the model were adjusted to the real levels of production from the milky production. The model predicts that there are good productions in ages of cutting of 75 days without affecting the nutritional quality increasing the relation energy: protein and optimizing the production system like that the competitive indicator and sustainability of the dairy exploitation.

Keywords: CNCPS, growth model, Ruminal degradability, Competitive, Sustainability.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pag.</b>
<b>RESUMEN</b>	
<b>ABSTRACT</b>	
<b>INTRODUCCION</b>	1
<b>1. OBJETIVOS</b>	3
<b>1.1. OBJETIVO GENERAL</b>	3
<b>1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	3
<b>2. REVISION DE LITERATURA</b>	4
<b>2.1. GENERALIDADES DEL PASTO RAYGRASS</b>	4
2.1.1. Obtención de un tetraploide	4
2.1.2. Calidad y producción	5
<b>2.2. CRECIMIENTO DE PASTURAS</b>	5
<b>2.3. CUANTIFICACION DE FORRAJES</b>	8
2.3.1. Método destructivo	9

2.3.2. Método no destructivo	9
2.3.3. Muestreo por doble rango visual	9
2.3.4. Medición de los componentes de forraje disponible	10
2.3.5. Medición de la composición botánica de la pastura	11
<b>2.4. MODELO CORNELL</b>	<b>12</b>
2.4.1. Valor nutritivo de carbohidratos	15
2.4.2. Valor nutritivo de proteínas	17
2.4.3. Ecosistema ruminal	18
2.4.4. Pasaje y fermentación	18
2.4.5. Crecimiento microbial	19
2.4.6. Fermentación de proteína y acumulación de amoniaco	19
2.4.7. Composición de las bacterias ruminales	20
2.4.8. Efecto pH ruminal	21
<b>2.4.9. CONCEPTUALIZACION DE CNCPS</b>	<b>21</b>
2.4.10. Fundamento del fraccionamiento de nutrientes	22
2.4.11. Análisis nutricional requerido en este nuevo enfoque	23

2.4.12. Definición y determinación de las fracciones de nitrógeno requeridas por el CNCPS para los cálculos de raciones y simulación	24
<b>2.4.13. El modelo como herramienta de predicción del desempeño animal</b>	26
<b>2.4.14. COMPARACION DE LAS PREDICCIONES</b>	32
<b>2.5. DEGRADABILIDAD RUMINAL</b>	39
2.5.1. Degradabilidad in sacco	40
2.5.2. Degradabilidad in vitro	45
<b>3. MATERIALES Y METODOS</b>	49
<b>3.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO</b>	49
<b>3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL</b>	49
3.2.1. Diseño por bloques	49
3.2.2. Diseño completamente al azar	50
<b>3.3. MONITOREO MEDIO AMBIENTAL</b>	51
<b>3.4. DEFINICION DE PERIODOS DE MAXIMAS Y MINIMAS PRECIPITACIONES</b>	51
<b>3.5. MUESTREO PARA CRECIMIENTO DE LOS PASTOS</b>	53

<b>3.6. ANALISIS PARA CRECIMIENTO</b>	
<b>(Incluidos todos los potreros)</b>	<b>54</b>
<b>3.7. DEFINICION DE LOS MODELOS DE CRECIMIENTO</b>	<b>55</b>
<b>3.8. ANALISIS PARA EL CRECIMIENTO (Máximas y Mínimas precipitaciones)</b>	<b>56</b>
<b>3.9. MUESTREO PARA FRACCIONAMIENTO (CNCPS)</b>	<b>57</b>
<b>3.10. FRACCIONAMIENTO DE CARBOHIDRATOS Y PROTEINAS</b>	<b>58</b>
3.10.1. Análisis realizados	58
<b>3.11. Degradabilidad Ruminal (<i>in sacco</i>)</b>	<b>59</b>
3.11.1. Degradabilidad de la Materia Seca	59
3.11.2. Degradabilidad de FDN y RIE	60
3.11.3. Preparación de FDN	60
3.11.4. Preparación de RIE	61
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>63</b>
<b>4.1. MODELOS DE CRECIMIENTO (Incluidos todos los potreros)</b>	<b>63</b>
4.1.1. Prueba de homogeneidad	63

4.1.2. Prueba de independencia	64
<b>4.1.3. DEFINICION DEL MODELO</b>	65
<b>4.1.4. MODELO LOGISTICO</b>	66
<b>4.1.5. MODELO GOMPERTZ</b>	68
<b>4.1.6. MODELO CACHO</b>	71
<b>4.1.7. SELECCION DEL MODELO</b>	73
4.1.8. Definición de puntos críticos interpretación biológica del modelo	73
<b>4.1.9. APLICACIONES PRACTICAS</b>	78
<b>4.2. MODELO DE CRECIMIENTO (Periodos de Máximas y Mínimas precipitaciones)</b>	79
4.2.1. Periodo de máxima precipitación	79
4.2.2. Prueba de homogeneidad e independencia	79
4.2.3. Periodo de mínima precipitación	80
4.2.4. Prueba de homogeneidad e independencia	80
4.2.5. Definición de los modelos para los periodos de máximas (invierno) y Mínimas (verano) precipitaciones	80

4.2.6. Periodo de máxima precipitación (invierno)	80
4.2.7. Periodo de mínima precipitación (verano)	82
<b>4.3. CNCPS (Incluido todos los potreros)</b>	<b>84</b>
<b>4.4. CNCPS (Periodos de máximas y mínimas precipitaciones)</b>	<b>88</b>
<b>4.5. DEGRADABILIDAD RUMINAL (<i>In sacco</i>)</b>	<b>90</b>
4.5.1. Fraccionamiento de Carbohidratos	93
4.5.2. Degradabilidad de las fracciones de carbohidratos	96
4.5.3. Cinética de la degradación de carbohidratos	99
<b>4.6. PREDICCIÓN DE LA RESPUESTA ANIMAL</b>	<b>101</b>
<b>4.7. SIMULACIÓN ANIMAL Y DETERMINACIÓN DEL SUPLEMENTO</b>	<b>102</b>
<b>4.8. COSTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN</b>	<b>106</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>107</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>110</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>121</b>





## INDICE DE TABLAS

	<b>Pag.</b>
<b>Tabla 1.</b> Valor nutritivo de los pastos boxer y aubade en Colombia	6
<b>Tabla 2.</b> Comparación de algunos de los factores comparados en la estimación del valor protéico por distintos sistemas	14
<b>Tabla 3.</b> Análisis y características de las fracciones de carbohidratos	16
<b>Tabla 4.</b> Análisis y características de las fracciones de proteínas	17
<b>Tabla 5.</b> Potreros con precipitaciones mayores a 200 ml durante el periodo de muestreo	52
<b>Tabla 6.</b> Potreros con precipitaciones menores a 200 ml durante el periodo de muestreo	52
<b>Tabla 7.</b> Distribución de cortes en los potreros	58
<b>Tabla 8.</b> Producción de biomasa en los potreros en g/MS/m <sup>2</sup> durante todos los periodos de evaluación	63
<b>Tabla 9.</b> Valores de referencia calculados para definir el modelo linealizado de la función Logística	66
<b>Tabla 10.</b> Linearización del modelo Gompertz y cálculo del error cuadrático medio	69

<b>Tabla 11.</b> Estimación de valores de biomasa aplicando el modelo propuesto por Cacho	72
<b>Tabla 12.</b> Valores calculados de la primera derivada y porcentaje de madurez entre los días 70 y 80 del crecimiento de las pasturas	75
<b>Tabla 13.</b> Valores promedio de las fracciones de carbohidratos y proteínas	84
<b>Tabla 14.</b> Valores promedio de las fracciones de carbohidratos y proteínas obtenidos en los periodos de máximas y mínimas precipitaciones	88
<b>Tabla 15.</b> Valores observados vs valores ajustados utilizando Fit Curve	92
<b>Tabla 16.</b> Fraccionamiento de carbohidratos en cuatro etapas de desarrollo	95
<b>Tabla 17.</b> Degradabilidad de las fracciones de carbohidratos en (%/h) en el pasto raygrass con edad de recuperación de 45 días	96
<b>Tabla 18.</b> Degradabilidad de las fracciones de carbohidratos en (%/h) en el pasto raygrass con edad de recuperación de 55 días	97
<b>Tabla 19.</b> Degradabilidad de las fracciones de carbohidratos en (%/h) en el pasto raygrass con edad de recuperación de 65 días	98
<b>Tabla 20.</b> Degradabilidad de las fracciones de carbohidratos en (%/h) en el pasto raygrass con edad de recuperación de 75 días	98

<b>Tabla 21.</b> Cinética de degradación 45 días	100
<b>Tabla 22.</b> Cinética de degradación 55 días	100
<b>Tabla 23.</b> Cinética de degradación 65 días	100
<b>Tabla 24.</b> Cinética de degradación 75 días	101
<b>Tabla 25.</b> Estimación de CNCPS para raygrass en dos etapas de crecimiento	103
<b>Tabla 26.</b> Estimación del CNCPS en épocas de máximas y mínimas precipitaciones	105

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
<b>Figura 1.</b> Predicción del crecimiento de terneros en ceba intensiva con tres modelos CNCPS, AFRC Y NRC	35
<b>Figura 2.</b> Necesidades y aportes de PM en terneros de ceba Intensiva	35
<b>Figura 3.</b> Influencia del tipo de cereal sobre las necesidades y aportes de proteína metabolizable (PM) en terneros de 200Kg de PV	36
<b>Figura 4.</b> Variación de la eficiencia de síntesis microbiana con el tipo de carbohidratos	37
<b>Figura 5.</b> Representación gráfica de los diferentes tiempos en que tiene lugar la degradación de proteína	44
<b>Figura 6.</b> Curvas de crecimiento en ocho potreros evaluados	65
<b>Figura 7.</b> Modelo linearizado de la función Logística P= biomasa vs $1 / (p) * (dp / dt)$	67
<b>Figura 8.</b> Valores observados vs valores estimados aplicando la función Logística	68
<b>Figura 9.</b> Modelo linearizado de la función Gompertz Ln p vs $1 (p) * (dp / dt)$	70

<b>Figura 10.</b> Valores observados vs valores esperados aplicando la función Gompertz	71
<b>Figura 11.</b> Derivada $dp/dt$ vs Biomasa P	74
<b>Figura 12.</b> Línea tangente al punto de inflexión y valor Delta	77
<b>Figura 13.</b> Valores observados vs valores esperados aplicando la función Logística	81
<b>Figura 14.</b> Valores observados vs valores esperados aplicando la función Gompertz	81
<b>Figura 15.</b> Valores observados vs valores esperados aplicando la función Logística	83
<b>Figura 16.</b> Valores observados vs valores esperados aplicando la función Gompertz	83
<b>Figura 17.</b> Degradación de M.S., FDN, RIE de 45 días	93
<b>Figura 18.</b> Degradación de M.S., FDN, RIE de 55 días	94
<b>Figura 19.</b> Degradación de M.S., FDN, RIE de 65 días	94
<b>Figura 20.</b> Degradación de M.S., FDN, RIE de 75 días	95

## INDICE ANEXOS

	<b>Pag.</b>
<b>Anexo A.</b> Fraccionamiento de Carbohidratos y Proteínas. (Licitra)	122
<b>Anexo B.</b> Prueba de homogeneidad e independencia aplicada a los ocho potreros	135
<b>Anexo C.</b> Curvas de crecimiento en los 5 potreros evaluados en épocas máximas precipitaciones	138
<b>Anexo D.</b> Curvas de crecimiento en los 3 potreros evaluados en mínimas precipitaciones	139
<b>Anexo E.</b> Prueba de homogeneidad e independencia periodo de máximas precipitaciones	140
<b>Anexo F.</b> Prueba de homogeneidad e independencia en periodo de mínimas precipitaciones	143
<b>Anexo G.</b> Valores observados y esperados y el error cuadrático medio y gráfica modelo Logístico y Gompertz en el periodo de máximas precipitaciones	146
<b>Anexo H.</b> Valores observados y esperados y el error cuadrático medio y gráfica modelo Logístico y Gompertz en el periodo de mínimas precipitaciones	150
<b>Anexo I.</b> Valores del MUN	154

<b>Anexo J.</b> Monitoreo Medio Ambiental	155
<b>Anexo K.</b> Estimación de degradabilidad ruminal con el programa Fit Curve	158
<b>Anexo L.</b> Simulaciones	170
<b>Anexo M.</b> Estadística	184
<b>Anexo N.</b> Resultados del fraccionamiento de carbohidratos y proteínas	193
<b>Anexo O.</b> Fotografías	195