



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**Extensión Santo Domingo**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA Y GESTIÓN DE PROYECTOS**

Tesis de grado previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO, MENCIÓN EN PRODUCCIÓN PECUARIA**

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE OVEJAS PELIBUEY CON  
DIFERENTES PORCENTAJES DE ASIGNACIÓN DE FORRAJE *Brachiaria  
decumbens* EN PASTOREO ROTACIONAL EN EL TRÓPICO HÚMEDO.**

**Estudiante:**

JOSE MOISES CASTRO ESPINVERA

**Directora de Tesis:**

EUGENIA GUADALUPE CIENFUEGOS RIVAS; Ph.D.

Santo Domingo – Ecuador

DICIEMBRE 2013

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE OVEJAS PELIBUEY CON DIFERENTES PORCENTAJES DE ASIGNACIÓN DE FORRAJE *Brachiaria decumbens* EN PASTOREO ROTACIONAL EN EL TRÓPICO HÚMEDO.**

Eugenia Guadalupe Cienfuegos Rivas; Ph.D.

**DIRECTORA DE TESIS**

---

**APROBADO**

Dr. Mario Augusto Fernández Morales

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Wilson Geovanny Rivas Pacheco

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Dr. Holger Cristobal Salcán Guamán

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Santo Domingo, Diciembre del 2013.

<b>Autor</b>	<b>JOSE MOISES CASTRO ESPINVERA</b>
<b>Institución</b>	<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL</b>
<b>Título de Tesis</b>	<b>COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE OVEJAS PELIBUEY CON DIFERENTES PORCENTAJES DE ASIGNACIÓN DE FORRAJE <i>Brachiaria decumbens</i> EN PASTOREO ROTACIONAL EN EL TRÓPICO HÚMEDO.</b>
<b>Fecha</b>	<b>DICIEMBRE 2013</b>

El contenido del presente trabajo está bajo la responsabilidad del autor.

---

**JOSE MOISES CASTRO ESPINVERA**

**C.I. 1723059372**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**  
**Extensión Santo Domingo**

**INFORME DEL DIRECTOR DE TESIS**

Santo Domingo, Diciembre 2013.

Dr. Mario Augusto Fernández Morales

**COORDINADOR DE CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**  
**UTE, Extensión SANTO DOMINGO**

Estimado Doctor

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo investigativo realizado por el estudiante **JOSE MOISES CASTRO ESPINVERA** cuyo tema es “**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE OVEJAS PELIBUEY CON DIFERENTES PORCENTAJES DE ASIGNACIÓN DE FORRAJE *Brachiaria decumbens* EN PASTOREO ROTACIONAL EN EL TRÓPICO HÚMEDO**”, ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para los fines pertinentes.

Atentamente,

---

Eugenia Guadalupe Cienfuegos Rivas, Ph.D.

**DIRECTORA DE TESIS**

## *Dedicatoria*

*Le dedico con todo mi cariño y mi amor a mi papá, mamá, hermanos que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños y metas, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.*

*En especial dedico a mi gran Maestra y amiga Doc. Eugenia Cienfuegos. A Patricia León que me tiene gran amor, paciencia y comprensión. Al igual a esas personas importantes en mi vida, que siempre estuvieron listas para brindarme toda su ayuda, ahora me toca regresarles un poquito de todo lo inmenso que me han otorgado, a ustedes amigos todos.*

## *Agradecimiento*

*El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecer a mi Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hizo realidad este sueño anhelado. A mis padres, hermanos, novia, cuñada y mi sobrinita que siempre me ayudaron a seguir adelante en esos momentos de dificultad apoyándome moralmente e incondicionalmente.*

*A mi directora de tesis y maestra, Dra. Eugenia Cienfuegos R., Ph. D. por su esfuerzo, dedicación y cariño quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.*

*Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional como lo son familia y amigos entre uno de ellos a David Catota, los cuales les agradezco por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. A la UNIVERSIDAD UTE por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.*

*También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con sus conocimientos y experiencia los cuales han aportado con mi formación profesional y.*

*Para ellos:*

*Muchas gracias y que Dios los bendiga.*

## ÍNDICE

Contenido	Página
PORTADA.....	
Hoja de sustentación y aprobación del tribunal.....	i
Hoja de responsabilidad del autor.....	ii
Informe de aprobación del director de tesis.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Índice.....	vi
RESUMEN .....	xvi
SUMMARY.....	xvii
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Hipótesis.....	4
1.5 Alcance de la investigación.....	4
CAPITULO II	5
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 Antecedentes.....	5
2.2 Fundamentos teóricos.....	6
2.2.1 La planta en la pradera.....	6
2.2.2 La defoliación de las pasturas.....	7
2.2.3 Los sistemas de pastoreo.....	8
2.2.4 El sobrepastoreo o subpastoreo en las praderas.....	10
2.2.5 El porcentaje de asignación de forraje y la fisiología de la planta.....	10

2.2.6 La asignación de forraje para rumiantes.....	12
2.2.7 Los pastos <i>Brachiarias</i> .....	12
2.2.8 El pasto <i>Brachiaria decumbens</i> .....	13
2.2.9 Los ovinos.....	15
2.2.10 Los ovinos en los sistemas de producción del mundo.....	16
2.2.11 Requerimientos nutricionales de los ovinos.....	17
2.2.12 Ovinos de la raza Pelibuey.....	22
2.2.12.1 Aspecto generales de los ovinos Pelibuey.....	23
2.2.13 La importancia de la digestibilidad de los forrajes.....	24
2.2.14 Importancia de la digestibilidad en los pasto <i>B. decumbens</i> .....	24
2.2.15. Técnica de digestibilidad <i>In situ</i> .....	25
CAPÍTULO III	33
MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1 Sitio de estudio.....	26
3.1.1 Características climáticas.....	27
3.1.2 Características edáficas.....	28
3.2 Materiales, métodos y recursos.....	28
3.2.1 Metodología del manejo de las praderas de <i>B. decumbens</i> .....	28
3.2.2 Variables a medir.....	35
3.2.2.1 Variables zootécnicas.....	35
3.2.2.2 Variables agronómicas.....	35
3.2.2.3 Variables de calidad del pasto.....	36
3.3 Diseño experimental y factores.....	38
CAPITULO IV	42
IV. Resultados y discusión.....	42
4.1. Modelo 1.....	42
4.1.1. Variables zootécnicas.....	42
4.2. Modelo 2.....	47
4.2.1. Variables agronómicas.....	47



4.3 Modelo 3.....	54
4.3.1 Variables para digestibilidad del forraje <i>B. decumbens</i> .....	54
4.4 Modelo 4.....	58
4.4.1. Variable de calidad del forraje <i>B. decumbens</i> (Análisis Proximal).....	58
4.5. Discusión.....	68
CAPITULO V.....	73
5. Conclusiones y recomendaciones.....	73
5.1. Conclusiones.....	73
5.2. Recomendaciones.....	73
BIBLIOGRAFÍA.....	75
Anexo 1. Modelo 1. (Ganancia de peso y peso vivo).....	85
Anexo 2. Modelo 2. Reducido (materia seca en t ha <sup>-1</sup> ) (proteína disponible en t ha <sup>-1</sup> ) (peso vivo).....	91
Anexo 3. Modelo 3. (Digestibilidad).....	99
Anexo 4. Modelo 4. Análisis Proximal (Proteína Cruda) (Fibra Cruda) (Grasa) (Ceniza).....	102
Anexo 5. Descripción de técnicas utilizadas en análisis proximal y Digestibilidad In situ de la materia seca.....	114
ANEXO 5. Fotos de la investigación.....	134

## ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
<b>Figura 1.</b> Medias mensuales de precipitación y temperatura (máxima y mínima) durante el año 2012. Estación climatológica de la Universidad Tecnológica Equinoccial, Extensión Santo Domingo.....	27
<b>Figura 2.</b> Área experimental, división de cuadrantes en el pasto <i>B. decumbens</i> y sistema rotacional de animales para el pastoreo en el experimento en la granja experimental Oasis de la Universidad Tecnológica Equinoccial, Extensión Santo Domingo.....	30
<b>Figura 3.</b> Ganancia de peso de las ovejas Pelibuey por periodo de rebrote.....	42
<b>Figura 4.</b> Efecto combinado de fecha dentro de periodo de rebrote para ganancia de peso de las ovejas Pelibuey.....	43
<b>Figura 5.</b> Ganancia de peso de las ovejas Pelibuey por porcentaje de asignación.....	44
<b>Figura 6.</b> Peso vivo de las ovejas Pelibuey por periodo de rebrote.....	45
<b>Figura 7.</b> Peso vivo de las ovejas Pelibuey por fecha dentro de periodo de rebrote.....	46
<b>Figura 8.</b> Peso vivo de las ovejas Pelibuey por porcentaje de asignación.....	47
<b>Figura 9.</b> Materia seca disponible por periodo de rebrote.....	48
<b>Figura 10.</b> Materia seca por fecha dentro de periodo de rebrote.....	48
<b>Figura 11.</b> Materia seca por porcentaje de asignación.....	49
<b>Figuras 12.</b> Proteína cruda disponible en t ha <sup>-1</sup> por periodo de rebrote...	50
<b>Fecha 13.</b> Proteína cruda disponible en t ha <sup>-1</sup> por fecha dentro de periodo de rebrote.....	51
<b>Fecha 14.</b> Proteína cruda disponible en t ha <sup>-1</sup> por porcentaje de asignación.....	52
<b>Figura 15.</b> Incremento de peso de las ovejas Pelibuey por periodo de rebrote.....	52
<b>Figura 16.</b> Incremento de peso de las ovejas Pelibuey por fecha dentro de periodo de rebrote.....	53
<b>Figura 17.</b> Peso vivo de las ovejas Pelibuey por porcentaje de asignación entre periodos.....	54
<b>Figura 18.</b> Porcentaje de digestibilidad por periodo de rebrote.....	55
<b>Figura 19.</b> Porcentaje de digestibilidad por porcentaje de asignación.....	55
<b>Cuadro 20.</b> Porcentaje de digestibilidad por fase de entrada y salida.....	56
<b>Figura 21.</b> Porcentaje de digestibilidad por periodo de rebrote en interacción con asignación de forraje.....	57
<b>Figura 22.</b> Porcentaje de proteína cruda para periodo de rebrote.....	58

<b>Figura 23.</b> Porcentaje de proteína cruda por porcentaje de asignación...	58
<b>Figura 24.</b> Porcentaje de proteína cruda por fase de entrada y salida.....	59
<b>Figura 25.</b> Porcentaje de proteína Cruda por periodo de rebrote en interacción con asignación de forraje.....	60
<b>Figura 26.</b> Porcentaje de fibra cruda para periodo de rebrote.....	60
<b>Figura 27.</b> Porcentaje de fibra cruda por porcentaje de asignación.....	61
<b>Figura 28.</b> Porcentaje de fibra cruda por fase de entrada y salida.....	62
<b>Figura 29.</b> Porcentaje de fibra cruda por periodo de rebrote en interacción con asignación de forraje.....	62
<b>Cuadro 30.</b> Porcentaje de grasa para periodo de rebrote.....	63
<b>Figura 31.</b> Porcentaje de grasa por porcentaje de asignación.....	64
<b>Figura 32.</b> Porcentaje de grasa por fase de entrada y salida.....	64
<b>Figura 33.</b> Porcentaje de grasa por periodo de rebrote en interacción con asignación de forraje.....	65
<b>Figura 34.</b> Porcentaje de ceniza para periodo de rebrote.....	66
<b>Figura 35.</b> Porcentaje de ceniza por porcentaje de asignación.....	66
<b>Figura 36.</b> Porcentaje de ceniza por fase de entrada y salida.....	67
<b>Figura 37.</b> Porcentaje de ceniza por periodo de rebrote en interacción con asignación de forraje.....	68

## ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
<b>Cuadro 1.</b> Corderas de reemplazo, Tabla de requerimientos nutritivos diarios de corderas de reemplazo <sup>e</sup> (adaptado de Nutrient Requirements of Sheep, Sixth Revised Edition, 1985).....	19
<b>Cuadro 2.</b> Requerimientos nutricionales para borregas de recría de 30 a 50 kg de peso (adaptado de UNNE, 2011).....	20
<b>Cuadro 3.</b> Análisis de suelo de la granja el Oasis .....	28
<b>Cuadro 4.</b> Distribución y superficie de parcelas experimentales.....	31
<b>Cuadro 5.</b> Contenido nutricional del polvo de tagua.....	32

## Anexo 1

### Modelo 1 (ganancia de

### Peso y peso vivo)

<b>Cuadro A1.1</b> Análisis de varianza para ganancia de peso de ovejas Pelibuey.....	85
<b>Cuadro A1.2</b> Medias para ganancia de peso por periodo de rebrote.....	85
<b>Cuadro A1.3</b> Prueba de Tukey para periodo de rebrote en la variable ganancia de peso.....	86
<b>Cuadro A1.4</b> Medias para ganancia de peso por fecha dentro de periodo de rebrote.....	86
<b>Cuadro A1.5</b> Medias para ganancia de peso por porcentaje de asignación.....	87
<b>Cuadro A1.6</b> Análisis de varianza para peso vivo de ovejas Pelibuey.....	87
<b>Cuadro A1.7</b> Medias para peso vivo por periodo de rebrote.....	88
<b>Cuadro A1.8</b> Prueba de Tukey para periodo de rebrote en la variable peso vivo.....	88
<b>Cuadro A1.9</b> Medias para ganancia de peso vivo por fecha dentro de periodo de rebrote.....	89
<b>Cuadro A1.10</b> Medias para peso vivo por porcentaje de asignación.....	89
<b>Cuadro A1.11</b> Prueba de Tukey para porcentaje de asignación en la variable peso vivo.....	90

## Anexo 2

### Modelo 2 Reducido (materia seca en $t\ ha^{-1}$ ) (proteína disponible en $t\ ha^{-1}$ ) (peso vivo)

<b>Cuadro A2.1</b> Análisis de varianza para materia seca en $t\ ha^{-1}$ disponible.....	91
<b>Cuadro A2.2</b> Medias para materia seca en $t\ ha^{-1}$ disponible por periodo de rebrote.....	91
<b>Cuadro A2.3</b> Prueba de Tukey para periodo de rebrote en la variable de materia seca.....	92
<b>Cuadro A2.4</b> Medias para materia seca en $t\ ha^{-1}$ por fecha dentro de periodo de rebrote.....	92
<b>Cuadro A2.5</b> Medias para materia seca en $t\ ha^{-1}$ por porcentaje de asignación.....	93

<b>Cuadro A2.6</b> Análisis de varianza para proteína cruda disponible en $t\ ha^{-1}$ .....	93
<b>Cuadro A2.7</b> Medias para proteína cruda disponible en $t\ ha^{-1}$ por periodo de rebrote .....	94
<b>Cuadro A2.8</b> Prueba de Tukey para periodo de rebrote en la variable de proteína cruda disponible en $t\ ha^{-1}$ .....	94
<b>Cuadro A2.9</b> Medias para proteína cruda disponible en $t\ ha^{-1}$ por fecha dentro de periodo de rebrote.....	95
<b>Cuadro A2.10</b> Medias para proteína cruda disponible en $t\ ha^{-1}$ por porcentaje de asignación.....	95
<b>Cuadro A2.11</b> Prueba de Tukey para porcentaje de asignación en la variable de proteína cruda disponible en $t\ ha^{-1}$ .....	96
<b>Cuadro A2.12</b> Análisis de varianza para peso vivo.....	96
<b>Cuadro A2.13</b> Medias para peso vivo por periodo de rebrote .....	96
<b>Cuadro A2.14</b> Prueba de Tukey para periodo de rebrote en la variable de peso vivo.....	97
<b>Cuadro A2.15</b> Medias para peso vivo por fecha dentro de periodo de rebrote.....	97
<b>Cuadro A2.16</b> Medias para peso vivo por porcentaje de asignación.....	97
<b>Cuadro A2.17</b> Prueba de Tukey para porcentaje de asignación en la variable de peso vivo.....	98

### Anexo 3

#### Modelo 3 (Digestibilidad)

<b>Cuadro A3.1</b> Análisis de varianza para digestibilidad.....	99
<b>Cuadro A3.2</b> Medias para digestibilidad por periodo de rebrote.....	99
<b>Cuadro A3.3</b> Prueba de Tukey para periodo de rebrote en la variable de digestibilidad.....	100
<b>Cuadro A3.4</b> Medias para digestibilidad por porcentaje de asignación....	100
<b>Cuadro A3.5</b> Prueba de Tukey para porcentaje de asignación en la variable digestibilidad.....	100
<b>Cuadro A3.6</b> Medias para digestibilidad por fase de entrada y salida.....	100
<b>Cuadro A3.7</b> Prueba de Tukey para fase de entrada y salida en la variable digestibilidad.....	101
<b>Cuadro A3.8</b> Medias para digestibilidad por periodo de rebrote en interacción con asignación de forraje.....	101

### Anexo 4

**Modelo 4 Análisis Proximal (Proteína Cruda) (Fibra Cruda) (Grasa) (Ceniza).**

<b>Cuadro A4.1</b> Análisis de varianza para análisis proximal Proteína Cruda.	102
<b>Cuadro A4.2</b> Medias para Proteína Cruda para periodo de rebrote.....	102
<b>Cuadro A4.3</b> Prueba de Tukey para Proteína Cruda para periodo de rebrote.....	103
<b>Cuadro A4. 5</b> Medias para Proteína Cruda por porcentaje de asignación.	103
<b>Cuadro A4.6</b> Prueba de Tukey para porcentaje de asignación en la variable Proteína Cruda.....	103
<b>Cuadro A4.7</b> Medias para Proteína Cruda por fase de entrada y salida...	103
<b>Cuadro A4.8</b> Prueba de Tukey para fase de entrada y salida en la variable Proteína Cruda.....	104
<b>Cuadro A4.9</b> Medias para Proteína Cruda por periodo de rebrote en interacción con asignación de forraje.....	104
<b>uadro A4.10</b> Análisis de varianza para análisis proximal Fibra Cruda.....	105
<b>Cuadro A4.11</b> Medias para para Fibra Cruda para periodo de rebrote.....	105
<b>Cuadro A4.12</b> Prueba de Tukey para Fibra Cruda para periodo de rebrote.....	106
<b>Cuadro A4.13</b> Medias para Fibra Cruda por porcentaje de asignación....	106
<b>Cuadro A4.14</b> Prueba de Tukey para porcentaje de asignación en la variable Fibra Cruda.....	106
<b>Cuadro A4.15</b> Medias para Fibra Cruda por fase de entrada y salida.....	105
<b>Cuadro A4.16</b> Prueba de Tukey para fase de entrada y salida en la variable Fibra Cruda.....	107
<b>Cuadro A4.17</b> Medias para Fibra Cruda por periodo de rebrote en interacción con asignación de forraje.....	107
<b>Cuadro A4.18</b> Análisis de varianza para análisis proximal Grasa.....	108
<b>Cuadro A4.19</b> Medias para para Grasa para periodo de rebrote.....	108
<b>Cuadro A4.20</b> Prueba de Tukey para Grasa para periodo de rebrote.....	109
<b>Cuadro A4.21</b> Medias para Grasa por porcentaje de asignación.....	109
<b>Cuadro A4.22</b> Prueba de Tukey para porcentaje de asignación en la variable de Grasa.....	109
<b>Cuadro A4.23</b> Medias para Grasa por fase de entrada y salida.....	109
<b>Cuadro A4.24</b> Prueba de Tukey para fase de entrada y salida en la variable Grasa.....	110
<b>Cuadro A4.25</b> Medias para Grasa por periodo de rebrote en interacción con asignación de forraje.....	110

<b>Cuadro A4.26</b> Análisis de varianza para análisis proximal Ceniza.....	111
<b>Cuadro A4.27</b> Medias para para Ceniza para periodo de rebrote.....	111
<b>Cuadro A4.28</b> Prueba de Tukey para Ceniza para periodo de rebrote.....	112
<b>Cuadro A4.29</b> Medias para Ceniza por porcentaje de asignación.....	112
<b>Cuadro A4.30</b> Prueba de Tukey para porcentaje de asignación en la variable Ceniza.....	112
<b>Cuadro A4.31</b> Medias para Ceniza por fase de entrada y salida.....	112
<b>Cuadro A4.32</b> Prueba de Tukey para fase de entrada y salida en la variable Ceniza.....	113
<b>Cuadro A4.33</b> Medias para Ceniza por periodo de rebrote en interacción con asignación de forraje.....	113

## Anexo 5

### Descripción de técnicas utilizadas en análisis proximal y Digestibilidad *In situ* de la materia seca.

<b>Técnica B1.</b> Determinación de Humedad inicial.....	114
<b>Técnica B2.</b> Determinación de la Digestibilidad <i>In situ</i> de la materia seca	116
<b>Técnica B3.</b> Determinación de cenizas.....	119
<b>Técnica B4.</b> Determinación de extracto etéreo o grasa.....	122
<b>Técnica B5.</b> Determinación de proteína cruda.....	126
<b>Técnica B6.</b> Determinación de fibra cruda.....	130

## Anexo 6

### Fotos de la Investigación

<b>FOTO 1.</b> Medición y asignación de forraje <i>B. decumbens</i> para pastoreo de ovejas Pelibuey.	134
<b>FOTO 2.</b> Área experimental con sus respectivas asignaciones y divisiones en pradera y manejo de ovejas Pelibuey.	134
<b>FOTO 3.</b> Desarrollo del análisis de digestibilidad <i>In situ</i> en el centro experimental Tunshi y en el laboratorio de la Universidad ESPOCH.	135
<b>FOTO 3.</b> Desarrollo del análisis de análisis proximal en el laboratorio de la Universidad UTE extensión Santo Domingo.	135



## RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo con el fin de determinar el comportamiento productivo de ovejas Pelibuey con diferentes porcentajes de asignación (5 %, 7 % y 9 %) de forraje *Brachiaria decumbens* en pastoreo rotacional de 24 días en el trópico húmedo. Este experimento se realizó en la granja experimental El Oasis propiedad de la Universidad Tecnológica Equinoccial, con una precipitación media anual de 2600-2800 mm, temperatura media anual 23.5 °C y humedad relativa del 86%. El estudio se llevó a cabo con ovejas Pelibuey de 16 a 18 meses de edad durante la época de seca. Se estimaron la ganancia de peso diaria (GPD), materia seca disponible al ingresar al pastoreo (MSD), valor nutritivo del forraje: proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), grasa (G) y digestibilidad con la técnica *In situ* (DINMS) con tres vacas canuladas de la raza Holstein (560 ± 23 kg), la digestibilidad del pasto se realizó en los laboratorios de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH). Se observó una GPD de 0,087 kg día<sup>-1</sup> durante el periodo de adaptación, bajando en el primer PR evaluativo (0,072 kg día<sup>-1</sup>), para posteriormente adaptarse al manejo e incrementar la GPD (0,084 kg día<sup>-1</sup>). En la asignación de forraje (ASF) del 5 % en base al peso corporal se observó mayor GPD en comparación a las otras asignaciones (0,075 kg día<sup>-1</sup>). Para la MSD se observaron diferencias significativas (P < 0,01) entre los periodos de rebrote (1,36 t ha<sup>-1</sup>) y entre los porcentajes de ASF, encontrándose que la ASF del 5 % tuvo la mayor cantidad de MSD (1,28 t ha<sup>-1</sup>). Para la PC disponible entre porcentajes de ASF hubo diferencias (P < 0,05), donde la ASF del 5 % tuvo la mayor cantidad de PCD (2,78 t ha<sup>-1</sup>). Para el porcentaje de digestibilidad se observaron diferencias (P < 0,01) entre los ASF. En la ASF del 5 % se obtuvo el menor porcentaje de digestibilidad la cual fue de 65,99 % y para el de 7 y 9 % de 68,55 % y 70,32 % respectivamente. Se concluye que aun cuando la GPD se redujo en el cuarto PR los animales no perdieron peso demostrando que fueron resistentes a la fotosensibilización y que los ovinos Pelibuey son rústicos y resistentes a las enfermedades.

**Palabras clave:** *B. decumbens*, ovinos Pelibuey, porcentaje de asignación

## SUMMARY

This research was conducted in order to determine the productive performance of Pelibuey sheep with different allocation percentages (5%, 7% and 9%) of forage of *Brachiaria decumbens* with a rotational grazing in 24 days in the humid tropics. This research was conducted at the experimental farm El Oasis owned by La Universidad Tecnológica Equinoccial, with an average annual rainfall of 2600-2800 mm, mean annual temperature of 23.5 ° C and relative humidity of 86 %. The research was carried out with Pelibuey sheep of 16-18 months of age during the dry season. It was estimated the daily weight gain (GPD), the dry matter available at the entrance of the pasture (MSD), the nutritional value of the forage crude protein (PC), the crude fiber (FC), fat (G) and digestibility with the *In situ* technique (DINMS) with three cannulated Holstein cows (560 ± 23 kg), the digestibility of the grass was performed in the laboratories of la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH). It was observed a GPD of 0.087 kg<sup>-1</sup> day during the adaptation period, reducing the GPD in first evaluative (0.072 kg<sup>-1</sup> day ) to subsequently be adapted to the handling and increasing the GPD (0.084 kg<sup>-1</sup> day). In the allocation of forage (ASF) of 5% the GPD was higher compared to the other assignments (0.075 kg day<sup>-1</sup>). For MSD significant differences (P< 0.01 ) were found between periods of regrowth (1.36 t ha<sup>-1</sup>) and between the percentages of ASF, the ASF 5 % was found had the highest MSD 1.28 t ha<sup>-1</sup>) . For the PC available between percentages of ASF there were no differences (P< 0.05), where the ASF 5% had the highest amount of PCD (2.78 t ha<sup>-1</sup>). For digestibility percentage some differences (P< 0.01) were observed between the ASF. In the ASF 5% was obtained the lowest percentage of digestibility (65.99%) and for the 7 and 9 % of 68.55 % and 70.32 % respectively. It is conclude that although the GPD fell in the fourth PR the animals did not lose weight showing that they were resistant to photosensitization and that the Pelibuey sheep are rustic and disease resistant.

**Keywords:** *B. decumbens*, Pelibuey, allocation percentage

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1 Planteamiento del problema

La producción de ganado ovino es practicada desde años atrás en el Ecuador, en la actualidad a nivel nacional se reporta una población de 126.655 ovinos menores a seis meses de edad y 585.041 mayores a los seis meses. Es importante mencionar que cerca del 97 % de los ovinos en el Ecuador son productores de lana y se encuentran en la Sierra, mientras que en la región Costa existen cerca de 3.404 ovinos menores a seis meses de edad y 13.353 mayores a los seis meses. Dentro de la región Costa en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas considerada como una zona trópica húmeda se reporta una población de 250 ovinos mayores a seis meses y 62 menores a seis meses de edad, con una producción de pastizales cultivados de 145.922 ha<sup>-1</sup> y de pastos naturales 1.062 ha<sup>-1</sup> (INEC, 2012).

El trópico húmedo del Ecuador por sus condiciones climáticas y gran biodiversidad hay una gran explotación agropecuaria, que requiere de nuevas investigaciones, tecnologías aplicables y recursos para su mejor explotación, ya que en estas regiones se cuenta con recursos forrajeros que hacen posible la explotación de rumiantes como los bovinos y los ovinos en forma intensiva o extensiva (Silva, 2006). La producción de ovinos en el país es efectuada de acuerdo a cada zona climática ya que depende del propósito zootécnico (producción de lana, leche o de carne) que tiene cada raza (Shimada, 2003).

En el Ecuador, se explota principalmente a los ovinos productores de lana y carne, sin embargo, hay razas de Pelo especializadas en la producción de carne y adaptadas a climas cálidos y húmedos que pueden ser una opción para pequeños productores en las regiones tropicales del país, por ser animales que producen carne magra, la cual es más saludable por poseer menor cantidad de

grasa saturada que el resto de animales explotados en la actividad pecuaria (Cabrera, 2008).

Los borregos de Pelo de la raza Pelibuey son animales rústicos los cuales se adaptan a las condiciones tropicales, ya que son resistentes a endoparásitos y ectoparásitos, se consideran como animales de alta fertilidad con un buen comportamiento materno y buena producción de leche que permite criar entre dos a tres corderos por parto. Se considera a esta raza de borregos como un excelente recurso para la producción de carne en los trópicos y representa una fuente de proteína animal a bajo costo además una nueva alternativa para mejorar la producción de carne (Serrano, 2011).

## 1.2 Justificación

Los pastos del género *Brachiaria* son gramíneas utilizadas para la alimentación animal en el trópico en sistemas de producción con pastoreo donde la calidad nutritiva y eficiencia productiva del forraje producido dependerá del manejo que se les dé a las praderas (Faría, 2006). El pasto *Brachiaria decumbens* es una de las especies del género *Brachiaria* más comúnmente utilizada en las explotaciones pecuarias del trópico húmedo del Ecuador en sistemas de pastoreo rotacional intensivo o extensivo. El manejo de la pradera con pastoreo rotacional ayuda a mejorar la calidad nutritiva del forraje ya que este consiste en permitir el consumo de pastos por los animales en períodos cortos, seguido de un período de recuperación de las plantas para después del periodo de recuperación del pasto volver a introducir los animales a la pradera (Ray, 2000). El tiempo permitido dentro de cada periodo de pastoreo dependerá del porcentaje de asignación de forraje que se les dé a los animales para el mejor aprovechamiento del forraje y mayor ganancia de peso (Romera, Gartía, Marino, y Agnusdei, 2000). En el animal el forraje óptimo y necesario dado por la asignación será consumido y asimilado para un mejor desarrollo y producción del ovino, ya que la calidad nutritiva está determinada por el contenido de nutrientes, la digestibilidad y la eficiencia en que los nutrientes pueden ser metabolizados y asimilados por los animales para la ganancia de

peso diaria (GPD). A este respecto Contreras (2006) menciona que es importante realizar investigación continua sobre la calidad y eficiencia de la producción de forrajes ya que estas cambian de acuerdo a la región y en las diferentes épocas de año, así como también cambian las exigencias nutricionales de los animales dependiendo del estado fisiológico en el que se encuentran.

En la actualidad no existe ningún tipo de estudio realizado en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas sobre el tema del comportamiento productivo de ovejas Pelibuey y del efecto del porcentaje de asignación óptimo en un sistema de pastoreo rotacional en condiciones climáticas de trópico húmedo, que permita mantener a los animales con una excelente ganancia de peso sin deteriorar la calidad y productividad de la pradera. Los resultados de la presente investigación podrán ser utilizados por los productores de ganado en la zona y/o en las regiones de trópico húmedo del Ecuador.

### **1.3 Objetivos de la Investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluar el comportamiento productivo de ovejas Pelibuey con diferentes porcentajes de asignación del pasto *Brachiaria decumbens* en pastoreo rotacional en el trópico húmedo.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Estimar la materia seca de forraje disponible en un pastoreo rotacional de 24 días con diferentes porcentajes de asignación de forraje *Brachiaria decumbens* en pastoreo rotacional en el trópico húmedo de Ecuador
- Estimar el porcentaje de digestibilidad y valor nutritivo del forraje *B. decumbens* disponible en un pastoreo rotacional de 24 días con

diferentes porcentajes de asignación del pasto *Brachiaria decumbens* en pastoreo rotacional en el trópico húmedo de Ecuador

- Estimar la asociación entre el comportamiento productivo de las ovejas Pelibuey, la disponibilidad y calidad del forraje con diferentes porcentajes de asignación de pasto *Brachiaria decumbens* en pastoreo rotacional en el trópico húmedo de Ecuador.

#### 1.4 Hipótesis

- **Hipótesis alternativa (Ha).** Los niveles de asignación 5 %, 7 %, 9 % de forraje de *Brachiaria decumbens* del en pastoreo influyen sobre el comportamiento productivo de los ovinos Pelibuey.
- **Hipótesis nula (Ho).** Los niveles de asignación 5 %, 7 %, 9 % de forraje *Brachiaria decumbens* en pastoreo no influyen sobre el comportamiento productivo de los ovinos Pelibuey

#### 1.5 Alcance de la investigación

La presente investigación se realizó en la Granja experimental El Oasis, propiedad de la Universidad Tecnológica Equinoccial. El estudio comprendió desde el establecimiento del sitio experimental, manejo de las ovejas, manejo de las praderas y levantamiento de información por al menos 18 meses. Se analizaron estadísticamente el peso de las ovejas, materias seca del pasto *B. decumbens*, calidad nutricional y digestibilidad del pasto. De igual forma se evaluó el comportamiento productivo de ovejas Pelibuey con diferentes porcentajes de asignación de forraje *Brachiaria decumbens* en pastoreo rotacional en el trópico húmedo de Ecuador. Se aplicó el método de análisis para la determinación de la ganancia de peso de los ovinos en base a la asignación de forraje, para su comprobación se realizaron pruebas de digestibilidad y análisis nutricional del pasto en el laboratorio y así se determinó la variabilidad por cada tratamiento de asignación de forraje para los ovinos.

## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 Antecedentes

Aun cuando ha habido avances significativos en el área de la nutrición animal, en diferentes sistemas de producción en el mundo se requiere de investigación puntual sobre la producción de forrajes (principal alimento de los rumiantes) ya que esta es dinámica y estacional y debe de ir acorde con los requerimientos nutricionales de los animales que cambian de acuerdo al estado fisiológico y objetivo de producción (Hernández, 2002).

En la actualidad en las zonas tropicales del Ecuador el alto costo de los insumos agropecuarios y del combustible han sido un limitante para la aplicación de nuevas metodologías en los sistemas de producción, por lo que se deben encontrar tecnologías de bajos costos, pero sin disminuir la intensidad de la producción pecuaria (Ray, 2000).

El manejo de la pradera para maximizar la producción y calidad del forraje es importante para la producción animal, por ejemplo, la frecuencia e intensidad de la cosecha del forraje es una estrategia de manejo que determina la producción y persistencia de las plantas forrajeras (Barnhart, 1999). La asignación del forraje para ser consumido por los animales es otra estrategia de manejo de la pradera ya que esta afecta la dinámica del rebrote y la morfología de las plantas (Jiménez, Quero, Pérez, Martínez, Hernández, *et al.*, 2013).

A este respecto en una investigación llevada a cabo por Mena-Urbina, Hernández-Garay, Enríquez-Quiroz, Pérez-Pérez, Zaragoza-Ramírez, *et al.* (2007). con el fin describir el rebrote de una pradera de pasto Insurgente (*Brachiaria brizantha* Hochst. Ex A. Rich, Stapf) pastoreada con bovinos a diferentes porcentajes de asignación (3, 5 y 7 kg MS de hoja por 100 kg peso

vivo día<sup>-1</sup>) en el trópico húmedo de México concluyeron que la dinámica del rebrote en el pasto varía con la intensidad de cosecha, y que esto permite que el grado de recuperación sea similar al final de un período de rebrote de 30 días en la época de lluvias

El efecto que tiene el manejo de la asignación de forraje sobre el rebrote en la pradera es muy importante en los sistemas de producción pecuaria ya que el valor nutritivo de las plantas es inversamente proporcional con la edad a la que se cosecha el forraje y directamente proporcional con las ganancias de peso en los animales. Lo anterior fue confirmado por Romera *et al.* (2000) quien en un estudio llevado a cabo en la Reserva Nro. 7 de la EEA-INTA de Balcarce con diferentes niveles de asignación de forraje (3, 6 y 10 kg MS de MV por cada 100 kg de peso vivo por día) concluyó que existe una relación positiva entre la ganancia de peso vivo de las vaquillonas y la asignación forrajera y una relación negativa entre esta y el aprovechamiento del forraje.

## **2.2 Fundamentos teóricos**

### **2.2.1. La planta en la pradera**

En la creación de una pradera, es necesario suministrar los nutrientes adecuados para la germinación de la semilla, el vigoroso desarrollo de la planta durante la fase de establecimiento (Navajas, 2011) y la productividad en la fase de utilización durante el pastoreo de las especies forrajeras ya que el forraje es la fuente de alimentación animal más económico en los sistemas de producción ganaderos (Teuber, 2009).

El pastoreo del ganado en la pradera afecta la productividad vegetal, la calidad del suelo, la diversidad vegetal y en retorno a la productividad animal, (Bajsa, 2008) ya que existe una asociación entre el suelo, la planta y el animal, que está vinculada directamente a la producción animal y el comportamiento de las plantas. La poca información sobre dicho tema constituye una limitante para diseñar sistemas de pastoreo eficientes en el trópico, porque para desarrollar



sistemas sustentables se requiere no sólo del análisis de los efectos de la vegetación sobre comportamiento productivo del animal, sino que también del conocer cómo realiza el animal el pastoreo (consumo, selectividad, pisoteo, etc.) y como afecta esto a la estructura y el funcionamiento de las praderas (Lezama, 2007).

### **2.2.2. La defoliación de las pasturas**

La defoliación es la cantidad de la parte aérea de una planta que ha sido removida por corte mecánico o por pastoreo y normalmente se mide en términos de la magnitud de la defoliación de la pastura que está determinada como la cantidad de forraje sobrante después del pastoreo y la intensidad de defoliación o frecuencia de tiempo entre sucesivas defoliaciones (Murillo, 1999; Rincon, Ligarreto, y Garay, 2008). En términos generales la materia seca (MS) del forraje disponible se reduce cuando se aumenta o se intensifica el pastoreo o la defoliación lo que provoca cambios significativos en los componentes solubles, estructurales y la digestibilidad de los pastos. Lo anterior debido principalmente a la reducción en la intercepción de luz para la actividad fotosintética, la remoción de reservas orgánicas de la planta, la reducción en toma de agua y nutrientes por las raíces y al daño en los meristemas apicales (Rincon *et al.*, 2008).

La alta intensidad de defoliación de los pastos, hace que el pasto con más incidencia pierda la cobertura en el terreno haciendo que las praderas tengan espacios sin pasto en las praderas sobrepastoreadas y que requieran más tiempo de descanso para la recuperación de los carbohidratos de reserva y emisión de nuevos brotes foliares. El daño de la cobertura de las praderas afecta las características físicas del suelo haciendo que se produzca una compactación producida por el pisoteo de los animales, por dicho motivo los espacios antes ocupados por los pastos son invadidos por otras especies no cultivadas como gramas nativas o especies de hoja ancha (Rincón, 2011).

El efecto más importante de los animales sobre la pastura es a través de la defoliación, lo cual hace que se reduzca el índice del área foliar con efectos simultáneos en el nivel de carbohidratos, desarrollo de macollos, hojas y raíces (Baldelomar, Rojas, Cortéz, 2004) y si la defoliación es mayor el efecto se verá en una disminución del potencial forrajero, erosión de los suelos y un menor producto animal por hectárea (Lares y Florez, 1990).

### **2.2.3. Los sistemas de pastoreo**

El sistema de pastoreo se relaciona no solo con la atención de las exigencias de los animales, sino también con los métodos que se utilizan para el aprovechamiento de los recursos naturales y la conservación, siendo preciso entender el comportamiento de los forrajes en términos del ciclo productivo, y así conocer cuando la planta posee un elevado porcentaje de hojas con relación al tallo (Murillo, 1999).

Existen diferentes tipos de pastoreo que han sido utilizados en función del tipo de pasto, carga animal, periodo de descanso y pastoreo, época de crecimiento del pastizal y especie animal. (Lares y Florez, 1990). Además existen otros tipos de pastoreo que son utilizados de acuerdo a los objetivos de la producción y los recursos de infraestructura disponible, por ejemplo, el **sistema de pastoreo extensivo**, que es el más utilizado en los países tropicales y subtropicales, los animales destinados a este tipo de pastoreo son los de bajo potencial lechero y especialmente los ganados de producción de carne, las cargas son bajas con lo que se produce una sub pastoreo en las praderas durante el período de mayor crecimiento del pasto; el **sistema de pastoreo intensivo**, que es el más tecnificado con más avances de alimentación y manejo en la producción de los pastizales, este sistema es utilizado en los suelos con mejores condiciones para la explotación pecuaria y agrícola en los cuales se realizan grandes esfuerzos por mejorar su productividad y eficiencia mediante el incremento de la producción animal, tanto individual como por unidad de área, con el menor costo posible para su explotación (Ray, 2000); el **sistema de pastoreo continuo** que es muy eficiente por tener más facilidades

para su implementación ya que solo necesitaría una asignación de carga en el potrero y posteriores ajustes con el funcionamiento de cercas eléctricas (Buono, 2005) y el **sistema de pastoreo rotacional** que requiere de más cuidado debido a la mayor carga animal instantánea y la necesidad de cambiar de potrero a los animales según los días de ocupación (Buono, 2005), con dicho tipo de pastoreo se logra absolutamente un mejoramiento de la calidad del forraje disponible y se acortan los tiempos de rebrote, obteniendo ganancias de hasta 0.5 cm más de tamaño foliar en el periodo de reposo, lo que posibilita dar un ciclo más corto sin dejar de que el pastizal sea productivo, además que lo determina también la cantidad de forraje producido y asimismo, el reajuste de la carga animal (Reina Pachón, y Sánchez, 2012).

Con respecto al pastoreo rotativo, Giraldo (2008) menciona que en un sistema de pastoreo rotacional intensivo después del periodo de descanso del potrero, el ganado ingresa por un periodo corto de ocupación a pastorear la pradera de manera uniforme y eficiente, la cual se encuentra en su estado óptimo de cosecha. Se desocupa el potrero dejando suficiente forraje que permite la regeneración del pasto sin que se produzca el sobrepastoreo. En la producción de biomasa total del pasto se reflejan diferencias significativas entre pastoreos en cuanto a la producción por rotación y en la interacción estación por pastoreo (Contreras, 2006), aduciendo a lo dicho por el autor anterior Buono (2005), describe que con una alta intensidad de pastoreo y una baja frecuencia de rotación, se estaría desperdiciando forraje de alta calidad disponible en los restantes potreros y disminuyendo su posibilidad de ofrecer rebrotes para el siguiente ciclo de pastoreo. debido a que se disminuye la calidad del forraje con respecto a los rebrotes de las zonas pastoreadas y en el siguiente pastoreo los animales lo rechazan prefiriendo comer los rebrotes tiernos de las partes que sí habían sido comidas anteriormente (Dulau, 2007).

Finalmente, **el pastoreo intensivo tecnificado** que se caracteriza por tener una relación muy estrecha de ayuda entre los principales componentes del sistema de producción de pasto y los animales. Este pastoreo consiste dividir toda el área de una pradera en más de dos potreros, el sistema mantiene una

de las parcelas ocupadas mientras que los demás se encueran en recuperación de tal forma que se alcance a generar el follaje suficiente que garantice la producción de reservas radiculares y follaje, fin de lograr un rebrote vigoroso con la disponibilidad de forraje (Murillo, 1999).

#### **2.2.4. El sobrepastoreo o subpastoreo en las praderas.**

Ray (2000) menciona que el sobrepastoreo o pastoreo excesivo no es ocasionado por la presencia de muchos animales, si no por el tiempo que las plantas están expuestas a ellos lo cual causa una la pérdida de la pradera.

El sobrepastoreo causa prejuicios sobre las plantas en el transcurso de un ciclo de crecimiento o de periodos largos de pastoreo, probablemente por daños físicos en los primordios foliares y en general en todas las estructuras vegetales causando una disminución y pérdida de la fitomasa foliar (Manzano, 1997; Martínez, 2005).

#### **2.2.5. El porcentaje de asignación de forraje y la fisiología de la planta**

Para entender los factores que restringen la utilización de forrajes en un sistema de pastoreo, es indispensable conocer las relaciones que se presentan entre el suelo, las plantas, los animales y el medio ambiente, lo cual están relacionados y describen un ciclo biológico completo que es bastante complejo (Ortíz, 1995).

Durante el pastoreo o periodo de ocupación de una pradera en primera instancia, el animal actúa sobre la pastura a través de diferentes mecanismos como son la defoliación o remoción del forraje, el pisoteo y el retorno de nutrientes, y como segunda instancia se producen los efectos restauradores de las pasturas como la modificación de su estructura y la absorción de nutrientes del suelo, sin embargo, además el pisoteo ejerce efectos no deseados sobre las praderas como es la compactación del suelo (Kloster, 2003).

La capacidad de carga indica el número de animales promedio que pueden ser colocados en una pradera por una temporada sin que se dañen los animales ni los recursos naturales, el asignar una carga animal mayor a la capacidad de carga por un periodo de tiempo largo provocará sobrepastoreo, y una carga animal muy ligera donde no se usa el forraje a su nivel óptimo resulta en un uso ineficiente de los agostaderos (Gutiérrez y Díaz, 2008). La capacidad de carga tendrá entonces que ver con la asignación de forraje que se ofrezca a los animales, y a este respecto Mena-Urbina *et al.* (2007) en un estudio llevado a cabo en Veracruz, México en una pradera de *Brachiaria brizantha* concluyeron que aun cuando no hubo diferencias entre los porcentajes de asignación evaluados en la cantidad de forraje presente antes del pastoreo, el contenido de proteína y la digestibilidad *In vitro* de la materia seca (DIVMS) de hojas y tallos si variaron, observándose un incremento en la ganancia de peso diaria al bajar el porcentaje de asignación.

Finalmente, el conocimiento de la respuesta fisiológica de las plantas forrajeras al pastoreo con animales, permite establecer planes de manejo de las praderas adecuados, porque la asignación forrajera afecta la producción de forrajes y a los animales en producción (Hernández-Mendo, Pérez-Pérez, Martínez-Hernández, Herrera-Haro, Mendoza-Martínez, y Hernández-Garay, 2000), ya que 1) hay una estrecha relación en la asignación forrajera y el aprovechamiento del forraje, sobre todo cuando se considera la producción de materia verde y la calidad nutritiva del mismo (Romera *et al.*, 2000); 2) el rendimiento de forraje y su valor nutritivo están condicionados a la velocidad de crecimiento y recuperación, después del corte o pastoreo, ya que algunas especies forrajeras tienen una agresividad limitada (Mendoza, 2008; Navajas, 2011); y 3) la carga animal, fertilidad y humedad del suelo, temperatura ambiente, asignación de forraje, y especie animal en pastoreo son factores interrelacionados por lo que se debe tener un conocimiento sobre el trinomio suelo-planta-animal para tener un buen mantenimiento de la pradera y una producción estable en el tiempo (Ray, 2000).

### **2.2.6. La asignación de forraje para rumiantes**

La carga está asociada muy estrechamente al método de pastoreo que se aplique, por las posibilidades que se le da al pasto de manifestar una determinada producción de biomasa y capacidad de carga (Ray, 2000). En estudios realizados se han recalcado que los requerimientos nutricionales de los rumiantes pueden ser cubiertos por los forrajes, y que es la forma más económica de la utilización de los mismos es el pastoreo. Se ha encontrado que el animal sólo consume aproximadamente el 50 % del forraje producido por la pradera, por dicha razón y tomando en cuenta que el propósito principal de los sistemas de manejo en pastoreo, es lograr la máxima producción de pasto por hectárea, se debe de programar la utilización óptima del forraje producido (Ortíz, 1995).

La capacidad de carga en las praderas y su variación estacional permiten la determinación e indicar el nivel de intensidad del pastoreo en términos de carga global y por rotación, esto provoca conocer el impacto en la producción y en la estabilidad o equilibrio del ecosistema en una producción ganadera (Ray, 2000). A este respecto Murillo (1999) señala que hay una mejor respuesta vegetal con un sistema de pastoreo intensivo tecnificado móvil ya que en las gramíneas se observa un crecimiento rápido después de pastoreo. Sin embargo, Oscanoa y Flores (1991) mencionan que en un pastoreo rotativo se tiene un tendencia ligeramente superior con respecto al pastoreo continuo en el contenido de proteína cruda y digestibilidad *'in vitro'* de la materia orgánica del forraje.

### **2.2.7. Los pastos *Brachiarias***

En las últimas décadas se han realizado un gran número de estudios dirigidos a valorar el potencial de producción de algunas especies del género *Brachiaria* para su utilización como pasto o forraje en pastoreo en el trópico. Las *Brachiarias* han probado tener buen comportamiento forrajero en suelos de baja fertilidad y alta acidez por lo que se han convertido en una opción viable

para los productores de las regiones tropicales de Latinoamérica, (Roche, Machado y Alonso, 1995; Navajas, 2011). A este respecto, Contreras (2006) y (Peralta, 2009) mencionan que las *Brachiarias* tienen buena producción de forraje, alta calidad nutritiva y soportan el pastoreo, plagas y enfermedades en las regiones tropicales de América Central y América del Sur, por lo que este género constituye una de las principales especies forrajeras cultivadas en las áreas tropicales donde existe poca fertilidad de suelo (Baldelomar *et al.*, 2004).

#### **2.2.8. El pasto *Brachiaria decumbens***

El pasto *Brachiaria decumbens* es nativo de Uganda y otros países tropicales del África Oriental, tiene un hábito de crecimiento decumbente, con un alto potencial de adaptación a diferentes suelos y climas. El pasto *B. decumbens* está distribuido en regiones con precipitaciones de 800 – 2550 mm con una época seca de no más de seis meses (Loch, 1977 citado por Contreras, 2006). Sus nombres comunes son: pasto *Brachiaria* común, pasto alambre, pasto amargo y pasto peludo. Crece en forma natural en sabanas abiertas o con presencia de plantas arbustivas en suelos fértiles y clima moderadamente húmedo de allí que es una planta adaptable a las condiciones climáticas del trópico y trópico húmedo (Navajas, 2011).

El pasto *B. decumbens* es una gramínea perenne. estolonífera, de crecimiento semierecto a postrado que enraíza en los nudos. Crece bien en altitudes entre 0 y 1.800 msnm, con precipitaciones entre 1.500 y 3.500 mm al año, en suelos arenosos a arcillosos bien drenados, ácidos y de baja fertilidad, tolera sequías prolongadas y la quema y es susceptible al ataque del "mión de los pastos" (*Aeneolamia sp. Zulia sp.*), Se propaga mediante semilla (cariópside) y material vegetativo (tallos y cepas) (Pérez, Rincón, Bueno, Pardo, y Cuesta, 2002).

– **La reproducción del pasto *Brachiaria decumbens*.** El proceso de germinación es esencialmente la reiniciación del crecimiento del embrión de una semilla de pasto, la cual a su vez va superando el período de latencia y

con las condiciones climáticas favorable de temperatura, luz, disponibilidad de oxígeno y agua germina (Miranda, 2007).

El pasto *B. decumbens* se establece por semilla sexual y la cantidad depende del sistema de siembra en el terreno y la fertilidad de la semilla, en general se recomienda utilizar de 2 a 3 kg de semilla ha<sup>-1</sup>. Una pradera de *B. decumbens*, se puede sembrar por surcos a una distancia de 50 cm, con 20 plantas por metro lineal en cada surco donde las semillas germinan y las plántulas cubren rápidamente el suelo, otro método de siembra es por estolones los cuales enraízan bien. El pasto *B. decumbens* se adapta en la mayoría de suelos poco fértiles, aunque también responde a la aplicación de nitrógeno y fósforo, además es necesario realizar fertilizaciones de la pradera en forma de mantenimiento por cada 2 o 3 años de uso, ya que tiene una buena persistencia y productividad, esta especie se puede manejar bajo pastoreo continuo o rotacional, sin embargo su agresividad limita la capacidad de asociación con la mayoría de las leguminosas (Navajas, 2011).

– **La producción del pasto *Brachiaria decumbens*.** El pasto *B. decumbens* presenta un buen comportamiento germinativo en el establecimiento alcanzando porcentajes de hasta un 80 %. En lo referente a la altura el *B. decumbens* posee hábito de crecimiento rastrero y se comporta bien con una densidad de 38 a 54 plantas por metro lineal por lo que las plantas protegen al suelo de la erosión, mantienen la humedad en el suelo y tienen un buen control de malezas sin embargo, debido a su hábito de crecimiento decumbente en climas de alta humedad la masa vegetal muerta fomenta el crecimiento de hongos que pueden causar intoxicación al ganado (Roche et al., 1995; Miranda, 2007; Navajas, 2011).

El forraje de *Brachiaria decumbens* tiene un porcentaje de proteína de 8,87 a 11,2 % con producciones de materia verde de 15.000 a 17.000 kg ha<sup>-1</sup> y producciones de MS de 7,388 kg ha<sup>-1</sup> con altos porcentajes de K de Fe y Zn (Baldelomar et al., 2004; Miranda, 2007), puede soportar una carga animal alta en comparación con los sistemas tradicionales, dando como resultado una



producción de carne por encima de los 500 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, mejorando sosteniblemente la eficiencia y competitividad de los sistemas ganaderos (Cuadrado, Torregroza, Garcés, 2005)

– **La calidad del pasto *Brachiaria decumbens*.**- Para *Brachiaria decumbens* se han encontrado valores de hasta 96 % de MS con valores de proteína de 11,2 % a los 40 días de edad de rebrote, porcentajes de fibra cruda (FC) de 27,6 % y a los 100 días del rebrote un porcentaje de grasa de 3,5 y 3,7 % con altos rendimientos en minerales, principalmente en N, K, Fe, Cu y Zn (Miranda, 2007; Baldelomar et al., 2004).

### 2.2.9. Los ovinos

Las ovejas son animales mamíferos, rumiantes, artiodáctilos, ungulados y herbívoros, generalmente tienen solo una o dos crías por parto. Se alimentan principalmente de pastos y leguminosas ya sea en pastoreo o en corral, estos animales llegan a vivir de 8 a 10 años y se clasifican de acuerdo a su explotación; carne, lana y leche; hay algunas con doble propósito (carne y lana) (Navarrete, 2010).

#### CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS OVINOS

Reino	Animal
Subreino	Vertebrados
Clase	Mammalia (mamíferos)
Orden	Artiodactyla
Suborden	Ruminantia
Familia	Bovidae
Subfamilia	Caprinae
Género	Ovis
Especie	Aries

El consumo real de los ovinos se estima a través de su respuesta productiva y sus requerimientos nutricionales y tomando en consideración la

disponibilidades forrajeras al inicio de un pastoreo y la cantidad de forraje que queda en la pradera después de la defoliación (Dulau, 2007).

### **2.2.10. Los ovinos en los sistemas de producción del mundo**

En el Ecuador de acuerdo con el Sistema de Información sobre la Diversidad de los Animales Domésticos de la FAO DAD-IS (2013) se tienen registradas ocho razas de ovinos de las cuales cinco de ellas son especializadas para la producción de lana y carne (Cheviot, Corriedale, Polled Dorset, Rambouillet y Suffolk), dos están catalogadas como Criollas y Mestizas y una de ellas como raza de Pelo (Pelibuey) especializada para producción de carne. Aun cuando no están registradas otras razas se sabe que en el Ecuador hay germoplasma ovino de las razas de Pelo Blackbelly, Kathadin y Morada Nova que posiblemente por ser poblaciones pequeñas no se encuentran en los listados internacionales.

La raza de ovinos Pelibuey está ampliamente distribuida en los países de Latinoamérica y el Caribe (Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, México, Nicaragua, Panamá, Perú y República Dominicana) por ser un animal con características de rusticidad, buena adaptación a climas cálidos y húmedos, y por su capacidad de producción (DAD-IS, 2013)

Es importante mencionar que los sistemas de producción en el mundo han cambiado en las últimas décadas (FAO, 2009), debido a que la producción tanto animal como vegetal depende de varios factores ambientales, sanitarios, genéticos, manejo, capacitación del personal y elementos nutricionales (Rodríguez, 2011) que demandan el uso de recursos naturales como el agua y el suelo.

De acuerdo con la FAO (2009) en el mundo el ganado es el mayor usuario de los recursos del planeta: las tierras empleadas en el pastoreo y en la producción de forrajes representan prácticamente el 80 % de todas las tierras agrícolas. El área total de las tierras ocupadas por los pastos equivale al 26 %

de la superficie terrestre que no está cubierta por hielo y un 8 % del agua empleada en el mundo corresponde al sector pecuario y se destina principalmente a la irrigación del forraje. Por lo anterior el uso de pequeños rumiantes como los ovinos ayudaría a reducir el impacto ambiental que tiene la ganadería en los ecosistemas agropecuarios

Los pequeños rumiantes son animales relativamente rústicos, adaptables a cualquier zona climática y bajas exigencias en su alimentación, su docilidad e instinto gregario posibilitan el pastoreo en áreas desprovistas de cercas y poco pastoreadas por los rumiantes de gran tamaño (Navarrete, 2010). A este respecto, Mendoza (2008) concluyó que las ovejas del género *Ovis aries* se adaptan muy bien a las condiciones tropicales y se caracterizan por aclimatarse a una diversidad climática cambiante y variable (Rodríguez, 2011),

Los sistemas de producción de carne en las regiones tropicales del mundo se basan en el uso de productos locales y de forrajes para la alimentación de los rumiantes (FAO, 2009), por lo que se requiere de información especializada sobre la productividad de diferentes especies forrajeras tropicales como las *Brachiarias* que mejoren la eficiencia productiva y reproductiva de los animales en sistemas de pastoreo extensivo (Coca, 2012). La producción de ovejas suele ser en sistemas extensivos basados en pastoreo de especies forrajeras tropicales, a excepción de los pequeños núcleos de parcelas de engorde existentes en el Cercano Oriente, Asia occidental y en América del Norte (FAO, 2009), por ende en las explotaciones de ovinos se deben de considerar tres factores importantes que son determinantes en la productividad del sistema, los cuales son, la especie del pasto a utilizar, el manejo de las praderas y de los animales y el consumo voluntario del forraje (Ray, 2000).

#### **2.2.11. Requerimientos nutricionales de los ovinos**

En la producción animal la alimentación corresponde entre el 55 y 70 % de los costos totales de inversión (Fonseca, 2003), por lo que se deben de buscar

alternativas para la nutrición animal que hagan a los sistemas de producción rentables y eficientes.

En América Latina los forrajes son la fuente de alimentación animal más económica disponible (Teuber, 2009), por lo que el manejo del recurso forrajero debe ser estratégico para asegurar los elementos nutricionales que necesitan los rumiantes y así alcanzar una buena producción y eficiencia en el comportamiento productivo (Rodríguez, 2011)

Los ovinos consumen más el forraje que cualquier otro rumiante (Ensminger y Olentine, 1983),

La alimentación de ganado ovino está basada en forrajes que están constituidos en su mayor parte por carbohidratos estructurales, estos son la fuente principal de energía, aun cuando la proteína y la grasa de los alimentos también pueden aportar energía a través de distintos procesos metabólicos (Shimada, 2003), sin embargo, debido a que en las regiones tropicales la calidad del forraje es reducida, la cantidad de energía ingerida por el animal durante el pastoreo es inferior a los requerimientos de mantenimiento (**Cuadro 1**) y recría (**Cuadro 2**), por ende el animal hace uso de sus reservas corporales que generan problemas de orden metabólico. Por tanto es necesario introducir raciones balanceadas tomando como base productos regionales lo cual sirve para disminuir el costo de la alimentación animal (Ortíz, 1995; Fonseca, 2003).

**Cuadro 1.** Corderas de reemplazo, Tabla de requerimientos nutritivos diarios de corderas de reemplazo<sup>e</sup> (adaptado de Nutrient Requirements of Sheep, Sixth Revised Edition, 1985)

Peso Corporal		Ganancia de Peso día <sup>-1</sup>	Materia seca por animal <sup>a</sup>		Nutrientes por Animal											
			kg	lb	kg	lb	Energía <sup>b</sup>		Proteína Cruda		Ca	P	Vitamina A actividad	Vitamina E actividad		
kg	lb	g	lb	kg	lb	%	TDN	DE	ME	g	lb	g	g	IU	IU	
30	66	227	0,50	1,2	2,6	4,0	0,78	1,7	3,4	2,8	185	0,41	6,4	2,6	1,41	18
40	88	182	0,40	1,4	3,1	3,5	0,91	2,0	4,0	3,3	176	0,39	5,9	2,6	1,88	21
50	110	120	0,26	1,5	3,3	3,0	0,88	1,9	3,9	3,2	136	0,30	4,8	2,4	2,35	22
60	132	100	0,22	1,5	3,3	2,5	0,88	1,9	3,9	3,2	134	0,30	4,5	2,5	2,82	22
70	154	100	0,22	1,5	3,3	2,1	0,88	1,9	3,9	3,2	132	0,29	4,6	2,8	3,29	22

TND = Total de Nutrientes Digestibles ; ED = Energía digestible ; EM = Energía metabolizable ; UI = Unidades Internacionales

<sup>a</sup> Para convertir de base seca a base original, dividir los valores de materia seca entre el porcentaje de materia seca del ingrediente particular.

<sup>b</sup> Un kilogramo del total de nutrimentos digestibles igual a 4.4 Mcal de energía digestible; energía metabolizable es igual a 82% de la energía digestible.

<sup>e</sup> Corderos que se destinan a reproductores, por las máximas ganancias de peso son secundarios.

<sup>f</sup> Ganancias máximas de peso esperadas.

**Cuadro 2.** Requerimientos nutricionales para borregas de recría de 30 a 50 kg de peso (adaptado de UNNE, 2011)

Peso corporal Unidad, kg	30	40	50
Ganancia de peso, g	10	10	10
Materia seca, kg	1	1,1	1,2
Materia seca, %	2	1,8	1,7
Energía digestible, Mcal.	2,42	2,68	2,9
Proteína total, g	89	98	107
Proteína total, %	9	8,8	8,8
Proteína digestible, g	48	53	58
Calcio, g	3	3,1	3,2
Fósforo, g	2,8	2,9	3

– **Requerimientos de proteína en los ovinos.**- Los ovinos necesitan proteína para el crecimiento, mantenimiento, reproducción y terminado. Cuando el porcentaje de proteína del forraje consumido es menor al 7 % se le considera baja e interfiere severamente en los procesos productivos. Sin embargo, el ovino adulto por el hábito selectivo que tiene durante el pastoreo puede cubrir al menos sus requerimientos de manutención ya que al consumir brotes tiernos y hojas el contenido de PC consumido es mayor. A este respecto, se ha reportado que se requiere un porcentaje de PC de al menos un 9,5 % en ovinos en engorda, de 9,5 a 11 % durante la gestación y de 13 a 14 % en la lactancia. (Ensminger, y Olentine, 1983) y (UNNE, 2011).

– **Necesidades energéticas de los ovinos.**- Las necesidades energéticas de los animales son satisfechas con el consumo y digestión de forrajes, y en épocas en que se requiere de elevar los niveles energéticos de las raciones se utilizaran suplementos. La deficiencia de energía se caracteriza por pérdida de peso, retardo en el desarrollo o crecimiento, baja fertilidad, menor producción, y menor resistencia a parásitos internos y externos (Ensminger, y Olentine, 1983)

– **Requerimientos de minerales en los ovinos.**- Para los ovinos se ha demostrado que se requiere de 15 minerales esenciales (UNNE, 2011):

Minerales mayores o macroelementos.- principalmente son sal, calcio, fosforo, magnesio, potasio y azufre.

Oligoelementos o microelementos.- son cobalto, cobre, flúor, yodo, hierro, manganeso, molibdeno, selenio y zinc.

En condiciones de pastoreo son raras las deficiencias de minerales, no obstante es posible que se produzcan desbalances por lo que es recomendable que los animales dispongan de mezclas de sales (especialmente de sodio, calcio y fósforo) a libre disposición (Ensminger, y Olentine, 1983; UNNE, 2011).

– **Necesidades vitamínicas de los ovinos.**- Los rumiantes (adultos) requieren de vitaminas como A, D, E, K las cuales son liposolubles y se almacenan en cantidades variables en todo el cuerpo y son de importancia para la nutrición ovina; en cuanto a necesidades de vitaminas hidrosolubles (complejo B y vitamina C) estas son aportada por el forraje, ya que éstas son sintetizadas por los microorganismos ruminales y en el organismo, lo que sí se requiere es de un adecuado aporte de ciertos minerales tales como Cobalto para la síntesis de vitamina B12 (Ensminger y Olentine, 1983).

– **Requerimientos de agua en los ovinos.**- El agua es un recurso que necesitan todos los seres vivos. Los ovinos obtienen el agua bebiendo o del rocío, así como, de los alimentos El agua la consumen voluntariamente, dependiendo de la temperatura o del ambiente que los rodea los ovinos pueden estar semanas sin beber agua cuando pastan o consumen alimentos húmedos. Como promedio, se puede considerar que un ovino productor de lana de 45 kg de peso vivo consumirá entre 3 ½ a 4 litros de agua dulce por día, aunque no necesariamente visitará la aguada en forma diaria ya que puede ingerir hasta 10 litros y retornar a abrevar un par de días después (UNNE, 2011).

#### **2.2.12. Ovinos de la raza Pelibuey**

los ovinos Pelibuey por ser una especie rústica, con pocos requerimientos de infraestructura, su adaptación a las condiciones climáticas, su alta prolificidad y corto período de gestación es una buena alternativa para mejorar la producción, tanto de pie de cría como de corderos para el consumo humano. La crianza de los ovinos de pelo también es una fuente alternativa de ingreso por ser una especie poco exigente en términos de manejo y relativamente accesible a la población de escasos recursos (Serrano, 2011). Las características morfogenéticas de los ovinos Pelibuey de acuerdo con UNO (2013) son:



### 1.1.12.1. Aspecto generales de los ovinos Pelibuey

Los ovinos Pelibuey son animales de conformación cárnica, con buenas masas musculares, se caracterizan principalmente por ser cubiertos de pelo espeso y corto.

– **Cabeza.** Mediana, orejas cortas de implante lateral machos y hembras acornes, perfil ligeramente convexo con presencia de arrugas. La cara presenta una coloración más clara en algunos casos, nariz triangular con ollares alargados, puede presentar pigmentación oscura.

– **Cuello.-** Bien implantado, proporcionado al tamaño del animal.

– **Hombros.-** De implante armónico, no deben ser animales estrechos o de hombros prominentes.

– **Pecho.-** Se prefiere animales de pecho amplio, aunque esta característica solamente se logra mediante selección.

– **Los colores aceptados para esta raza son los siguientes:**

**Canelo:** Tonalidad café en cualquier intensidad, desde el café claro hasta el rosa. Se acepta la punta de la cola blanca y mancha blanca en la coronilla, cualquier otra mancha blanca no es aceptable. Se permite hasta un lunar negro siempre que no rebase 2.5 cm de diámetro.

**Blanco:** Totalmente blanco. Se permiten pecas en las patas debajo de la rodilla, en las orejas y en el hocico, no se permiten animales entrepelados.

**Pinto:** Cualquier proporción de manchas café en base blanca o viceversa. No se aceptan manchas negras, ni del tipo Blackbelly.

– **Piernas.-** con buena masa muscular, grupa recta y bien redondeada, aplomos rectos, especial atención a patas, evitar corvejones metidos o cascorvos.

Características indeseables las cuales no deberán seleccionarse animales que presenten:

Animales descolados, Conformación de grado inferior, problemas de mandíbula, animales con lana, aplomos deficientes, problemas en órganos sexuales.

### **2.2.13. La importancia de la digestibilidad de los forrajes**

La digestibilidad permite medir la cantidad absorbida de los nutrientes y la calidad de los alimentos los cuales indican el grado de los nutrientes que van hacer aprovechados por el animal (Buñay, 2010). La digestibilidad de los forrajes en los animales se puede explicar cómo la cantidad de un alimento que es absorbido en el tracto intestinal y está asociada a la cantidad de alimento que puede ser utilizada por el animal y su valor energético. La cantidad de pared celular de un forraje es inversamente proporcional al porcentaje de digestibilidad y el consumo voluntario. Lo anterior es porque los nutrientes más digeribles se encuentran en el contenido celular (proteínas, azúcares, lípidos) mientras los menos digeribles se encuentran en la pared celular (celulosa, hemicelulosa y lignina). (Carulla, Cárdenas, Sánchez y Riveros, 2004).

### **2.2.14. Importancia de la digestibilidad en los pasto *B. decumbens***

El porcentaje de digestibilidad es afectado por la edad en que se cosechan los forrajes en los diferentes ciclos de producción anual y por las estrategias de pastoreo de los animales (Ortíz, 1995).

A este respecto Rojas, Peducassé y Aguirre (2010) mencionan que el porcentaje de digestibilidad para Brachiarias en Bolivia puede alcanzar valores

para *Brachiaria decumbens* de 63,98 %; para *Brachiaria humidicola* de 61,28 %; para *Brachiaria mutica* de 61,98 %. Concluyendo que la edad de corte tiene un efecto significativo sobre el porcentaje de digestibilidad y que a los 72 días de edad las variedades pueden alcanzar porcentajes de 48,86 %, 51,25 % y 54,81 % respectivamente.

#### **2.2.15. Técnica de digestibilidad *In situ***

En esta técnica de investigación de la valoración de los alimentos se utilizan bolsas sintéticas para medir la digestión de los forrajes a nivel ruminal, la cual consiste en poner la muestra en la bolsa para en lo posterior incubarla en rumen de animales fistulados, la cual nos ayuda a determinar simultáneamente la cantidad de la muestra ingerida y la tasa a la cual la digestión se realiza utilizada principalmente cuando se necesita observar el efecto de los forrajes y su cantidad de digestión en los animales en las condiciones ruminales lo cual depende de factores tales como la cantidad de la muestra, el tamaño de la bolsa y de la partícula de la muestra (Torres, Arbaiza, Carcelen y Lucas, 2009; Navarro, Díaz, Roa, y Cuellar, 2011). Se aprecia la técnica de digestibilidad *In situ* en el anexo 5.

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación es parte del Programa de mejoramiento genético de ovinos de pelo en el trópico húmedo del Ecuador de la Universidad Tecnológica Equinoccial, Extensión Santo Domingo (UTE-SD). El Programa y proyectos de pasturas tropicales fueron establecidos por el Dr. José Espinosa y la Dra. Eugenia Cienfuegos durante la estancia posdoctoral en la UTE-SD de la Dra. Cienfuegos docente investigador de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. En uno de los objetivos del Programa en la etapa 1, se consideró la evaluación agronómica y zootécnica de un sistema de pastoreo rotacional en praderas de *Brachiaria decumbens* manejadas con diferentes porcentajes de asignación del forraje, con ovejas de la raza de pelo Pelibuey. El trabajo de campo del presente estudio de manejo de praderas con diferentes porcentajes de asignación se realizó de febrero a septiembre del 2012.

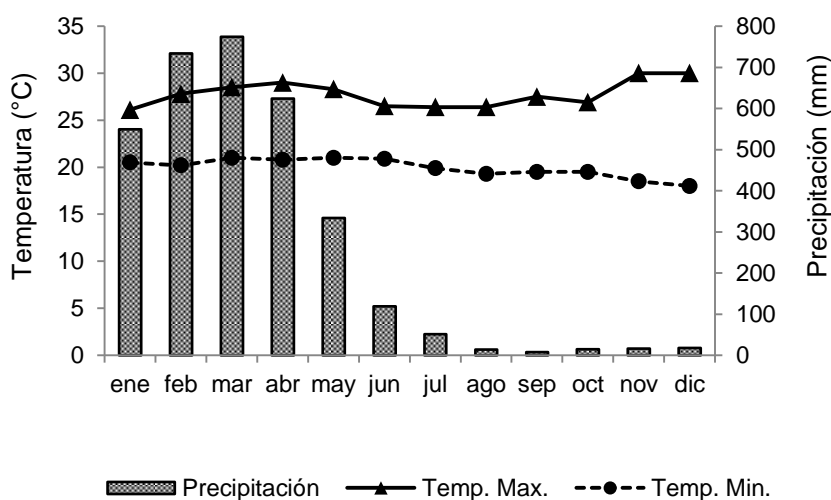
#### 3.1. Sitio de estudio

El trabajo de investigación se realizó en la Granja Experimental El Oasis, propiedad de la Universidad Tecnológica Equinoccial (UTE). La Granja se encuentra localizada en el km 4, margen izquierdo de la carretera a San Jacinto del Búa, Parroquia del mismo nombre, a 0°13,29' de latitud sur, 79° 15,83' de longitud oeste y a 416 m de altitud sobre el nivel del mar. Los suelos se formaron sobre depósitos de ceniza volcánica y son clasificados como Andisoles. El clima prevalente se caracteriza por tener una temperatura media anual de 23,5 °C y precipitaciones anuales de 2,600 a 2,800 mm durante los seis primeros meses del año que luego dan paso a una época seca que se acentúa a medida que pasan los meses (**Figura 1**) (Dirección de Aviación Civil, comunicación personal, 2013). Las muestras tomadas del pasto *B. decumbens* de los tratamientos del 5 %, 7 %, 9 % de entrada y salida de los porcentajes de asignación que fueron homogenizadas se analizó la calidad nutricional y digestibilidad del pasto. Las cuales se realizó el análisis de la nutrición del

pasto *B. decumbens* esto se lo realizó por el método de análisis proximal en el laboratorio de la UTE ubicada en la vía Chone km 4<sup>1/2</sup>, margen derecho. Para el análisis de digestibilidad *In situ* se realizó en el centro experimental Tunshi ubicado en la parroquia Licto del cantón Riobamba en la provincia de Chimborazo, perteneciente a la escuela de ingeniería zotécnica de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH) y los análisis de Los análisis de laboratorio se llevaron a cabo en las instalaciones del laboratorio de bromatología y nutrición animal de la ESPOCH; localizada geográficamente, en las coordenadas: 1° 38' 3" y 1° 40' de latitud sur. 78° 39' y 78° 40' 36" de longitud oeste.

### 3.1.1. Características climáticas

Precipitación media anual (mm), 2600-2800 mm; Temperatura media de 23.5 °C; Humedad Relativa de 86% y Heliofania (Horas luz) de 2-4 hr d<sup>-1</sup>.



**Figura 1.** Medias mensuales de precipitación y temperatura (máxima y mínima) durante el año 2012. Estación climatológica de la Universidad Tecnológica Equinoccial, Extensión Santo Domingo.

### 3.1.2. Características edáficas (Cuadro 3)

**Cuadro 3.** Análisis de suelo de la granja el Oasis

PH	MO	NH4	P	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B	K	Ca	Mg
	%-----mg kg <sup>-1</sup> -----					-----cmol kg <sup>-1</sup> -----						
5.9	2.2	41.0	6.5	6.3	42.0	5.6	1.9	2.8	0.3	0.3	8.3	2.9

Laboratorio de Química. Universidad Tecnológica Equinoccial, Campus Santo Domingo.

## 3.2. Materiales, métodos y recursos

### 3.2.1. Metodología del manejo de las praderas de *B. decumbens*

– **Establecimiento.** El presente estudio se llevó a cabo en una pradera de *B. decumbens* establecida. En dicho cultivo de *Brachiaria decumbens* como inicio se realizaron labores de limpieza del área porque se encontraban cercas vivas y divisiones de potreros las cuales no se requerían para el experimento ni para pastoreo de ovejas.

– **Área experimental y división de cuadrantes en el pasto *B. decumbens*.** Se utilizó para el experimento una superficie de 1,52 ha que se delimitaron en tres bloques homogéneos (A, B, C) con una superficie de 4141,8 m<sup>2</sup> cada uno de ellos. Cada bloque fue dividido en cuatro cuadrantes (I, II, III y IV) con una superficie de 1 035,45 m<sup>2</sup> cada uno, de los cuales se utilizaron experimentalmente solo tres debido a que no había una cubierta vegetal homogénea dentro del cuadrante no utilizado. Cada uno de los tres cuadrantes se dividió en tres subcuadrantes del mismo tamaño (345,15 m<sup>2</sup>) con el fin de distribuir los tres tratamientos de porcentaje de asignación en estudio (**Cuadro 4 y Figura 2**).

Para la delimitación de los bloques A, B, C, se aplicó un sistema de cercado, en las cuales se instaló mallas conocidas como camperas las cuales también fueron colocadas en los cuadrantes y subcuadrantes, dichas mallas se

instalaron con postes vivos o nacederos conocidos en la zona como Caraca (*Erythrina poeppigiana*) y Mata Ratón (*Gliricidia sepium*).

**Inicio del experimento.-** Para hacer el inicio o punto de partida del experimento una vez que se dividieron los subcuadrantes, 24 días antes de que entren los animales de cada tratamiento 5 %, 7 %, 9 %, se realizó cortes de igualación del pasto *B. decumbens* de cada subcuadrante en cada tiempo determinado con tres días de ocupación y 24 días de rebrote, la materia verde sobrante se desalojó del lugar para que no interfiera con el rebrote del pasto en su desarrollo y no allá la proliferación de hongos, también se realizaron fertilizaciones para igualar la cobertura y al mismo tiempo nutrir al pasto *Brachiaria decumbens*.

– **Sistema de rotación de animales para el pastoreo.** Al inicio del experimento se dejó a los animales por un periodo de adaptación al manejo de rotación de praderas de 24 días. En la etapa experimental los animales iniciaron dentro del bloque A cuadrante I y en cada subcuadrante dependiendo de la asignación 5%, 7%, 9%, donde estuvieron por tres días, posteriormente se rotaron al bloque B cuadrante I y en cada subcuadrante dependiendo de asignación 5%, 7%, 9% donde estuvieron por tres días, para pasar al bloque C cuadrante I y en cada subcuadrante dependiendo de asignación 5%, 7%, 9% donde estuvieron por tres días; posteriormente en forma consecutiva y con los periodos de ocupación de tres días se rotaron a la AII, BII, CII, AIII, BIII y CIII respectivamente (**Figura 2**).





**Cuadro 4.** Distribución y superficie de parcelas experimentales

Bloque	cuadrante	Subdivisiones dentro de cuadrante para distribución de tratamientos	Área
A	I, II y III	5 %, 7 %, 9 %	29,5x11,70=345,15 m <sup>2</sup>
B	I, II y III	5 %, 7 %, 9 %	29,5x11,70=345,15 m <sup>2</sup>
C	I, II y III	5 %, 7 %, 9 %	29,5x11,70=345,15 m <sup>2</sup>

– **Asignación de forraje *B. decumbens*.** Como parte del manejo de la pradera se buscó evaluar la respuesta del animal a la asignación de forraje (kg MS animal<sup>-1</sup>), para lo cual se determinó considerar la carga animal y el porcentaje del peso vivo en materia seca ofrecido a los animales (Flores, 1990; y Gutiérrez y Díaz, 2008). Los porcentajes de asignación forrajera en estudio fueron el 5, 7 y 9 % del peso vivo de las ovejas disponible en MS de forraje en la pradera.

Para lograr lo anterior se utilizaron tres grupos de ocho ovejas Pelibuey con un peso promedio de 26.9 kg con una edad promedio de 16 a 18 meses. La superficie de cada una de las parcelas experimentales se calculó en cada una de las rotaciones de acuerdo al porcentaje de asignación que le correspondía de acuerdo a los kilogramos oveja totales pastoreados se utilizó una malla movable que permitió ajustar la superficie de acuerdo a la ganancia de peso de los animales, de tal forma que durante todo el experimento se garantizó el porcentaje de asignación del pasto *B. decumbens* ofrecido a los animales.

– **Materia seca disponible de *B. decumbens* para la asignación de cada tratamiento 5 %, 7 %, 9 %.** Para la determinación de la asignación de forraje por cada tratamiento se realizó un muestreo previo un día antes de que ingresen las ovejas Pelibuey. Se tomó dos submuestras referenciales de la biomasa del pasto *B. decumbens* de 0,50 m<sup>2</sup> de cada parcela, las cuales fueron tomadas con el cuadrado de muestreo de (0,25 m<sup>2</sup>) al azar y así formar una sola muestra homogénea y de la misma forma otra muestra para la hacer la comparación.

Las muestras tomadas de *B. decumbens* fueron llevadas al laboratorio de la Universidad Tecnológica Equinoccial Extensión Santo Domingo para la determinación de la materia seca disponible por hectárea según cada tratamiento. En el laboratorio se secaron en una estufa de aire forzado a 60 °C hasta lograr el peso constante.

– **Pesaje de los animales.** El pesaje de las ovejas Pelibuey se lo realizó a las 06h00 al transcurrir nueve días o tres muestreos del pasto *B. decumbens*, esto se lo realizó de tal manera que no se estresen los animales y por ende que no pierdan peso debido al manejo.

– **Manejo de los animales.** El manejo de las borregas Pelibuey se realizó con un horario de salida al pastoreo (06h00) y el horario de entrada a los corrales a las 18h00. Para complementar su alimentación se ofreció un suplemento de polvo de tagua (**Cuadro 6**) a todos los animales por igual en una proporción un kilogramo por corral con ocho ovejas. Todas las ovejas estaban identificadas con código de color y numeración de tal forma que al inicio del pastoreo se les ubicaba en el tratamiento y parcela experimental correspondiente a cada una de ellas.

**Cuadro 6.** Contenido nutricional del polvo de tagua.

muestra	ID	Humedad	Ceniza	Grasa	Proteína	Fibra	E.L.N.	VALOR CALORICO/ENERGIA
		-----%						
1290	Polvo de tagua		1,48	23,57	5,1	26,06	43,8	**BASE SECA
		7,37	1,37	21,83	4,69	24,14	40,6	377,6

Laboratorio de Química. Universidad Tecnológica Equinoccial, Campus Santo Domingo.

– **Control de parásitos internos en los ovinos y labores de limpieza de corrales.-** Para el control de endoparásitos se realizó una desparasitación antes de entrar los ovinos al experimento, los cuales fueron desparasitados con Abendazol.

Labores de limpieza de heces y orina diaria de los corrales se realizó diariamente, por otro lado la desinfección de los corrales se la realizó quincenalmente con yodo o creso.

– **Toma de muestras.-** Las muestras tomadas del pasto *B. decumbens* de los tratamientos del 5 %, 7 %, 9 % de los porcentajes de asignación homogenizadas se analizó la calidad nutricional y digestibilidad del pasto.

– **Primer muestreo de pasto *B. decumbens*.-** El muestreo se lo realizó un día antes de que entren las ovejas Pelibuey a pastorear para determinar con él porcentaje de materia seca disponible (utilizando la técnica del microondas), esto se realizó tomando una muestra significativa y secándola en un microondas (Crespo, Castaño, Capurro, 2007), hasta llegar a peso constante para posteriormente determinar la MS disponible y más el peso de los 8 animal del tratamiento y la asignación de 5 %, 7 % y 9 % se realizó el cálculo respectivo y se determinó el área ocupacional en el subcuadrante del bloque determinado a pastorear por los tres días y también las muestras tomadas se las llevó a realizar el análisis de MS la digestibilidad y la calidad nutricional del pasto *B. decumbens* en laboratorio.

– **Segundo muestreo de pasto *B. decumbens*.-** Se realizó a la salida del pastoreo de las ovejas Pelibuey después de los tres días de ocupación de cada subcuadrante para igualmente determinar la cantidad de materia seca que consúmenme los animales y que queda en el subcuadrante pastoreado, así también se analizó la MS la digestibilidad y la calidad nutricional del pasto *B. decumbens*.

– **Las muestras** fueron tomadas y secadas en cada subcuadrante se las procedió a homogenizar de tal manera que las muestras de entrada y de salida 5 %, 7 %, 9 % de cada una de las tres repeticiones quedando homogenizadas en 18 muestras totales.

En la primera repetición de 24 días todas las muestras tomadas de cada subcuadrante fueron homogenizadas en las del 5 % de entrada 5 % salida, 7 % de entrada 7 % salida, 9 % de entrada 9 % salida para dar un total de 6 muestras en la primera repetición.

En la segunda repetición de 24 días todas las muestras fueron tomadas de cada subcuadrante las cuales fueron homogenizadas en las 5 % de entrada 5 % salida, 7 % de entrada 7 % salida, 9 % de entrada 9 % salida para dar un total de 6 muestras en la segunda repetición.

En la tercera repetición de 24 días todas las muestras tomadas de cada subcuadrante homogenizadas en las 5 % de entrada 5 % salida, 7 % de entrada 7 % salida, 9 % de entrada 9 % salida para dar un total de 6 muestras en la segunda repetición.

A todas las muestras se les procedió hacer los respectivos análisis para determinar la digestibilidad y el análisis bromatológicos para la determinación de la calidad del pasto *B. decumbens* y así se realizó las respectivas comparaciones del pastoreo de entrada y salida al igual que fue para la comparación con la ganancia de peso de las ovejas Pelibuey del tratamiento 5 %, 7 % y 9 % de asignación de forraje *B. decumbens* aplicado.

– **Análisis proximal.**- Los análisis de la nutrición del pasto *B. decumbens* se lo realizó por el método de análisis proximal en el laboratorio de la UTE ubicada en la vía Chone km 4,5 margen derecho (**Anexo 4**).

– **Digestibilidad.**- La digestibilidad *In situ* se realizó en el centro experimental Tunshi ubicado en la parroquia Licto Riobamba, perteneciente a la escuela de ingeniería zootécnica de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH) (**Anexo 3**).

Las muestras fueron molidas y selladas herméticamente en fundas ziploc se procedieron hacer los análisis de digestibilidad *In situ* por cada tratamiento de

asignación de forraje *B. decumbens* 5 %, 7 %, 9 % que consumen las ovejas Pelibuey de entrada y salida así como de cada una de las tres repeticiones o rondas las cuales son de 24 días.

Este análisis de digestibilidad se lo realizó en los laboratorios de la Universidad ESPOCH para determinar la digestibilidad de pasto *B. decumbens* por cada tratamiento 5 %, 7 %, 9 % de entrada y salida de las ovejas Pelibuey así como de las tres repeticiones o rondas.

### 3.2.2. Variables a medir

#### 3.2.2.1. Variables zootécnicas

- **Peso vivo de la oveja (PVO, kg).** Las ovejas fueron pesadas cada nueve días en cada cambio de cuadrante, en una báscula tipo plataforma.
- **Ganancia de peso diario (GPD).** Con los PVO se calculó la GPD con la ecuación 1. **(Anexo 1).**

$$GPD = \frac{PV_j - PV_i}{\text{Días transcurridos}} \quad (1)$$

Donde

PV<sub>j</sub> = Peso de la oveja en segundo pesaje

PV<sub>i</sub> = Peso de la oveja en primer pesaje

#### 3.2.2.2. Variables agronómicas

- **Forraje disponible (MS t ha<sup>-1</sup>).** El forraje disponible se calculó con la MS obtenida a la salida de los animales en el día uno de pastoreo y la MS obtenida después de 24 días de rebrote dentro de cada porcentaje de asignación con la ecuación 2. **(Anexo 2).**

$$\text{Forraje disponible} = MS_j - MS_i \quad (2)$$

Donde

$MS_i$  = MS a la salida de las ovejas en el día 1

$MS_j$  = MS a la entrada en el mismo cuadrante del día 1 después de 24 días de rebrote

### 3.2.2.3. Variables de calidad del pasto

– **Porcentaje de Digestibilidad.** Para obtener el porcentaje de digestibilidad se tomaron las muestras de un periodo de rebrote a la entrada y salida de los animales para cada porcentaje de asignación obtenido con la ecuación 3.

– **Digestibilidad *In situ* de la materia seca (DISMS)**

Porcentaje de materia seca total que fue digerida y que permite estimar la calidad del pasto utilizando *In situ* (animales con cánula ruminal). **(Anexo 3)**

$$\text{DISMS} = \frac{\text{MS INICIAL} - \text{MS RESIDUAL}}{\text{MS INICIAL}} \times 100 \quad (3)$$

MS= Materia seca

– **Análisis proximal.** Para obtener las variables de proteína, fibra, cenizas y extracto etéreo se utilizaron las mismas muestras que para la digestibilidad.

– **Materia seca (MS t ha<sup>-1</sup>)**

Es la cantidad de material que queda después de que el forraje ha sido sometido a un proceso de secado, o sea cuando se le ha extraído el agua. En la materia seca es donde se encuentran los nutrimentos del forraje. Para

obtener la MS el material vegetativo en verde se puso en una estufa a 65 °C por 3 d para obtener la MS a peso constante (**Anexo 1**).

$$\% \text{ Materia seca} = \frac{(\text{Peso crisol+muestra seca})-(\text{Peso crisol})}{(\text{Peso crisol+Muestra})-(\text{Peso crisol})} \times 100 \% \quad (4)$$

#### – **Ceniza (C)**

Son los residuos inorgánicos de los alimentos que permanecen en la muestra posterior a la ignición u oxidación completa de la materia orgánica (**Anexo 4**).

$$\% \text{ Ceniza BS} = \frac{100\% \text{ ceniza}}{\% \text{ MS}} \quad (5)$$

#### – **Proteína cruda (PC)**

La muestra se mineraliza con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador. La solución ácida se alcaliniza mediante una solución de hidróxido sódico. El amoníaco es destilado y recogido en una cantidad medida de ácido sulfúrico, cuyo exceso es titulado por una solución valorada de hidróxido sódico (**Anexo 4**).

$$\% \text{ Proteína cruda} = \frac{\text{HCL 0.1 N estandarizado} \times 0.014 \times 6.25 \text{ ml} \times \text{HCL 0.1 N gastados.}}{(\text{Peso muestra})} \quad (6)$$

#### – **Fibra cruda (FC)**

Determinación de las sustancias orgánicas libres de grasa e insolubles en medio ácidos y alcalinos. La muestra, en su caso desengrasado, se trata sucesivamente con soluciones en ebullición de ácido sulfúrico e hidróxido potásico, se lava, se deseca, se pesa y se calcina a 500 °C. La pérdida de peso debida a la calcinación corresponde a la fibra cruda de la muestra de ensayo (**Anexo 4**).

$$\% \text{ Fibra cruda} = \frac{(W4-(W1 \cdot C))}{W2 \cdot MS} \times 100 \quad (7)$$

### – **Extracto etéreo (EE)**

Se considera grasa al extracto etéreo que se obtiene cuando la muestra es sometida a extracción con éter etílico. El término extracto etéreo se refiere al conjunto de las sustancias extraídas que incluyen, además de los ésteres de los ácidos grasos con el glicerol, a los fosfolípidos, las lecitinas, los esteroides, las ceras, los ácidos grasos libres, los carotenos, las clorofilas y otros pigmentos (**Anexo 4**).

$$\% \text{ Extracto etéreo} = \frac{(\text{Peso beaker} + \text{extracto etéreo}) - (\text{Peso beaker})}{(\text{Peso papel} + \text{Materia fresca}) - (\text{Peso papel})} \times 100 \% \quad (8)$$

### 3.3. **Diseño experimental y factores**

Con el fin de estabilizar la varianza se transformaron los datos de ganancia de peso, MS de forraje disponible y proteína disponible utilizando la expresión  $\sqrt[2]{X + 1}$

#### – **Modelo 1**

Para evaluar la ganancia de peso en nueve días se consideraron cuatro periodos de rebrote (PR), de los cuales el primero fue considerado como PR de adaptación al manejo y los tres restantes como PR evaluativos. La variable fue evaluada con un modelo lineal generalizado y se utilizó una prueba de comparación de medias de Tukey con  $\alpha = 0,05$ .

$$Y_{ijkl} = \mu + PR_i + F(PR)_{j(i)} + A_k + \varepsilon_{ijkl}$$

Dónde:

$Y_{ijkl}$  = l-ésima observación de la k-ésima asignación de forraje en la j-ésima fecha dentro del i-ésimo periodo de rebrote.



$\mu$  = Media general

$PR_i$  = El efecto del  $i$ -ésimo periodo de rebrote ( $i = 4$  periodos de rebrote de 24 días cada uno)

$F(PR)_{j(i)}$  = El efecto anidado de fecha dentro de periodo de rebrote ( $j = 3$  fechas dentro de 4 periodos de rebrote)

$A_k$  = Efecto del porcentaje de asignación de forraje ( $k = 5, 7$  y  $9$  % del peso vivo en MS ofrecida)

$E_{ijkl}$  = Error aleatorio

– **Modelo 2**

La evaluación de MS de forraje disponible y proteína disponible después de una rotación de 24 días, fue con un modelo reducido, donde el primer PR fue la diferencia del forraje obtenido a la entrada de la segunda rotación menos el forraje encontrado a la salida de la primer rotación y el segundo PR fue la diferencia del forraje obtenido a la entrada de la tercera rotación menos el forraje encontrado a la salida de la segunda rotación.

Para lo cual se propuso el modelo lineal generalizado con una prueba de comparación de medias de Tukey con  $\alpha = 0,05$ .

$$Y_{ijkl} = \mu + PR_i + F(PR)_{j(i)} + A_k + \varepsilon_{ijkl}$$

Dónde:

$Y_{ijkl}$  =  $l$ -ésima observación de la  $k$ -ésima asignación de forraje en la  $j$ -ésima fecha dentro del  $i$ -ésimo periodo de rebrote.

$\mu$  = Media general

$PR_i$  = El efecto del  $i$ -ésimo periodo de rebrote ( $i = 2$  periodos de 24 días cada uno)

$F(PR)_{j(i)}$  = El efecto anidado de fecha dentro de periodo de rebrote ( $j = 3$  fechas dentro de 4 periodos de rebrote)

$A_k$  = Efecto del porcentaje de asignación de forraje ( $k = 5, 7$  y  $9$  % del peso vivo en MS ofrecida)

$E_{ijkl}$  = Error aleatorio

– **Modelo 3**

Para evaluar el porcentaje de digestibilidad de la MS se utilizó un modelo para un diseño de bloques al azar, dado que se utilizaron tres vacas de la raza Holstein con un peso promedio de  $560 \pm 23$  kg. Para lo cual se consideraron los factores Periodo de rebrote, porcentaje de asignación y origen del muestreo (entrada y salida). Se realizó una prueba de comparación de medias de Tukey con  $\alpha = 0,05$ .

$$Y_{ijklm} = \mu + \beta_i + PR_j + A_k + O_l + (PR * A)_{jk} + \varepsilon_{ijklm}$$

Dónde:

$Y_{ijklm}$  =  $l$ -ésima observación de la  $k$ -ésima asignación de forraje en la  $j$ -ésima fecha dentro del  $i$ -ésimo periodo de rebrote.

$\mu$  = Media general

$\beta_j$  = Efecto de vaca ( $j = 3$  vacas)

$PR_j$  = El efecto del  $j$ -ésimo periodo de rebrote ( $i = 3$  periodos de 24 días cada uno)

$A_k$  = Efecto del porcentaje de asignación de forraje ( $k = 5, 7$  y  $9$  % del peso vivo en MS ofrecida)

$O_l$  = Efecto de origen de la muestra ( $l =$  entrada y salida de pastoreo)

$(PR * A)_{jk}$  = Efecto de la interacción

$E_{ijklm}$  = Error aleatorio

– **Modelo 4**

Para las variables de valor nutritivo se utilizó un modelo completamente al azar con los factores periodo de rebrote y porcentaje de asignación con una prueba de comparación de medias de Tukey con  $\alpha = 0,05$ .

$$Y_{ijkl} = \mu + PR_i + A_j + O_k + (PR * A)_{ij} + \varepsilon_{ijkl}$$

Dónde:

$Y_{ijkl}$  = l-ésima observación de la k-ésima asignación de forraje en la j-ésima fecha dentro del i-ésimo periodo de rebrote.

$\mu$  = Media general

$PR_i$  = El efecto del i-ésimo periodo de rebrote (i = 3 periodos de 24 días cada uno)

$A_j$  = Efecto del porcentaje de asignación de forraje (k = 5, 7 y 9 % del peso vivo en MS ofrecida)

$O_k$  = Efecto de origen de la muestra (l = entrada y salida de pastoreo)

$(PR * A)_{ij}$  = Efecto de la interacción

$\varepsilon_{ijklm}$  = Error aleatorio

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

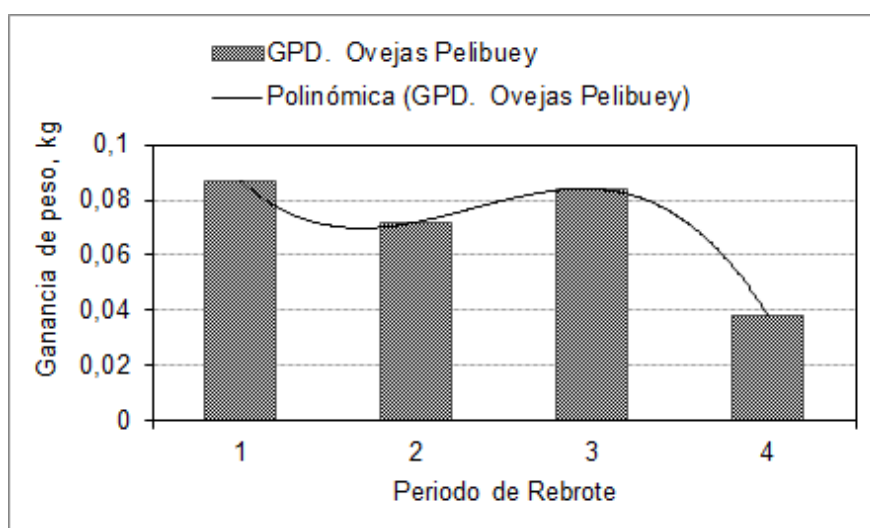
Con el fin de simplificar la presentación de la información generada en esta investigación, primero se muestran los resultados obtenidos y posteriormente se enmarcará una discusión global dentro de los factores en estudio.

#### 4.1. Modelo 1

##### 4.1.1. Variables zootécnicas

##### – Ganancia de peso diaria (GPD) por periodo de rebrote (PR)

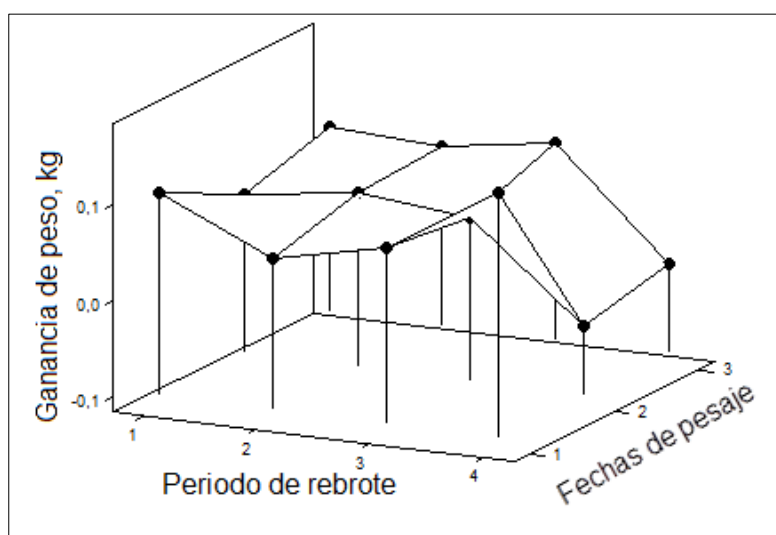
Para la GPD se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los cuatro PR. En el primer PR (periodo de adaptación) se observó una GPD de  $0,087 \text{ kg dia}^{-1}$ . En el segundo PR bajó la GPD ( $0,072 \text{ kg dia}^{-1}$ ). La GPD para el tercer PR no tuvo diferencia entre el primer y segundo PR ( $0,084 \text{ kg dia}^{-1}$ ). Sin embargo, en el cuarto PR se observó una reducción significativa ( $P < 0,01$ ) en la GPD ( $0,038 \text{ kg dia}^{-1}$ ). En la **Figura 3** se aprecia el comportamiento diferencial de la GPD en los cuatro PR evaluados.



**Figura 3.** Ganancia de peso de las ovejas Pelibuey por periodo de rebrote.

– **Efecto combinado de fecha dentro de periodo de rebrote para ganancia de peso de los Ovinos Pelibuey**

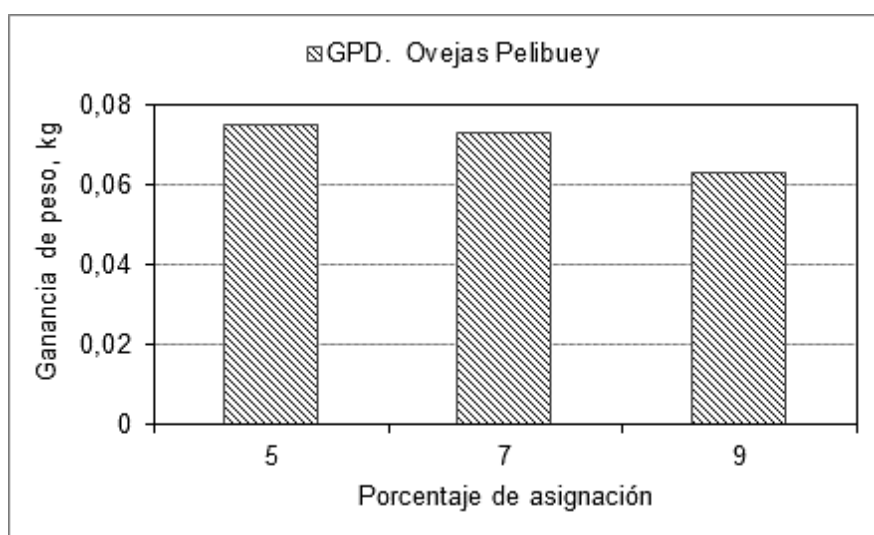
Para la GPD se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre las fechas de pesaje y los cuatro PR. En la **Figura 4** se observa el comportamiento diferencial para GP en fecha dentro de PR, con la mayor GP en el tercer PR ( $P < 0,05$ ) dentro del primer pesaje de nueve días. La caída en la GP de las ovejas fue principalmente a que durante el cuarto PR se incrementó la incidencia de fotosensibilización en los animales. Lo cual se asocia principalmente al consumo de plantas con efecto hepatotóxico o a la esporidesmina, toxina presente en las esporas de *Pithomyces chartarum*, hongo que se ha reportado que crece en la *B. decumbens*. La presencia de esta enfermedad coincide con lo que reportado por Henao (1985) quien indica que la mayor incidencia se presenta en el periodo de transición del invierno al verano y cerca de 30 días después de introducir a los animales en las praderas de *B. decumbens*. Es importante mencionar en este punto que los animales solo perdieron peso en el segundo pesaje del PR 4, ya que en las demás fechas los animales bajaron su ritmo de ganancia de peso mas no perdieron condición física, lo cual demuestra que los ovinos Pelibuey son rústicos y resistentes a las enfermedades.



**Figura 4.** Efecto combinado de fecha dentro de periodo de rebrote para ganancia de peso de las ovejas Pelibuey.

### – Ganancia de peso de las ovejas Pelibuey por porcentaje de asignación

En GPD por tratamiento no se observaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), pero si se observó diferencias numéricas entre los porcentajes de asignación. En la asignación de forraje (ASF) del 5 % en base al peso corporal se observó mayor GPD en comparación a las otras asignaciones ( $0,075 \text{ kg día}^{-1}$ ). La GPD en la ASF del 7 % fue de  $0,073 \text{ kg día}^{-1}$  similar ( $P > 0,05$ ) a la ASF del 5 %. Mientras que para la ASF de 9 % se encontró una GP de  $0,063 \text{ kg día}^{-1}$ . En la **Figura 5**. Se aprecia que la GP es diferencial a los tres porcentajes de ASF aplicados en el experimento con una mayor tendencia en promedio para los cuatro PR a mayores ganancias de peso en el ASF de 5 %.

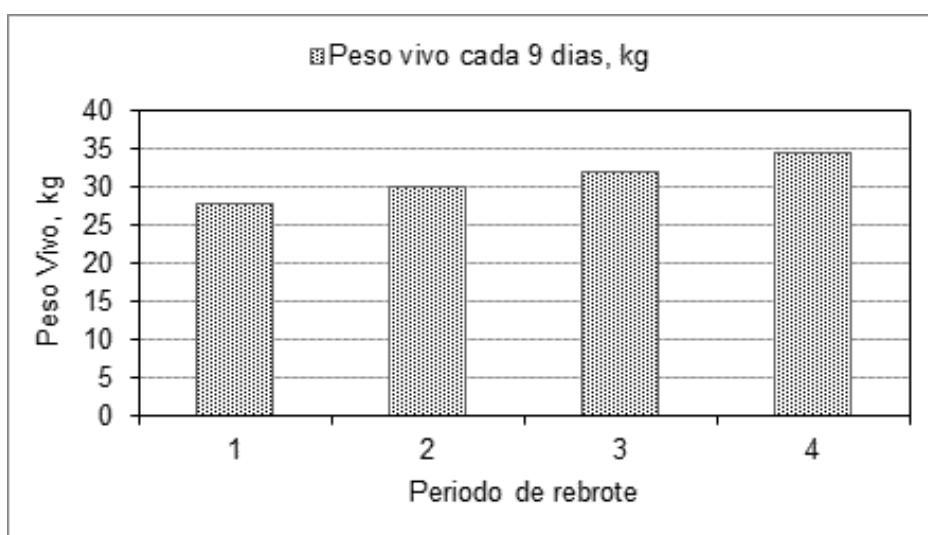


**Figura 5.** Ganancia de peso de las ovejas Pelibuey por porcentaje de asignación.

### – Peso vivo (PV) de las ovejas Pelibuey por periodo de rebrote

Para el incremento de PV se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los cuatro PR. El peso vivo inicial de los ovinos fue de 26,9 kg. En el primer periodo de rebrote (de adaptación) se observó conforme al tiempo transcurrido el incremento de peso de los animales fue de 0,86 kg. En el

segundo PR se apreció un incremento de PV de los animales de 2,08 kg lo cual indica que se adaptaron al manejo del pastoreo, manteniéndose el peso vivo durante el tercer PR con un incremento de 2,07 kg. En el cuarto periodo aun cuando los animales bajaron su ritmo de ganancia de peso como se indicó anteriormente, hubo una subida considerable en el PV lo cual se manifestó en un incremento promedio de 2,4 kg. Lo anterior indica que aun cuando la GPD en el cuarto PR se redujo, los animales fueron resistentes a la fotosensibilización y no perdieron peso, simplemente redujeron el ritmo de GPD. En la **Figura 6**. Se aprecia el peso vivo de las ovejas de la Raza Pelibuey expresada en kg que es diferencial y va incrementándose conforme va transcurriendo el tiempo entre los cuatro periodos de rebrotes aplicados en el experimento.

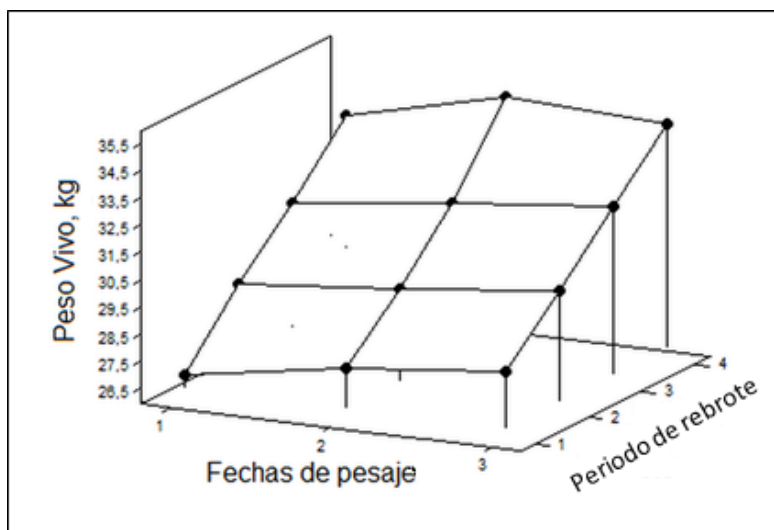


**Figura 6.** Peso vivo de las ovejas Pelibuey por periodo de rebrote.

– **Peso vivo de las ovejas pelibuey por fechas dentro de periodos de rebrotes**

Para el PV se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre las fecha dentro de los PR. Se aprecia que el PV de las ovejas es lineal positivo entre fechas y va incrementándose conforme va transcurriendo el tiempo entre los

cuatro PR del experimento. El ritmo de crecimiento de las ovejas visto espacialmente tiene una tendencia por fecha dentro de PR, lo cual es un indicador del potencial de producción que las ovejas Pelibuey tienen para el trópico húmedo del Ecuador (**Figura 7**).

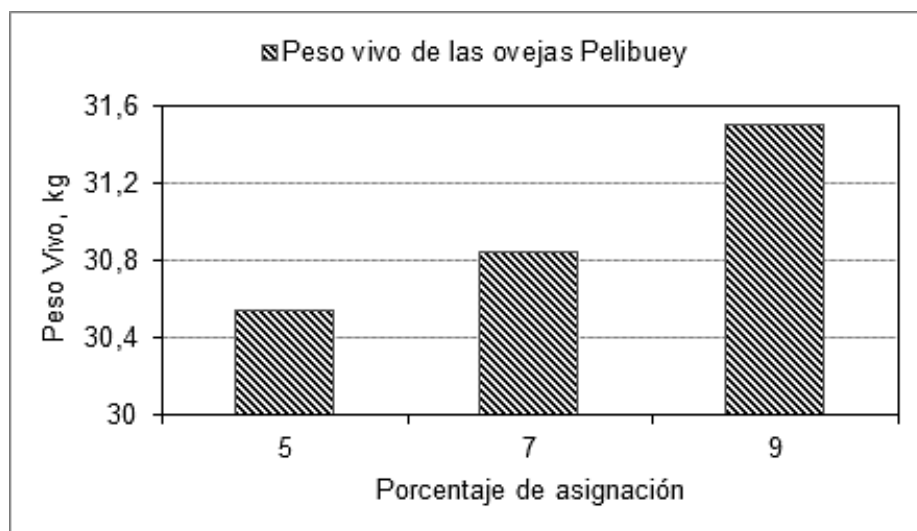


**Figura 7.** Peso vivo de las ovejas Pelibuey por fecha dentro de periodo de rebrote.

– **Peso vivo de las ovejas Pelibuey por porcentaje de asignación**

En el PV por cada tratamiento de porcentaje de ASF 5 %, 7 % y 9 %, se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ). En la **Figura 8** se aprecia que el mayor PV se encontró con el porcentaje de ASF del 9 % ( $P < 0,05$ ), lo cual puede ser un indicador de la selectividad que tienen los animales por los brotes tiernos y hojas que tienen un mayor porcentaje de proteína y que les favorecen en las ganancias de peso y condición corporal.





**Figura 8.** Peso vivo de las ovejas Pelibuey por porcentaje de asignación.

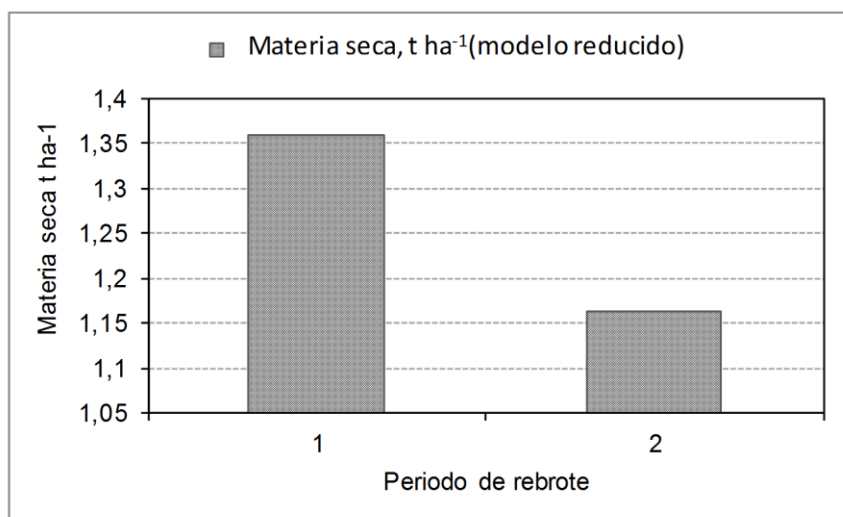
## 4.2. Modelo 2

### 4.2.1. Variables agronómicas

Cabe indicar que para determinar la cantidad de materia seca disponible para el pastoreo después de 24 días de descanso, el primer PR que fue el de adaptación no se consideró como periodo evaluativo, por lo que se tomó el forraje encontrado en una parcela después del pastoreo y el forraje obtenido después de 24 días de crecimiento en esa misma parcela y por diferencia obtener la MSD disponible para los animales en el siguiente PR.

#### – **Materia seca disponible (MSD) por periodo de rebrote**

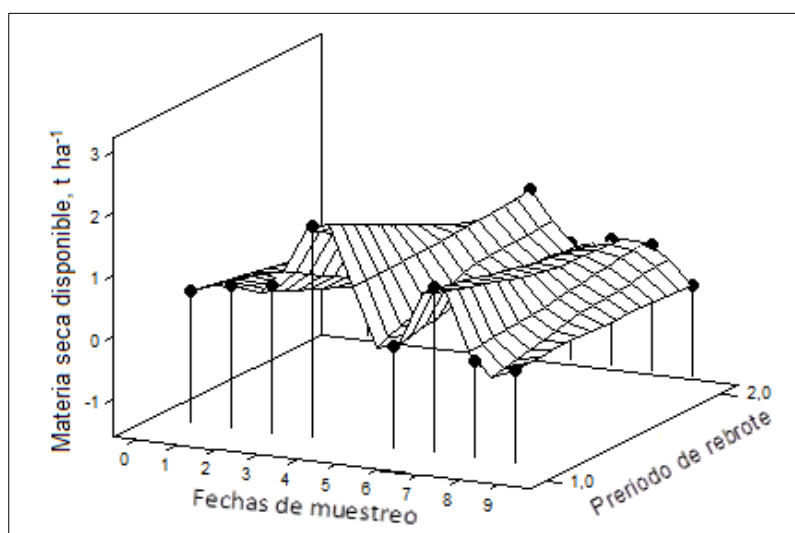
Para la MSD disponible se observaron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) entre los periodos de rebrote en 24 días de crecimiento del forraje. En el primer PR se observó una MSD de  $1,36 \text{ t ha}^{-1}$  y en el segundo PR bajó muy considerablemente la MSD ( $1,16 \text{ t ha}^{-1}$ ). Hubo una diferencia significativa en la materia seca entre periodos de rebrote la cual fue de un 15 % entre el primero y el segundo PR (**Figura 9**)



**Figura 9.** Materia seca disponible por periodo de rebrote.

– **Materia seca por fecha dentro de periodo de rebrote**

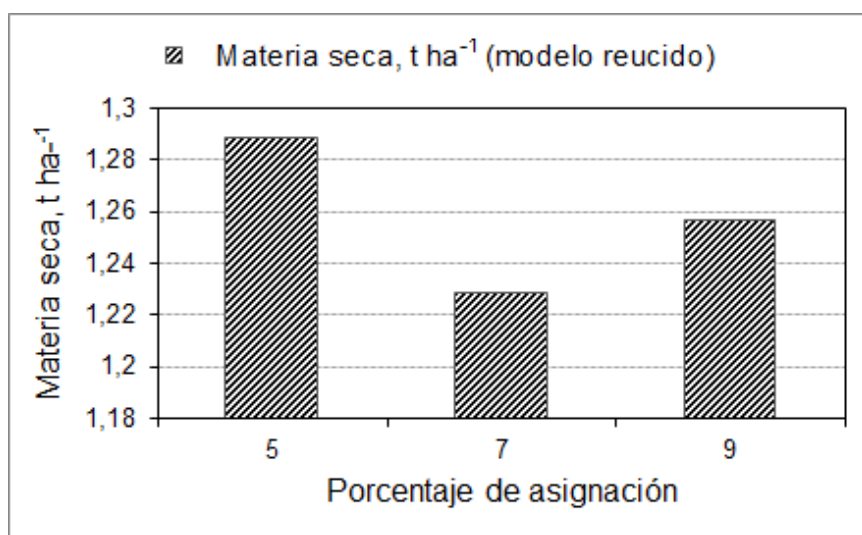
Para la MSD se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre las fecha dentro de los PR. En la **Figura 10** se observa una tendencia cúbica significativa ( $P < 0,05$ ) entre y dentro de los PR lo cual es un indicador del efecto del manejo de la pradera por el pastoreo rotacional de 24 días en promedio para las tres asignaciones en estudio.



**Figura 10.** Materia seca por fecha dentro de periodo de rebrote.

– **Materia seca por porcentaje de asignación**

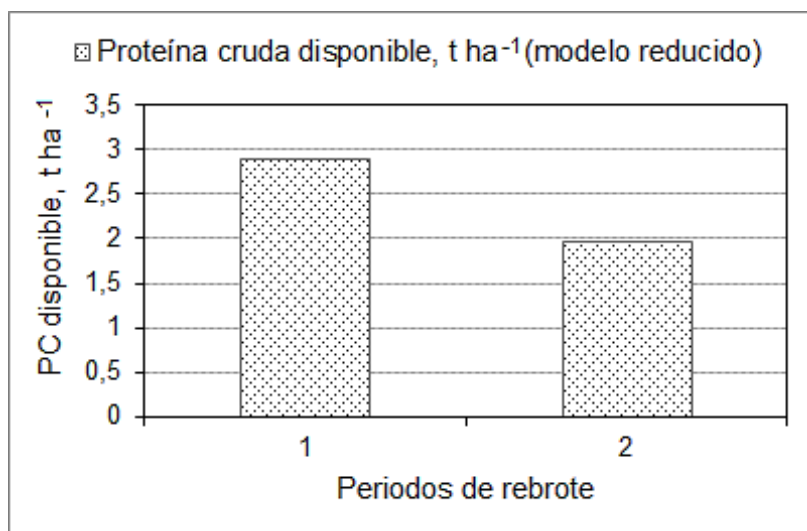
En la MSD se observaron diferencias no significativas ( $P > 0,05$ ) entre los porcentajes de ASF 5 %, 7 %, 9 %. En la ASF del 5 % se obtuvo la mayor cantidad de MSD ( $1,28 \text{ t ha}^{-1}$ ). La MSD en la ASF del 7 % fue de  $1,22 \text{ t ha}^{-1}$  y para la ASF de 9 % se de  $1,25 \text{ t ha}^{-1}$  (**Figura 11**).



**Figura 11.** Materia seca por porcentaje de asignación.

– **Proteína cruda disponible (PCD) en t ha<sup>-1</sup> entre periodo de rebrote**

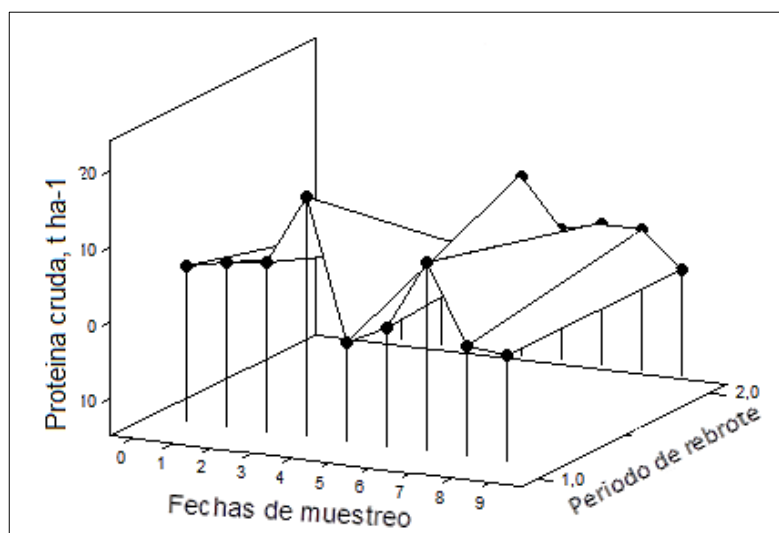
En la PCD disponible se observaron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) entre los PR. En el primer periodo se obtuvo la mayor cantidad PCD la cual fue de  $2,9 \text{ t ha}^{-1}$ . La PCD para el segundo PR se redujo considerablemente la cual fue de  $1,9 \text{ t ha}^{-1}$ , con una diferencia de 32 % de PC entre el primer periodo de rebrote y el segundo (**Figura 12**).



**Figura 12.** Proteína cruda disponible en t ha<sup>-1</sup> por periodo de rebrote.

– **Proteína cruda disponible en t ha<sup>-1</sup> por fecha dentro de periodo de rebrote**

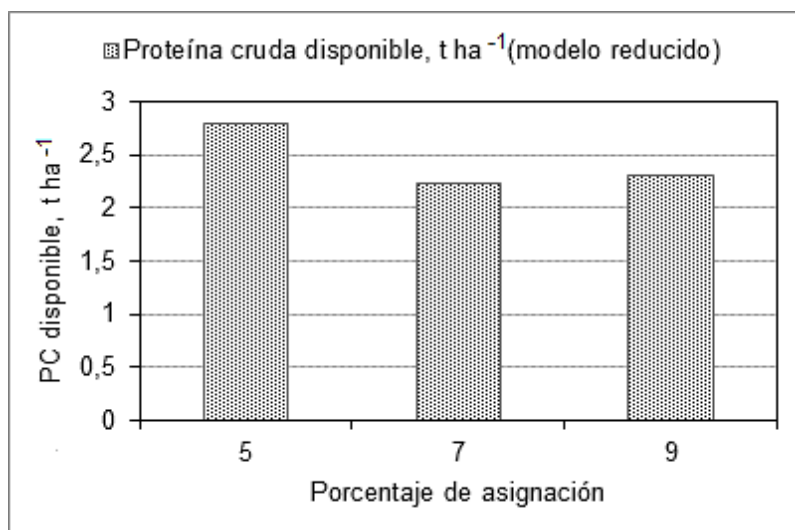
Para la PCD se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre las fecha dentro de los PR. En términos generales se observó una tendencia cúbica significativa ( $P < 0,05$ ) entre fechas y dentro de PR, con un mayor contenido de PCD en el primer y segundo PR en las fechas 4 y 7 de rotación de parcelas, lo cual puede ser un indicador de que el manejo de las praderas sin importar el porcentaje de ASF tiene un efecto significativo sobre la calidad del forraje producido con un manejo de rotación de 24 días (**Figura 13**).



**Figura 13.** Proteína cruda disponible en  $t\ ha^{-1}$  por fecha dentro de periodo de rebrote.

– **Proteína cruda disponible en  $t\ ha^{-1}$  por porcentaje de asignación**

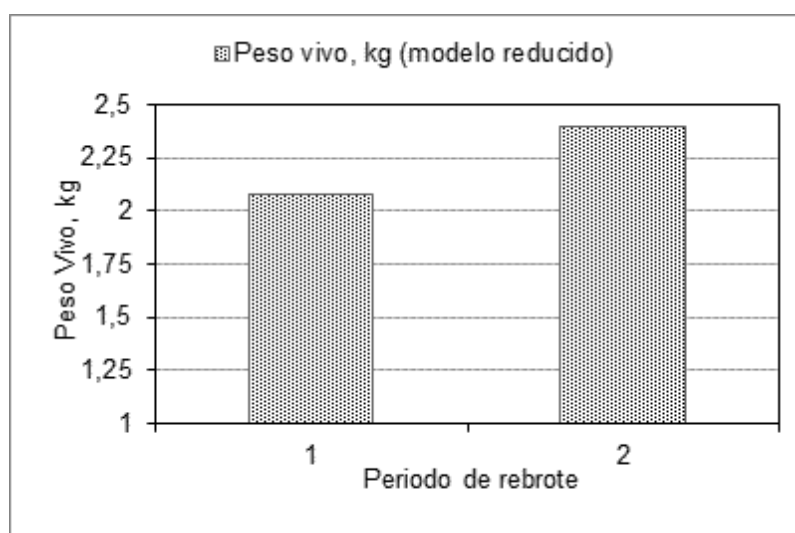
En la PCD en  $t\ ha^{-1}$  entre porcentajes de ASF 5 %, 7 %, 9 % fue significativa ( $P < 0,05$ ). En la ASF del 5 % se obtuvo la mayor cantidad de PCD por hectárea la cual tuvo una determinación de  $2,78\ t\ ha^{-1}$  que se encontró diferente a la PCD del 7 % ( $P < 0,01$ ), esta correspondió a de  $2,23\ t\ ha^{-1}$ , que a su vez fue diferente ( $P < 0,05$ ) a lo encontrado en la ASF del 9 % ( $2,29\ t\ ha^{-1}$ ) **Figura 14.** Se aprecia la proteína cruda expresada en  $t\ ha^{-1}$  que es diferencial a los tres porcentajes de ASF aplicados en el experimento.



**Figura 14.** Proteína cruda disponible en t ha<sup>-1</sup> por porcentaje de asignación.

#### Incremento de peso vivo entre periodo de rebrote

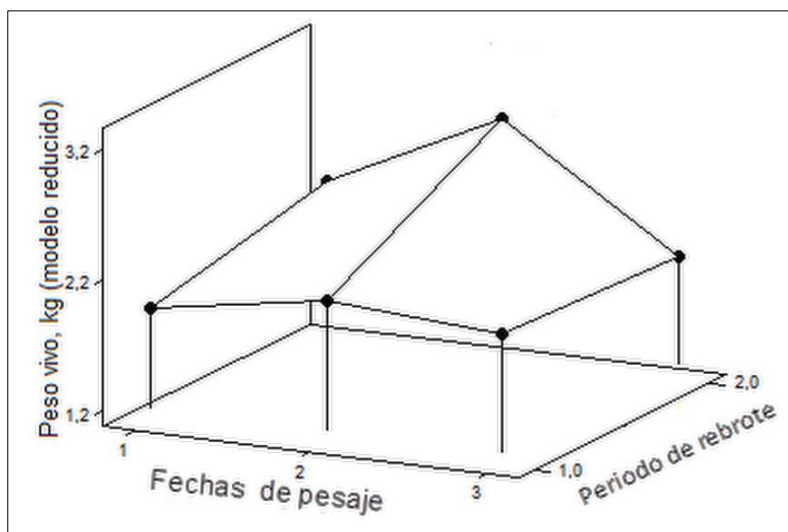
En la determinación del PV se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en la comparación entre los PR. En el primer PR se obtuvo la menor ganancia de peso de las ovejas la cual fue de 2,08 kg. Para el segundo PR aumentó el peso de los animales el cual fue de 2,4 kg, esto correspondió a una diferencia de 13 % entre PR (**Figura 15**).



**Figura 15.** Incremento de peso de las ovejas Pelibuey por periodo de rebrote.

– **Incremento de peso vivo por fecha de pesaje dentro de periodo de rebrote**

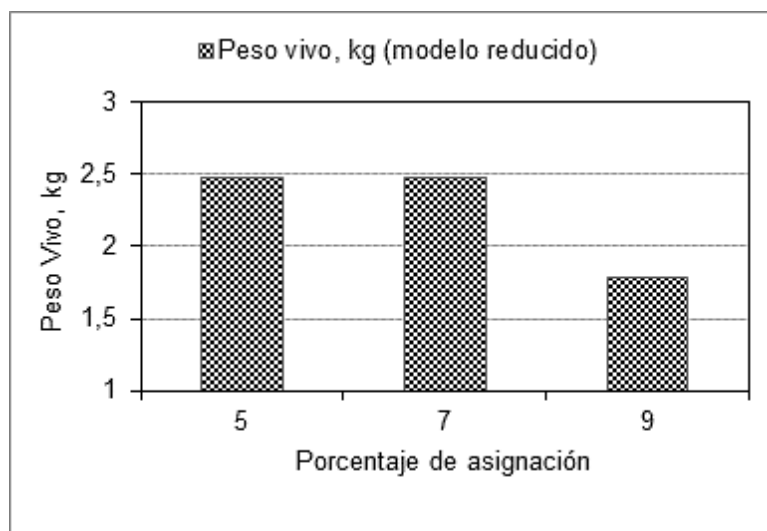
Para el incremento de PV se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre las fecha dentro de los PR. En términos generales se observó una tendencia polinómica significativa ( $P < 0,05$ ) entre fechas y dentro de PR. El incremento de PV en las fechas uno y dos del primer y segundo PR, comparado con la tercera fecha de los dos PR declinó considerablemente el PV. Lo cual se debe deber a la enfermedad de fotosensibilización que los animales estaban expuestos en pastoreo (**Figura 16**).



**Figura 16.** Incremento de peso de las ovejas Pelibuey por fecha dentro de periodo de rebrote.

– **Peso vivo de las ovejas Pelibuey por porcentaje de asignación entre periodos**

En el incremento de PV entre porcentajes de ASF 5 %, 7 %, 9 % fue significativa. En la ASF del 5 % se observó el PV de los animales fue mayor al resto de tratamientos (2,470 kg), semejante ( $P > 0,05$ ) al PV de la ASF del 7 % (2,463 kg) pero significativamente diferente ( $P < 0,01$ ) al PV de la ASF del 9 % (1,778 kg) (**Figura 17**).



**Figura 17.** Peso vivo de las ovejas Pelibuey por porcentaje de asignación entre periodos.

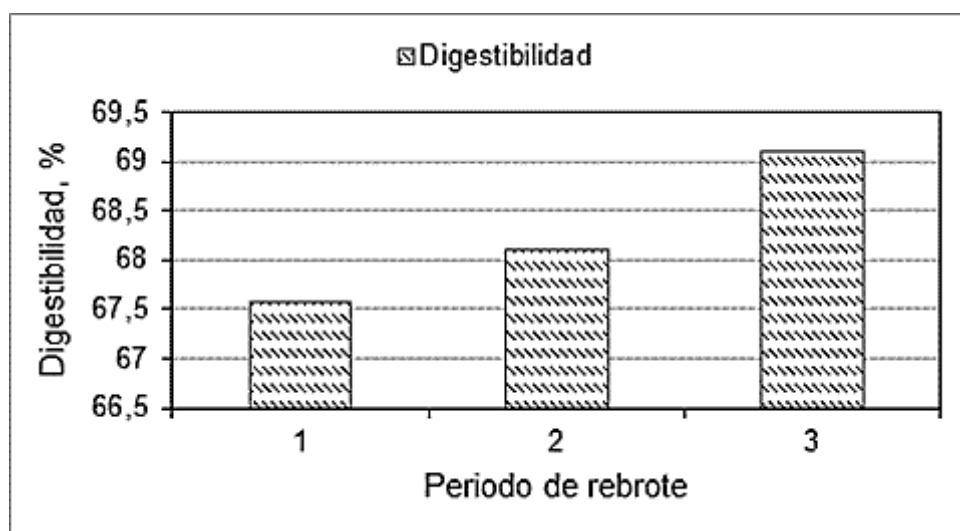
### 4.3. Modelo 3

#### 4.3.1. Variables para digestibilidad del forraje *B. decumbens*

##### – Digestibilidad por periodo de rebrote (DINMS)

En la DINMS se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los PR. En el primer PR se observó menor la digestibilidad la cual fue de 67,56 %, con un incremento ( $P > 0,05$ ) en el segundo PR (68,09 %) y en el tercero (69,09 %). Se observaron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) entre el tercer y el primer PR la cual correspondido a un 2,2 % de incremento en el DINMS (**Figura 18**).

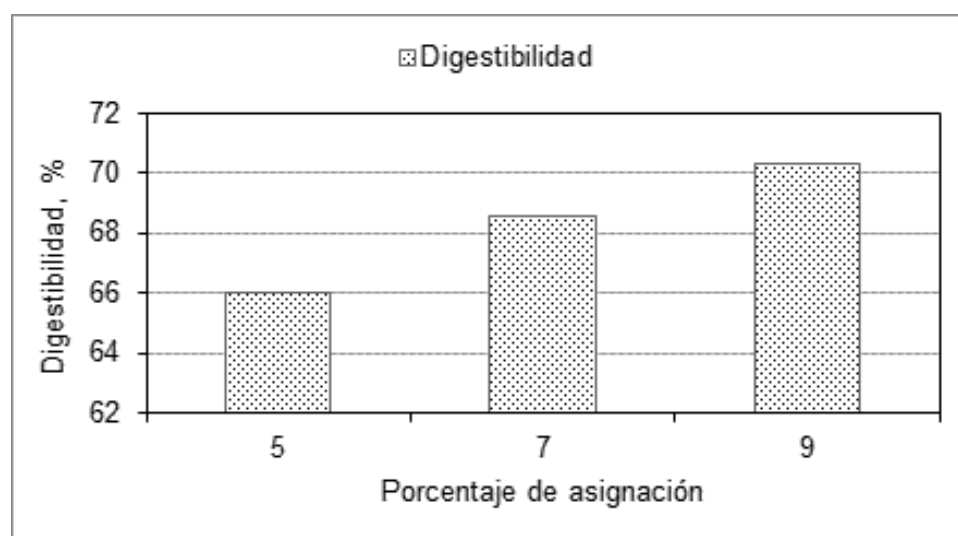




**Figura 18.** Porcentaje de digestibilidad por periodo de rebrote.

– **Digestibilidad del forraje por porcentaje de asignación**

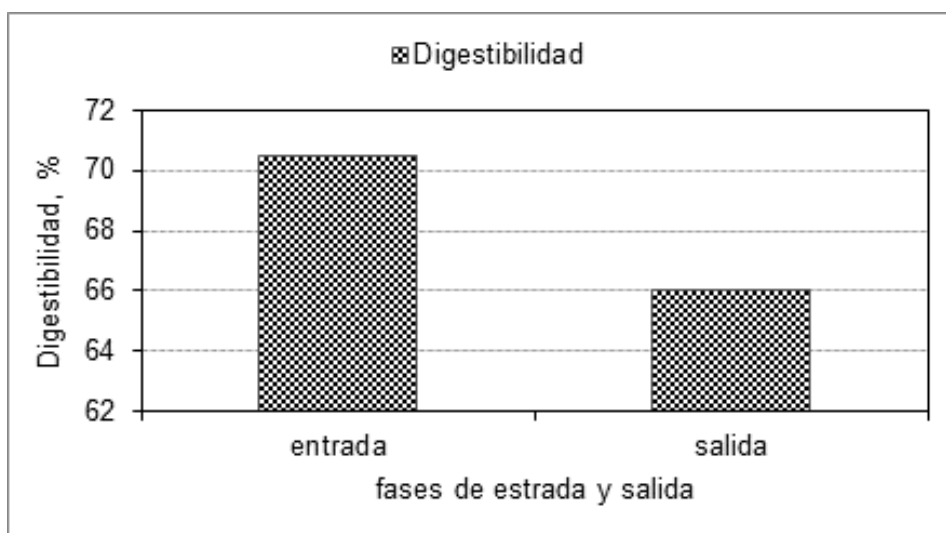
Para el porcentaje de digestibilidad por cada tratamiento se observaron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) entre los ASF 5 %, 7 % y 9 %. En la ASF del 5 % se obtuvo el menor porcentaje de digestibilidad la cual fue de 65,99 %. La digestibilidad en la ASF del 7 % fue de 68,55 % que fue intermedia de entre las tres asignaciones evaluadas y para la ASF de 9 % fue de 70,32 %, la cual, en comparación con el 5 % de ASF tuvo una diferencia de 6.1 % (**Figura 19**).



**Figura 19.** Porcentaje de digestibilidad del forraje por porcentaje de asignación.

– **Digestibilidad por fase de entrada y salida**

En la digestibilidad por cada tratamiento se observaron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) entre las fases de entrada y salida. En la fase de entrada se obtuvo el mayor porcentaje de digestibilidad la cual de 70,42 %. La digestibilidad en la fase de salida fue de 65,99 %, con una diferencia entre fases fue de 6.3 % (**Figura 20**). Lo cual tiene relación con el contenido de MS y edad de la planta, ya que a la entrada después de 24 días de rebrote y antes de que entren los animales a pastoreo hay más presencia de rebrotes y láminas foliares que a la salida de los animales en pastoreo cuando queda el material vegetativo remanente que son más tallos y material lignificado.

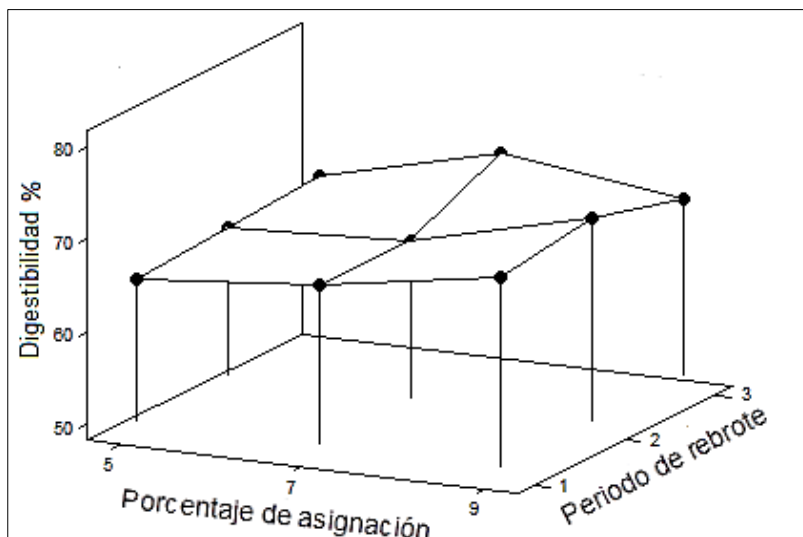


**Figura 20.** Porcentaje de digestibilidad por fase de entrada y salida.

– **Digestibilidad para la interacción periodo de rebrote por asignación de forraje**

Para la digestibilidad se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para la interacción PR x ASF. Para la digestibilidad en la ASF del 5 % se observa una línea de tendencia lineal donde la digestibilidad va incrementándose de la ASF del 5 a la del 7 % en el PR uno y tres, pero no así en el PR dos donde se aprecia una reducción ( $P > 0,05$ ) en la DINMS. Es importante observar que la

tendencia de la DINMS dentro de la ASF del 5 % fue similar ( $P > 0,05$ ) entre los PR, pero para las ASF del 7 % y 9 % se encontró diferencia ( $P > 0,05$ ) en magnitud y sentido entre los PR en el DINMS (**Figura 21**).



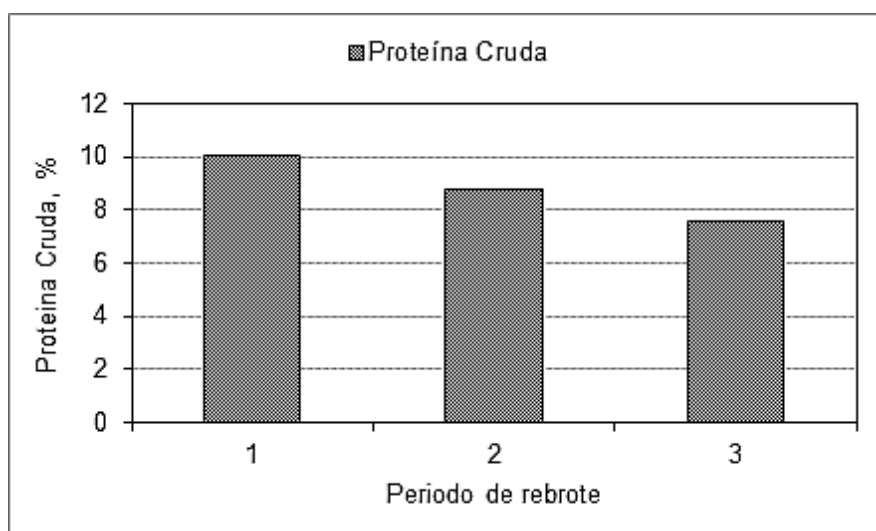
**Figura 21.** Porcentaje de digestibilidad por periodo de rebrote en interacción con asignación de forraje.

#### 4.4. Modelo 4

##### 4.4.1. Variable de calidad del forraje *B. decumbens* (Análisis Proximal)

##### – Proteína cruda (PC) para periodo de rebrote

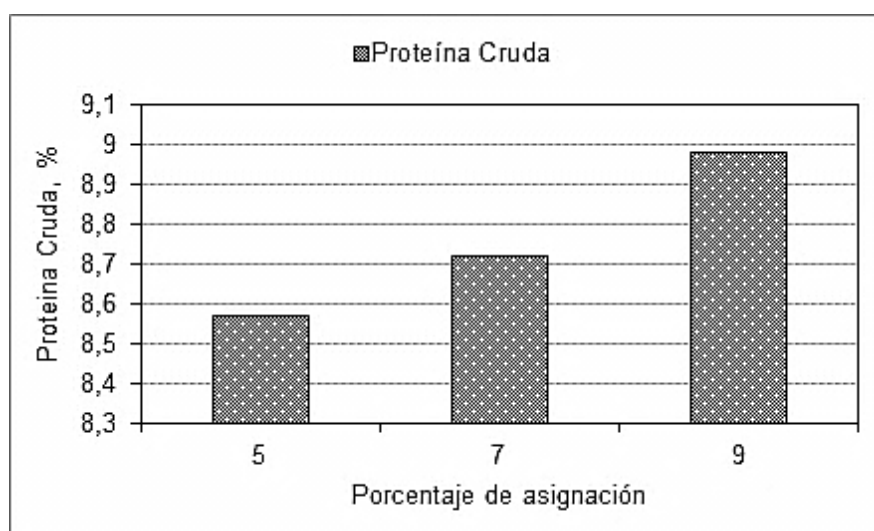
En el porcentaje PC del pasto se observaron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) entre los periodos de rebrote. En el primer PR se observó un mayor porcentaje de PC (10 %), en el segundo PR disminuyó el porcentaje de PC (8,7 %) y en el tercer PR el porcentaje de PC fue de 7,5 % (**Figura 22**).



**Figura 22.** Porcentaje de proteína cruda para periodo de rebrote.

– **Proteína cruda por porcentaje de asignación**

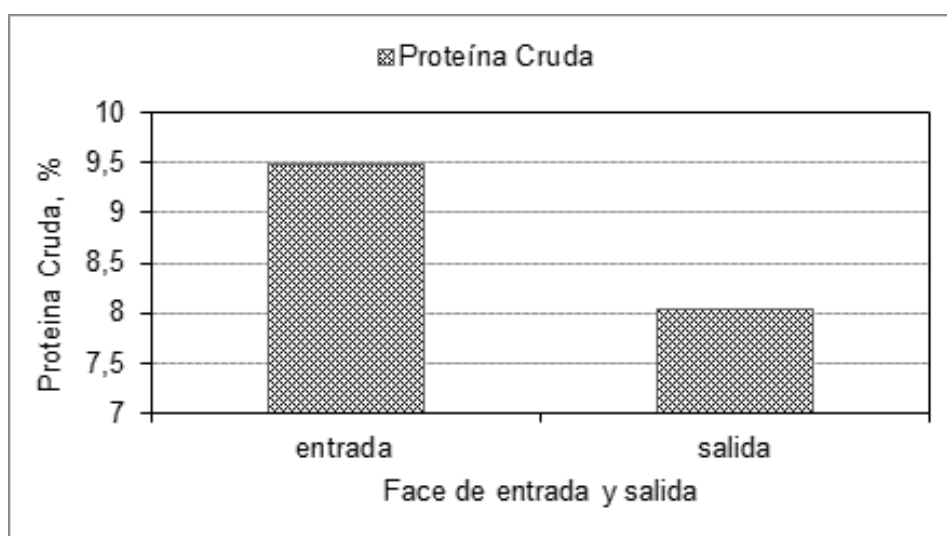
En el porcentaje PC se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los porcentajes de ASF 5 %, 7 % y 9 %. En la ASF del 5 % se obtuvo el menor porcentaje de PC (8,57 %), para la ASF del 7 % fue de 8,72 % y para la ASF de 9 % de 8,98 %, la cual obtuvo el mayor porcentaje de entre las dos ASF (**Figura 23**).



**Figura 23.** Porcentaje de proteína cruda por porcentaje de asignación.

– **Proteína cruda por fase de entrada y salida**

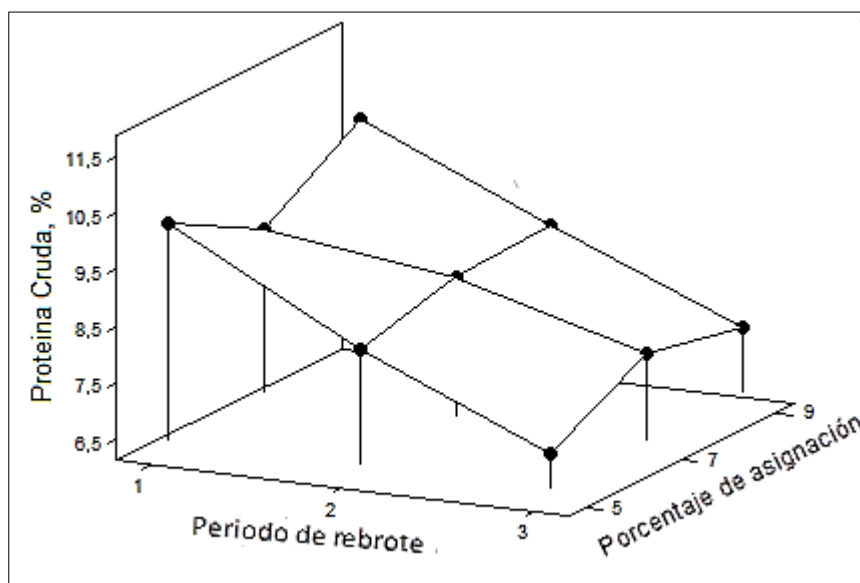
En el porcentaje PC por cada tratamiento se observaron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) entre las fases de entrada y salida. En la fase de entrada se obtuvo el mayor porcentaje PC la cual fue tuvo una determinación de 9,48 %. El porcentaje de PC en la fase de salida bajó considerablemente la cual fue de 8,03 %, observándose que entre las fases hubo un diferencia del 15.3 % de proteína cruda (**Figura 24**).



**Figura 24.** Porcentaje de Proteína cruda por fase de entrada y salida.

– **Interacción entre periodo de rebrote y porcentaje de asignación para porcentaje de proteína cruda (PC, %)**

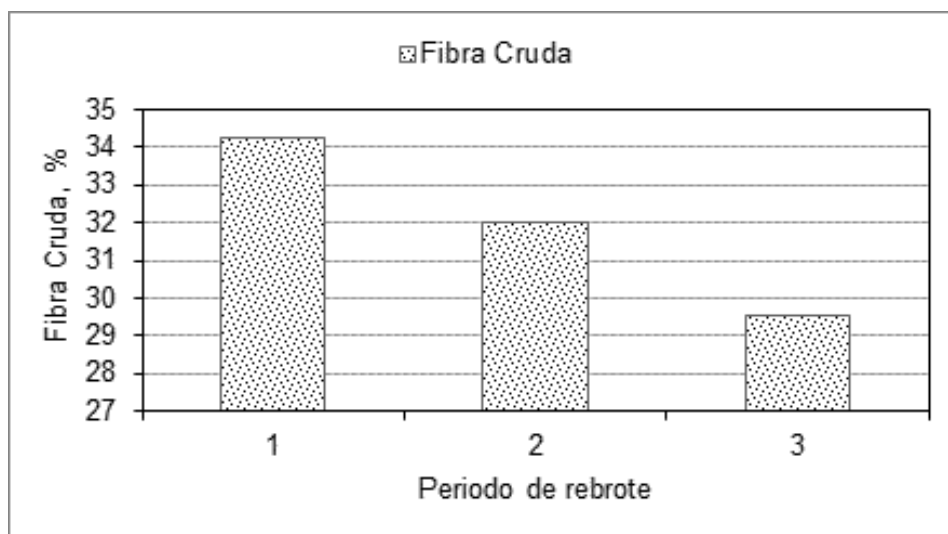
Para la PC, % se observó un efecto significativo para la interacción PR x ASF ( $P < 0,05$ ). En general se encontró una tendencia negativa entre los PR para cualquiera de las ASF, con una tendencia ascendente en el contenido de PC del ASF del 5 % al 7 % en los PR dos y tres. El máximo valor de PC se encontró en el primer PR para las ASF 5 % y 9 % (**Figura 25**).



**Figura 25.** Porcentaje de proteína cruda por periodo de rebrote en interacción con asignación de forraje.

– **Fibra cruda (FC) para periodo de rebrote**

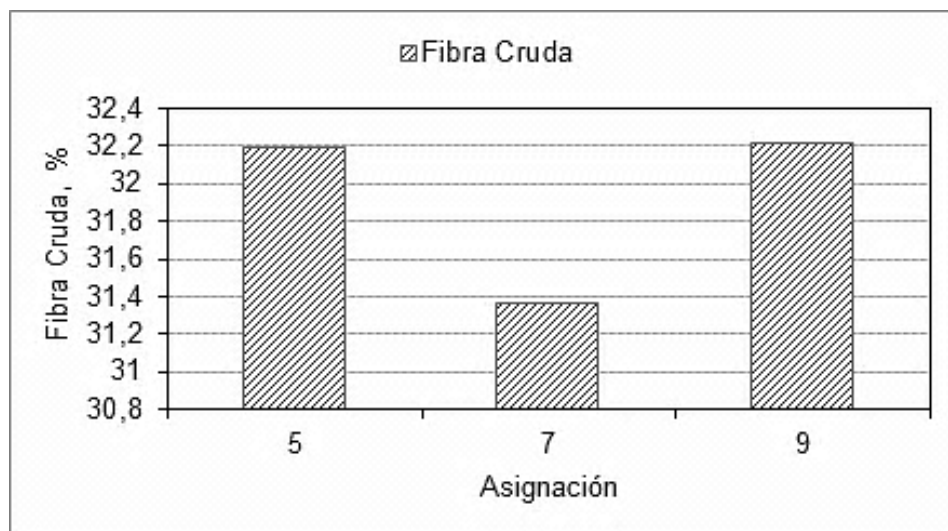
En el porcentaje FC del pasto se observaron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) entre los PR. En el primer PR se observó un mayor porcentaje de FC el cual fue de 34,25 %, en comparación con el porcentaje de FC del segundo PR que fue de 32 % y en el tercer PR donde el porcentaje de FC del pasto siguió disminuyendo a través del paso del tiempo (29,51 %) (**Figura 26**).



**Figura 26.** Porcentaje de fibra cruda para periodo de rebrote.

– **Fibra cruda por porcentaje de asignación**

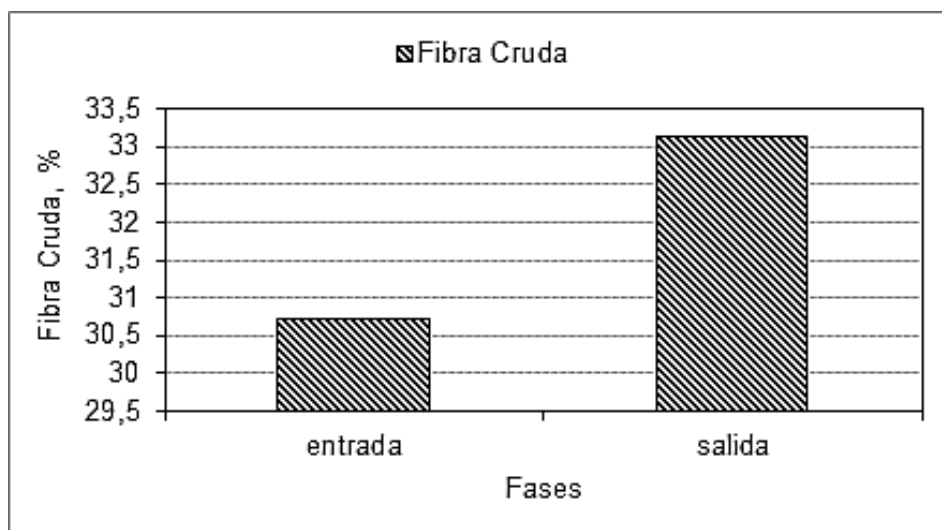
En el porcentaje FC se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los porcentajes de ASF 5 %, 7 % y 9 %. En la ASF del 5 % se obtuvo el porcentaje de FC de 32,19 %, en la comparación con el 7 % de ASF que fue de 31,36 % el cual fue menor de entre las tres asignaciones evaluadas y para la ASF de 9 % de FC de 32,29 % (**Figura 27**).



**Figura 27.** Porcentaje de fibra cruda por porcentaje de asignación.

– **Fibra cruda por fase de entrada y salida**

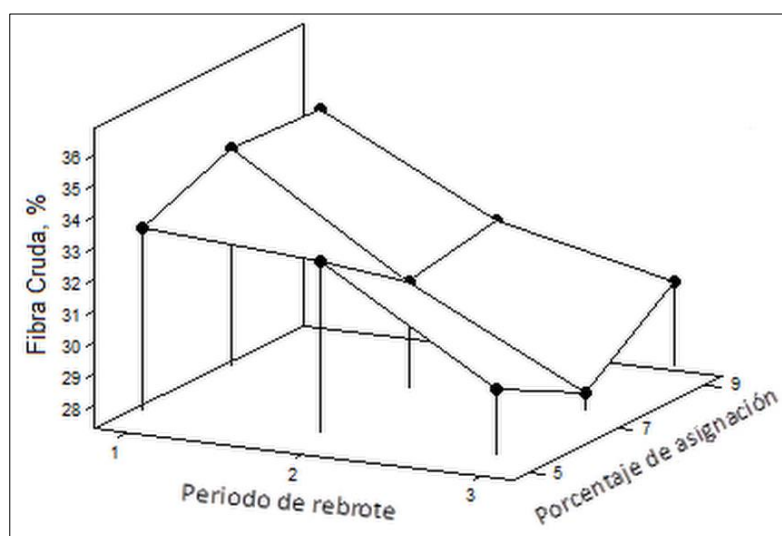
En el porcentaje FC por cada tratamiento se observaron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) entre las fases de entrada y salida. En la fase de entrada se obtuvo el menor porcentaje FC (30,71 %) y el porcentaje de FC en la fase de salida subió considerablemente (33,13 %) lo cual coincide con lo encontrado con el porcentaje de PC que es inversamente proporcional al contenido de fibra en los forrajes (**Figura 28**).



**Figura 28.** Porcentaje de fibra cruda por fase de entrada y salida.

– **Fibra cruda para la interacción periodo de rebrote por asignación de forraje**

Para la FC se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para la interacción PR x ASF. En la **Figura 21** se aprecia que la FC en la ASF del 7 % dentro del PR tres fue menor que las ASF del 5 % y 9 %, mientras que dentro del PR uno la FC del ASF 7 % superior al ASF del 5 % ( $P < 0,05$ ) pero igual que la ASF del 9 % ( $P > 0,05$ ).

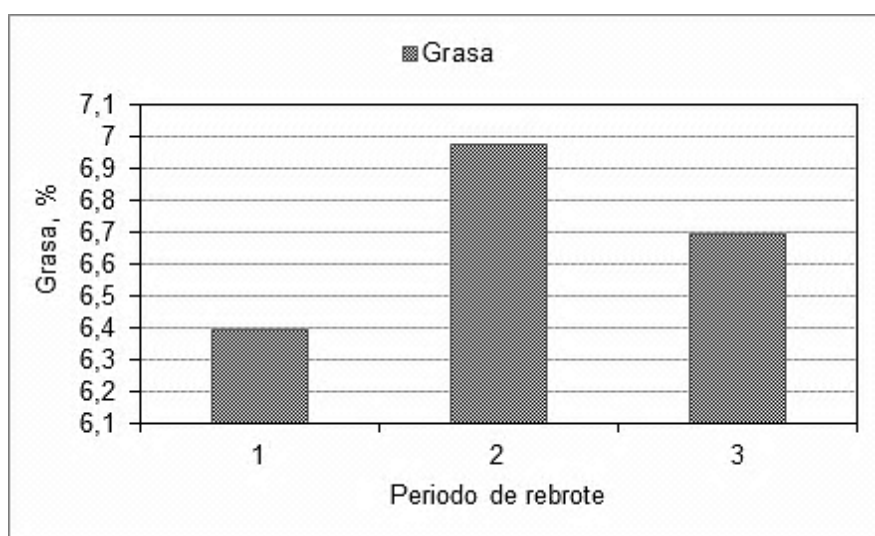




**Figura 29.** Porcentaje de fibra cruda por periodo de rebrote en interacción con asignación de forraje.

– **Grasa (G) para periodo de rebrote.**

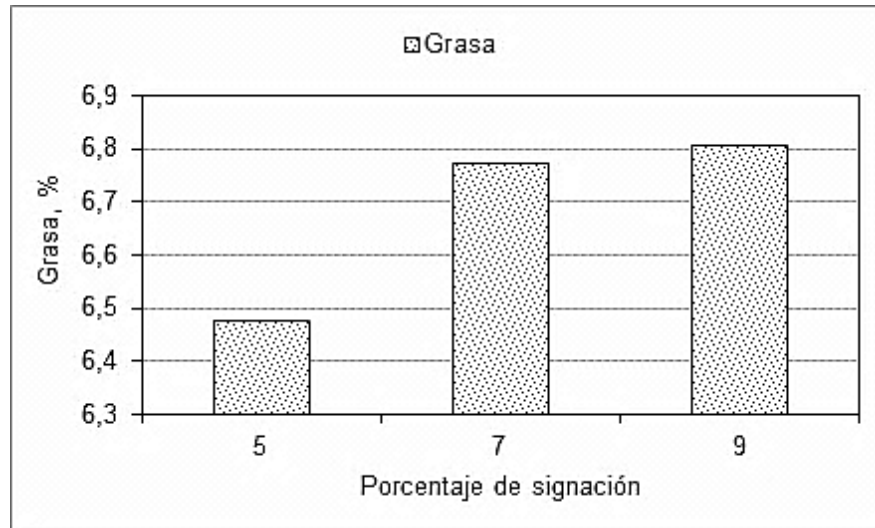
En el porcentaje de G del pasto se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los PR. En el primer PR se observó un menor porcentaje de G (6,39 %). En el segundo PR aumentó el porcentaje de G más que en los otros PR (6,96 %), y en el tercer PR el porcentaje de grasa del pasto disminuyó a través del paso del tiempo (6,68 %) (**Figura 30**).



**Cuadro 30.** Porcentaje de grasa para periodo de rebrote.

– **Grasa por porcentaje de asignación**

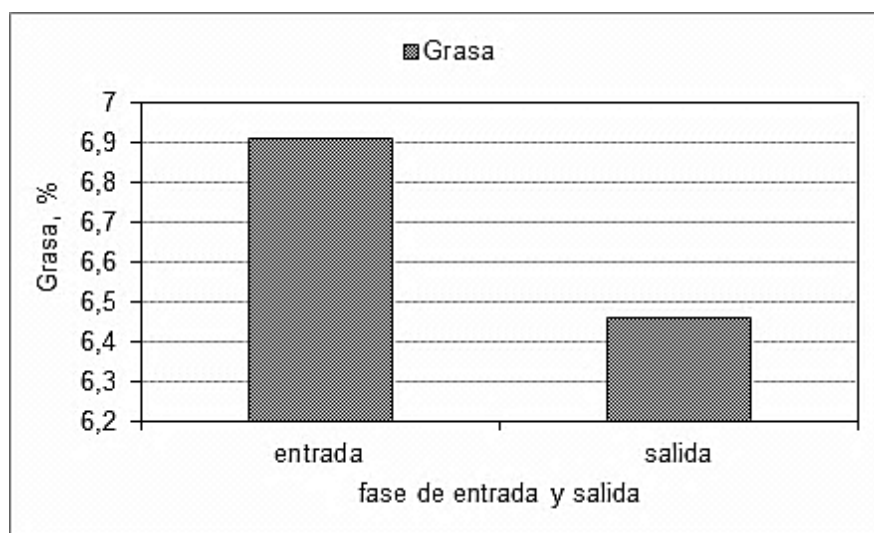
En el porcentaje de G se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los porcentajes de ASF 5 %, 7 % y 9 %. En la ASF del 5 % se obtuvo el porcentaje de grasa menor el cual correspondió en 6,47 %. El porcentaje de G en la ASF del 7 % fue de 6,76 % y para la ASF de 9 % se determinó un porcentaje de grasa de 6,80 %, la cual fue mayor ( $P > 0,05$ ) entre los otros tratamientos en especial para el tratamiento del 5 % (**Figura 31**).



**Figura 31.** Porcentaje de grasa por porcentaje de asignación

– **Grasa por fase de entrada y salida**

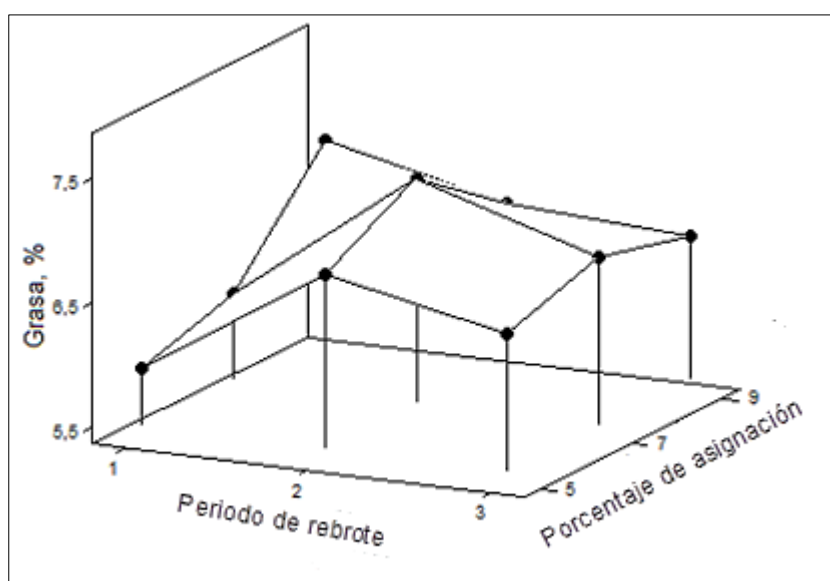
En el porcentaje G por cada tratamiento se observaron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) entre las fases de entrada y salida. En la fase de entrada se obtuvo el mayor porcentaje grasa (6,9 %). El porcentaje de G en la fase de salida fue considerablemente menor ( $P < 0,05$ ) la cual fue de 6,45 %. (**Figura 32**).



**Figura 32.** Porcentaje de grasa por fase de entrada y salida

– **Grasa para la interacción periodo de rebrote por asignación de forraje**

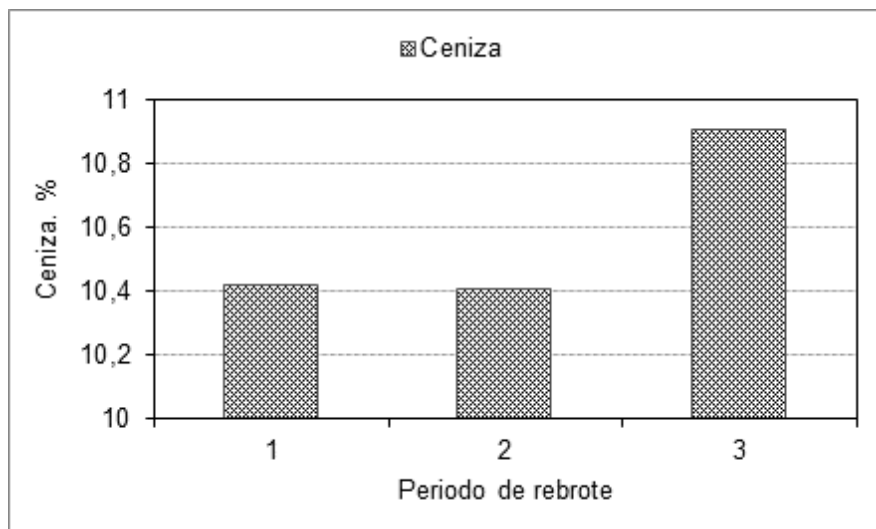
Para la G se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para la interacción PR x ASF. En la ASF del 5 % y 7 % se observa un comportamiento polinómico, dándose a notar más en la asignación del 7 %. En la ASF 9 % se aprecia una línea de tendencia exponencial entre los PR para los ASF del 5 % y 7 % encontrándose el mayor porcentaje de G en el PR dos con la ASF del 5 (**Figura 33**).



**Figura 33.** Porcentaje de grasa por periodo de rebrote en interacción con asignación de forraje

– **Ceniza (C) para periodo de rebrote**

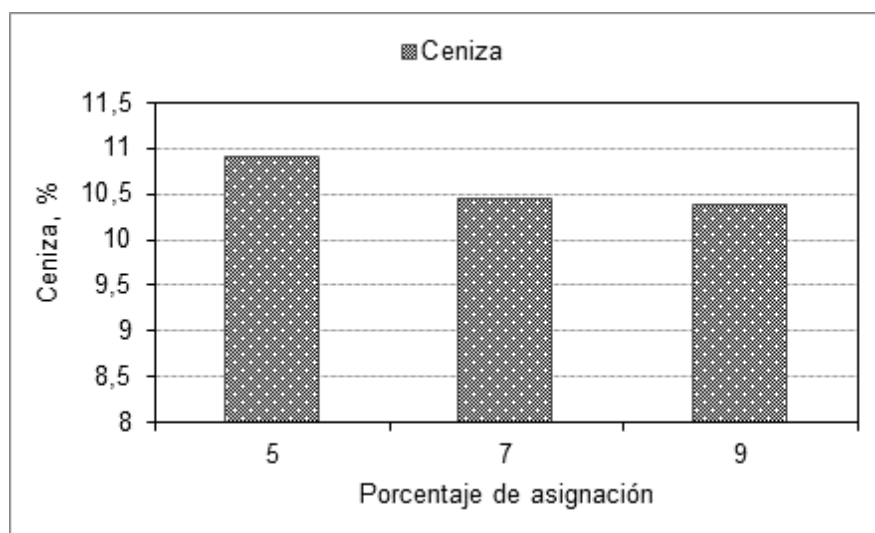
En el porcentaje de C del pasto se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los PR. En el primer PR se observó un porcentaje de C del 10,41 %, en el segundo PR fue similar ( $P > 0,05$ ) al del PR uno (10,40 %), pero en el tercer PR el porcentaje de ceniza del pasto se incrementó ( $P < 0,05$ ) a través del paso del tiempo (10,90 (**Figura 34**)).



**Figura 34.** Porcentaje de ceniza para periodo de rebrote.

– **Ceniza por porcentaje de asignación**

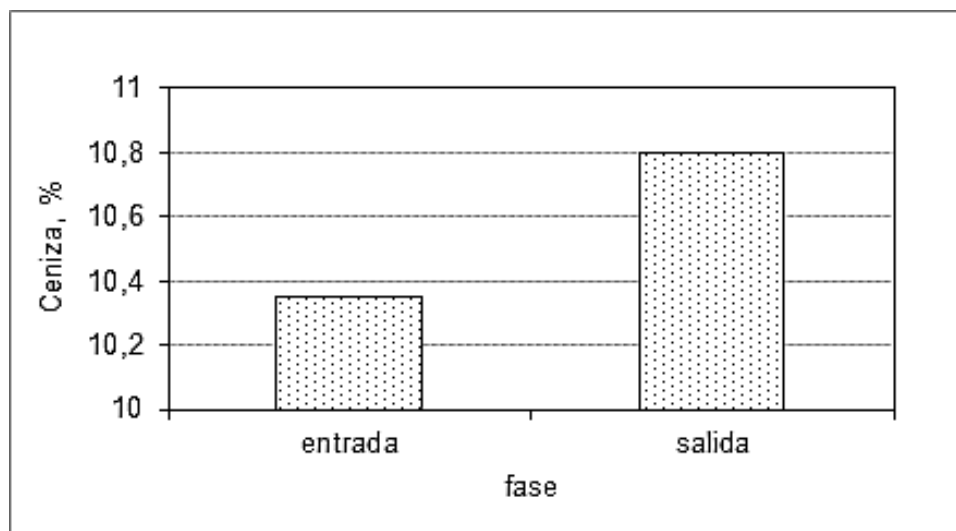
En el porcentaje de C se observaron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) entre los porcentajes de ASF 5 %, 7 % y 9 %. En la ASF del 5 % se obtuvo el mayor ( $P < 0,05$ ) porcentaje de ceniza (10,9 %), en comparación con ASF del 7% (10,4 %) y para la ASF de 9 % (10,38 %) la cual fue menor entre los otros tratamientos pero similar al ASF del 7 % ( $P > 0,05$ ) (Figura 35).



**Figura 35.** Porcentaje de ceniza por porcentaje de asignación.

– **Ceniza por fase de entrada y salida**

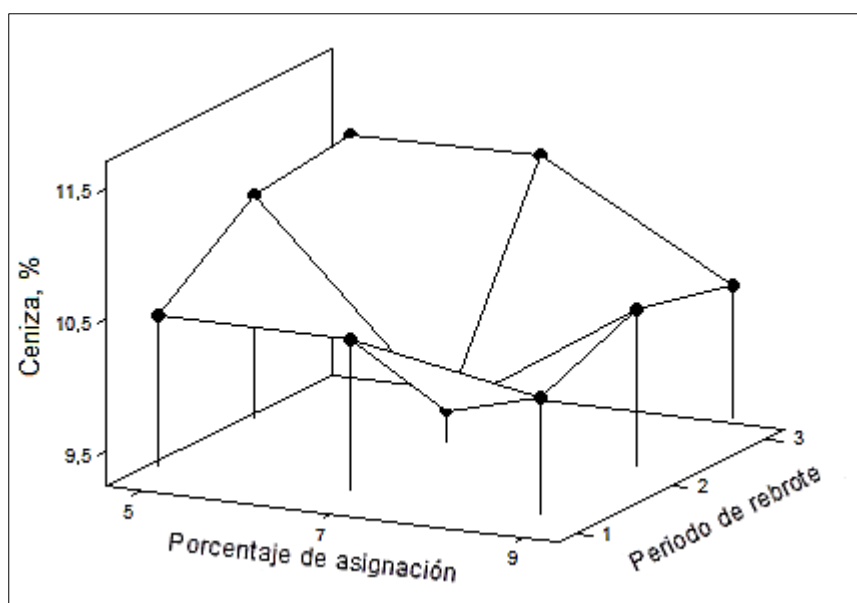
En el porcentaje de C se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre las fases de entrada y salida. En la fase de entrada se obtuvo el menor porcentaje de C (10,35 %), mientras que el porcentaje de C en la fase de salida fue mayor considerablemente ( $P < 0,05$ ) la cual fue de 10,79 % (**Figura 36**).



**Figura 36.** Porcentaje de ceniza por fase de entrada y salida.

– **Ceniza para la interacción periodo de rebrote por asignación de forraje**

Para el porcentaje de C se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los PR x ASF. En la **Figura 37** se aprecia que el porcentaje de C mayor se obtuvo dentro del PR tres para las ASF del 5 % y 7.



**Figura 37.** Porcentaje de ceniza por periodo de rebrote en interacción con asignación de forraje.

#### 4.5. Discusión

En primera instancia para hacer los análisis estadísticos y evitar de esta forma el efecto confundido entre el efecto hepatotóxico o a la esporidesmina, toxina presente en las esporas de *Pithomyces chartarum*, hongo que se ha reportado que crece en la *B. decumbens* (Cruz y López, 1991; Henao, 1985) y los porcentajes de asignación evaluados en el presente estudio se descartó a los animales que estaban enfermos con fotosensibilización.

De los porcentajes de asignación de forraje *B. decumbens* depende el comportamiento productivo de los ovinos Pelibuey, por ende la asignación de forraje (ASF) que se espera afecten la ganancia de peso, con diferencias consistentes entre los tratamientos (Romera *et al.*, 2000). Sin embargo, en el presente estudio no se observaron diferencias en las GPD, de igual forma que en un estudio llevado a cabo por Mena-Urbina (2007) en el trópico húmedo de Veracruz, México con praderas de forraje *Brachiaria brizantha* A. Richard Stapf, con el fin de evaluar el efecto de tres asignaciones de forraje (3, 5 y 7 kg de MS hojas  $(100 \text{ kg})^{-1} \text{ PV d}^{-1}$ ) en pastoreo rotacional con tres días de ocupación y 30

días para rebrote, se encontró que la asignación de 5 superó a las de 3 y 7, en todo el experimento para ganancia de peso diario ( $0,619 \text{ kg animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ). Concluyendo que el nivel de asignación de forraje no tuvo efecto significativo en la GDP en ninguno de los ciclos de evaluación. En forma similar en el estudio realizado por Benítez y Bernal (2009) en Texcoco, Edo. de México durante la época de lluvias y de seca con el fin de evaluar tres densidades de plantación del guaje *Leucaena* (5000, 3333 y 2500 plantas  $\text{ha}^{-1}$ ), con una asignación diaria de forraje no encontraron diferencias significativas en la ganancia de peso diaria de ovejas de la raza pelibuey.

Los GPD encontradas en la presente investigación fueron menores, pero con la misma tendencia a las reportadas por Hernández-Mendo (2000) en una investigación realizada en Montecillo, Edo. de México, en estación lluviosa con pasto Kikuyo, para estudiar los efectos de tres asignaciones de forraje (5, 8 y 11 %), con borregos Criollos de 5 kg de peso inicial, de 6 a 8 meses de edad, en dos periodos de pastoreo de 7 días de ocupación y 35 de descanso, el cual obtuvo GPD 0,088, 0,079, 0,087  $\text{kg día}^{-1}$  por cada asignación respectivamente.

Con respecto a lo anterior Romera (2000) en un experimento llevado a cabo en Argentina en la Reserva Nro. 7 de la EEA-INTA de Balcarce. Durante el período otoño – invernal y utilizando vaquillonas británicas, concluyó que al aplicar tres tratamientos de asignación de forraje: (3, 6 y 10 kg MS de MV por cada 100 kg de peso vivo  $\text{día}^{-1}$ ) se encontró que existe una relación positiva entre la GDP de vaquillonas y la ASF y una relación negativa entre esta y el aprovechamiento del forraje tal como se muestra en esta investigación donde se observó que en las ovejas que tenían mayor disponibilidad de forraje entre los PR hubo diferencias significativas pero con una disminución de peso lo cual fue debido posiblemente a la presencia de fotosensibilización en las ovejas y que afectó más al tratamiento de asignación del 9 %.

La fotosensibilización secundaria o hepatógena es un proceso que afecta a los rumiantes, caracterizado por la existencia de alteraciones hepáticas que impiden la excreción de filioeritrina, metabolito de la clorofila de actividad

fotodinámica, que al interactuar con los rayos ultravioletas provoca lesiones en las áreas expuestas a la luz (Jones *et al.*, 1997). Lo cual se debe al consumo de esporas del hongo (*Phitomyces chartayum*), microorganismo que crece en las hojas secas y material muerto de la *B. decumbens* que al ingresar al tubo digestivo libera la toxina esporidesmina de las esporas del hongo causando pérdida de peso y los síntomas clásicos de la enfermedad antes expuestos (Henaó, 1985). Lo anterior se confirmó en el presente estudio en el ASF de 5 % donde las ovejas consumieron casi todo el forraje ofrecido y no hubo acumulación de forraje residual y material muerto encontrándose la menor incidencia de fotosensibilización.

Para la variable materia seca disponible (MSD) después de un ciclo de pastoreo de 24 días de rebrote en la presente investigación se encontró que en promedio para los dos PR fue de 1,2603 t ha<sup>-1</sup>. En comparación con el estudio de Jiménez, Quero, Pérez, Martínez, Hernández, Tovar, *et al.*, (2013) en pasto *Brachiaria decumbens* Stapf., asociado con Clitoria en trópico seco en época de lluvias. Con asignaciones de forraje de: 2.5, 4.0, 5.5 y 7.0 kg de MS por 100 kg<sup>-1</sup> PV día<sup>-1</sup>. Utilizando becerros en pastoreo rotacional con 3 días de ocupación y 42 de descanso, tuvieron un promedio de MSD por pastoreo de 2865, 4204 y 4552 kg MS ha<sup>-1</sup>. Es importante mencionar que aun cuando la cantidad materia seca t ha<sup>-1</sup> es menor por la razón que en esta investigación los periodos de rebrote fueron de 24 días y no de 42 días como lo menciona el autor anterior, la tendencia de MSD entre porcentajes de ASF fue similar a lo encontrado en el presente estudio.

En la digestibilidad en el presente estudio se observaron diferencias significativas entre los PR de 24 días y se determinó que en el primer, segundo y para el tercer PR obtuvo mayor porcentaje de digestibilidad 67,56 %; 68,09 % y 69,09 % respectivamente. Con un estimado un promedio de digestibilidad de 68,24 %, lo cual concuerda con Trujillo, *et al.* (1986) quienes en un estudio llevado a cabo en Antioquia Colombia, dentro del ecosistema de bosque húmedo tropical con edades de corte de 30, 45, 60, y 75 días concluyeron que el porcentaje de digestibilidad del pasto *B. decumbens* va disminuyendo



conforme la edad y frecuencia de corte por la acumulación de carbohidratos no estructurales y lignina en el forraje. A este respecto Rincon, *et al.* (2008) en una investigación realizada en Colombia, en época lluviosa, bajo tres frecuencias de defoliación (14, 28 y 42 días) concluyeron que el porcentaje de digestibilidad del pasto *B. decumbens* a los 14 días fue de 71,2 %, a los 28 días de 72,7 % y a los 42 días de 69,6 % tendencias similares a las encontradas en la presente investigación. La digestibilidad fue menor en la ASF del 5 % la cual correspondió a 65,99 % y mayor en las ASF del 7 %, 9 %, la digestibilidad no influyo en la GPD de las ovejas Pelibuey, Hernández y mendo (2000) concluyen que en el porcentaje de digestibilidad *in situ* superior a 50 % hay ganancias satisfactorias de peso de los borregos en pastoreo.

La calidad nutritiva de los pastos disminuye con la edad de la planta, como lo reporta Rincón *et al.* (2008) para la *B. decumbens*, quienes reportaron porcentajes de PC a los 14 días de 12,9 %, a los 28 días de 11,2 % y a los 42 días de 9,8 %. Tomando en cuenta el estudio anterior en la presente investigación se encontró que conforme va transcurriendo el tiempo la PC va disminuyendo debido a que los pastos tropicales en estado joven se caracterizan por tener mejor calidad en términos de proteína cruda y a mayor edad decrece debido a la lignificación y envejecimiento.

Entre las fases de entrada y salida de los animales al pastoreo la PC fue mayor antes de la entrada de los animales y después de 24 días de crecimiento, lo cual es debido a que en la salida de los animales estos consumieron el material tierno y las láminas foliares dejando el material lignificado, lo cual se confirma con los porcentajes obtenidos de FC los cuales fueron inversamente proporcionales con los porcentajes de PC observados. Estos resultados son semejantes a los encontrados por Baldelomar, *et al.* (2004) quienes para *B. decumbens* a los 40 y 80 días de rebrote, encontraron los mayores valores de FC y menores de PC en las plantas de mayor edad. De igual forma se encontró para los porcentajes de grasa donde se encontró que en la entrada los porcentajes de grasa fueron 6,5 % mayores que en la salida del pastoreo. Se considera que lo anterior es porque el forraje tuvo mayor desarrollo en la

entrada, pero en la salida del pastoreo se reducen el pasto por la defoliación lo que hace que se reduzca el índice de área foliar con efectos simultáneos en el nivel de carbohidratos, desarrollo de macollos, hojas y raíces (Baldelomar, Rojas, Cortéz, 2004)

## CAPITULO V

### 5. Conclusiones y recomendaciones

#### 5.1. Conclusiones

Se determinó que la cantidad de materia seca de forraje disponible en un pastoreo rotacional de 24 días con diferentes porcentajes de asignación de forraje *Brachiaria decumbens* en pastoreo rotacional fue de 1,26 t ha<sup>-1</sup> en el trópico húmedo de Ecuador

Se concluyó que el porcentaje de asignación del 5 % tuvo mayor GPD la cual fue numéricamente significativa y dejaba menor material muerto y acumulación de hojas secas en la pradera por lo que la incidencia de fotosensibilización en las ovejas fue menor.

Se determinó que el porcentaje de digestibilidad fue de 68,24 % y el valor nutritivo del forraje *Brachiaria decumbens* disponible se determinó un 8,7 % de proteína cruda, un 31,92 % de fibra cruda, un 6,67 % de grasa y un 10,57 % de ceniza en un pastoreo rotacional de 24 días con diferentes porcentajes de asignación en el trópico húmedo de Ecuador.

#### 5.2. Recomendaciones

Se espera que haya una mejora ya que es importante este tipo de estudios en el trópico húmedo del Ecuador, por lo que recomiendo que se evalúe este experimento en otro tipo de pasto o en otro género del pasto *Brachiaria* ya que con los resultados se pueden desarrollar planes de manejo en las granjas para el establecimiento de las ganaderías de ovinos de pelo.

Se indica que el estudio se la realizo en época de invierno, y por ende es necesario que se realice este estudio en la época seca para así hacer las

respectivas comparaciones y conocer cuál debe ser el manejo de las ovejas Pelibuey en las dos épocas del año, en el trópico húmedo del Ecuador.

Es sumamente importante que se identifique las asignaciones de forraje pero con menores porcentajes, para determinar estadísticamente cual es el porcentaje de asignación en pastoreo rotacional y establecer un programa de manejo, mantenimiento y ganancia de peso de las ovejas Pelibuey ya que en la presente investigación se tuvo problemas esporas del hongo *Phitomyces chartayum*, provocado fotosensibilización en las ovejas en el pasto *B. decumbens*.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bajsa, N. (2008). Efecto del pastoreo bovino sobre la comunidad bacteriana en un suelo de pradera natural. Tesis para obtener el título de Maestría en Ciencias Ambientales en la Facultad de Ciencias, Universidad de la República Montevideo. pp. 77.
- Baldelomar, Z. E., Rojas, C.A., y Cortéz, M. (2004). Producción y análisis bromatológico de tres gramíneas tropicales (*b. decumbens*, *panicum maximum*, *cv tanzania* y *cv gatton*). Tesis de Grado para obtener el Título de Veterinario Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. pp. 80.
- Barnhart, (1999). How Pasture Plants Grow. Iowa State University, University Extension, document pm 1971. *USDA Natural Resources Conservation Service*. U.S. Department of Agriculture (USDA). pp. 1- 4. <http://www.extension.iastate.edu/publications/pm1791.pdf>
- Benítez, B. Y., y Bernal, H. A. (2009). Producción de forraje de guaje (*leucaena spp.*) asociado con zacate *brachiaria brizantha var.* Libertad para ovejas en pastoreo. Tesis parcial para obtener el título de Ingeniero Forestal en la división de Ciencias Forestales en la Universidad Autónoma Chapingo. pp. 107.
- Buñay, A. J. K. (2010). Validación del método de cenizas ácido insolubles para determinar la digestibilidad en alimento balanceado frente al método de recolección total. Tesis para la obtención del título de Bioquímico Farmacéutico. Facultad de Ciencias Escuela de Bioquímica y Farmacia de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. pp. 139.
- Buono, F. (2005). Sistema de pastoreo ovino-bovino en mallines. Estación Experimental Agropecuaria Chubut del INTA. 21. 41 - 45. <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210919.pdf>

- Cabrera, V. C. A. (2008). Evaluación de tres sistemas de alimentación (balanceado y pastos), con ovinos tropicales cruzados (dorper x pelibuey) para la fase de crecimiento y acabado en el cantón Balzar. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Agropecuario. Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción de la Escuela Superior Politécnica Del Litoral. pp.125.
- Carulla, J. E., Cárdenas, E., Sánchez, N., y Riveros, C. (2004). Valor nutricional de los forrajes más usados en los sistemas de producción lechera especializada de la zona Andina Colombiana. Universidad Nacional de Colombia. pp.16. <http://www.virtual.unal.edu.co/unvPortal/index.do>
- Coca, P. M. R. (2012). Sistemas de engorde de toretes mestizos en el trópico húmedo. Tesis para la obtención del título de ingeniero zootecnista. Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. pp. 48.
- Contreras, A. F. (2006). Comportamiento de la *Brachiaria decumbens* en pastoreo en la época lluviosa, en el área Integrada del Departamento de Santa Cruz. Tesis para obtener título de Médico Veterinario Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia en la Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno. pp. 38.
- Crespo, R. J., Castaño, J. A., y Capurro, J. A. (2007). Secado de forraje con el horno microondas: Efecto sobre el análisis de calidad. Agricultura Técnica 67(2); 210-218.
- Cruz, S. F., y López F. R. (1991). Estudio de caracteres productivos y reproductivos del ovino pelibuey. Folia Amazónica. Instituto de investigaciones de la Amazonia Peruana. 2 (3), 149-159.
- Cuadrado, C. H., Torregroza S. L., Garcés, J., (2005). Producción de carne con machos de ceba en pastoreo de pasto *híbrido mulato* y *Brachiaria*

*decumbens* en el valle del sinú. Revista MVZ Córdoba. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Córdoba, Montería, Colombia. pp. 580.

- DAD-IS (2013). Sistema de Información sobre la Diversidad de los Animales Domésticos hospedado en la FAO. Razas, Razas por especie y por país, Ecuador, Razas remitidas al Ecuador, Pelibuey/Ecuador. [http://dad.fao.org/cgi-bin/EfabisWeb.cgi?sid=ed1ac84bf83ec0b85c186e7998a2e587,reportsreport8a\\_589](http://dad.fao.org/cgi-bin/EfabisWeb.cgi?sid=ed1ac84bf83ec0b85c186e7998a2e587,reportsreport8a_589)
- Dulau, D. (2007). Estimación del consumo de bovinos en pastoreo. Comparación de distintos métodos. Tesis Facultad agronomía de la Universidad Nacional de La Plata. pp. 9.
- Ensminger, M. E., y Olentine, C. G. (1983). Alimentos y nutrición de los animales. Editorial El Ateneo. Buenos Aires Argentina. Traducción por Mario Marino. pp. 682.
- FAO (2009). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. pp. 200. <https://www.fao.org.br/download/>
- Faría, M. J. (2006). Manejo de pastos y forrajes en la ganadería de doble propósito. X Congreso Venezolano de Zootecnia, X Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. LUZ-FCV, Maracaibo del 20 al 22 de abril del 2006. X *Seminario de Pastos y Forrajes*. 1-16  
[http://www.avpa.ula.ve/congresos/seminario\\_pasto\\_X/Conferencias.html](http://www.avpa.ula.ve/congresos/seminario_pasto_X/Conferencias.html)
- Fonseca, F. N. (2003). Contribución al estudio de la alimentación del ovino Pelibuey cubano. Tesis en opción al grado de doctor en Ciencias

Veterinarias. Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov” de la Universidad de Granma Instituto de Ciencia Animal. pp. 161.

Giraldo, L. D. (2008). Comparación financiera del pastoreo rotacional intensivo vs. el pastoreo continuo para novillos de engorde en el departamento de Córdoba en la costa norte colombiana. Tesis de Grado para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria de la Universidad Zamorano. pp. 33.

Gutiérrez, E. O., y Díaz, H. S. (2008). Estime cuantas unidades animal mes (UAM) tiene en su rancho para determinar la adecuada capacidad de carga. Revista Unión Ganadera Regional de Nuevo León. Facultad de Agronomía UANL de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. pp. 3.

Henao, F. J. (1985). Fotosensibilización en bovinos asociado al consumo de *Brachiaria decumbens* Stapf. Rev Vet. & Zoot. 3 (2), 83-87.

Hernández, G. M. (2002). Desarrollo de un modelo conceptual para la simulación dinámica, mecanística del consumo de bovinos pastoreando en el trópico. Tesis para obtener grado de Maestro en Producción Animal Tropical. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Unidad de Posgrado e Investigación de la Universidad Autónoma De Yucatán. pp. 294.

Hernández-Mendo O., Pérez-Pérez J., Martínez-Hernández P., Herrera-Haro J., Mendoza-Martínez G., y Hernández-Garay A. (2000). Pastoreo de kikuyo (*pennisetum clandestinum hochts.*) por borregos en crecimiento a diferentes asignaciones de forraje. Agrocienza 34 (2), 1-8



- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos 2012). Portal de estadísticas Ecuador en cifras. Censo nacional agropecuario. Encuesta de superficie y producción agropecuaria continúa ESPAC. Visualización de estadísticas agropecuaria del Ecuador ESPAC. 2012, Ganado ovino, numero cabezas edad, resumen general.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos 2012). Portal de estadísticas Ecuador en cifras. Censo nacional agropecuario. Encuesta de superficie y producción agropecuaria continúa ESPAC. Visualización de estadísticas agropecuaria del Ecuador ESPAC. 2012, características del suelo. Categoría de usos del suelo. Provincial. Sto Dgo de los Tsachilas.pastos cultivados, pastos naturales.
- Jiménez, G. R., Quero, C. A. R., Pérez, P. J., Martínez, H. P. A., Hernández, G. A., Tovar, *et al.* (2013). Composición de la biomasa en una asociación de pasto señal con clitoria pastoreada a diferentes asignaciones de forraje. *Re Mex Cienc Pecu.* 4 (2), 185-199.
- Jones, T.C.; Hunt, R.D. and King, N.W. (1997). Mineral deposits and pigments. En: *Veterinary Pathology*, Ed. Williams and Wilkins. Baltimore (EE.UU.). 74-77.
- Kloster, A. M., Latimori, N. J. y Amigone, M. A. (2003). Efecto del sistema de pastoreo y de la carga animal sobre la productividad de carne en una pastura base alfalfa. Área de Producción Animal. E.E.A INTA. pp. 9.
- Lares, A. I., Florez M. A. (1990). Estimación de la carga optima ovina en un pastizal altoandino bajo pastoreo rotativo. *Ing. Zootecnista*. Docente departamento Producción Animal. Ing. M.Sc. PhD. Profesor visitante departamento Fitotecnia. De la Universidad Nacional Agraria La Molina. pp. 75.

- Lezama, F. (2007). Herbivoría por ganado doméstico en pastizales naturales del Uruguay: análisis de componentes del pastoreo a escala de parche y controles de la dieta de ovinos a escala regional. Grupo de Investigación en Ecología de Pastizales Naturales. pp. 18.
- Manzano, C. M. G. F., (1997). Amarillo Procesos de Desertificación Asociados a Sobrepastoreo por Caprinos en el Matorral Espinoso de Linares, Nuevo León. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias Forestales. Facultad de Ciencias Forestales Subdirección de Postgrado de la Universidad Autónoma de Nuevo León. pp. 88.
- Martínez, V. J. (2005). Estudio de desertificación por pastoreo mediante un modelo de simulación dinámica. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid. pp. 166.
- Mena-Urbina, M. A., Hernández-Garay, A., Enríquez-Quiroz, J. F., Pérez-Pérez, J., Zaragoza-Ramírez, J. L., Velasco-Zebadua, M. E., y Avellaneda-Cevallos J. (2007). Efecto de asignaciones de forraje, en pastoreo, sobre pasto insurgente y producción de vaquillas en el trópico húmedo. *Agrociencia*. Vol 41(1), 1-12.
- Mendoza, F. A. A. (2008). Utilización de Ovinos de Pelo (*Ovis aries* L.) para el Corte y Mantenimiento de Áreas Verdes del Trópico Húmedo. Proyecto de Graduación para obtener el título de Ingeniero Agrónomo en la Universidad EARTH. pp.64.
- Miranda, Z. H. A. (2007). Adaptación y productividad de seis gramíneas forrajeras en Puerto Díaz, Chontales, Nicaragua, Tesis para obtener el grado de Ing. Agronómico generalista. Facultad de Agronomía en la Universidad Nacional Agraria. pp. 34.

- Murillo, F. J. C. (1999). Respuesta de una pradera de estrella (*Cynodon nlemfuensis*), bermuda (*Cynodon Dactylon*) y guinea (*Panicum máximum*) a un pastoreo intensivo tecnificado móvil con bovinos de engorda. Tesis para obtener el título de Maestro en Ciencias Pecuarias. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia en la Universidad de Colima. pp. 111.
- Navajas, M. V. M. (2011). Efecto de la fertilización sobre la producción de biomasa y la absorción de nutrientes en *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria híbrido Mulato*. Tesis para obtener el título de Magister en Ciencias Agrarias. Facultad Agronomía, Escuela de Posgrados de la Universidad Nacional de Colombia. pp.57.
- Navarrete, Q. S. (2010). Evaluación y mejoramiento de los sistemas de producción en pequeños rumiantes (*Capra hircus* y *Ovis aries*) en 3 municipios del estado de Michoacán. Tesis de Grado para obtener el Título Médico Veterinario Zootecnista. Facultad De Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. pp. 45.
- Navarro, C., Díaz, J., Roa, M., y Cuellar. E. (2011). Comparación de la técnica de digestibilidad In vitro con la In situ de diez forrajes en bovinos rumino-fistulados en el piedemonte llanero del Meta. Rev. Sistema. Producción Agroecológico. 2(2). pp. 2-24.
- Nutrient Requirements of Sheep. (1985). Nutrient Requirements of Sheep. National Academies Press, Open Book. Sixth Revised Edition, Tables. pp 47. [http://www.nap.edu/openbook.php?record\\_id=614&page=47](http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=614&page=47)
- Ortíz, H. A.0 (1995). Producción de ovinos en sistemas de pastoreo intensivo. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad UNAM. pp. 10

- Oscanoa, L. L., Flores, E. R. (1991). Composición de la dieta e ingestión de forraje en ovinos bajo pastoreo continuo y rotativo en pastizales de la sierra central. *Anales Científicos XXX*. pp.199 – 206.
- Peralta, N. J. A. (2009). Caracterización Morfológica y agronómica de once híbridos de *Brachiaria spp.* Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, México. pp 78.
- Pérez, R. A. B., Rincón, A. C., Bueno, G. G., Pardo, O. B., y Cuesta, P. A. M. (2002). Tecnologías para el establecimiento de praderas en el Piedemonte y la altillanura de los llanos orientales. pp 5-20.
- Ray, R. J. V. (2000). Sistema de pastoreo racional para la producción de leche con bajos insumos en suelo Vertisol. Tesis para obtener el grado de científico de doctor en ciencias veterinarias. Instituto De Ciencia Animal de la Universidad Agraria de la Habana Fructuoso Rodríguez Pérez. pp. 130.
- Reina, D. C., Pachón, H. A., y Sánchez, V. (2012). Implementación del sistema de pastoreo racional Voisin en la finca La Gloria del municipio de Puerto López (Meta). Grupo de investigación de agroforestería. *Revista Sistema Producción Agroecológicos*. pp. 146-169.
- Rincón, A. C. (2011). Efecto de alturas de corte sobre la producción de forraje de *Brachiaria sp.* En el piedemonte Llanero de Colombia. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. Centro de Investigación La Libertad, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Corpoica. pp. 112.
- Rincon, C. A., Ligarreto, M. G. A., Garay. E. (2008). Producción de forraje en los pastos *Brachiaria decumbens* cv. Amargo y *brachiaria brizantha* cv. toledo, sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación

en condiciones del piedemonte llanero colombiano. Revista de la Facultad Nacional de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia. pp. 4346.

Roche, R., Machado, R., y Alonso, F. (1995). Evaluación inicial de *Brachiarias* Spp. *Pastos y Forrajes*, Vol. 18 (1), 11-20.

Rodríguez, I., (2011). Estrategias de alimentación para bovinos en el trópico. [saber.ula.ve](http://saber.ula.ve). Universidad de Los Andes. Mundo Pecuario VII, vol 7(3), 167-170.

Rojas, A. F. P., Peducassé, C. A., y Aguirre, L. (2010). Digestibilidad in vitro en *brachiaria*, *decumbens*, *humidicola* y *mutica* en época seca. Tesis de para obtener el título de Veterinario Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad U.A.G.R.M. pp. 62.

Romera, A. J., Gartía, G., Marino, M. A. y Agnusdei, M. (2000). Efecto de la asignación forrajera sobre la ganancia de peso de vaquillonas de recría y la utilización del forraje en pasturas dominada por agropiro, durante otoño – invierno. Artículo presentado en la XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal. pp. 5.

Serrano, V. B. E. (2011). Evaluación del comportamiento reproductivo de ovinos de pelo bajo un manejo silvopastoril de la finca San Julián. Tesis para obtener el grado de Médica Veterinaria. Escuela de medicina veterinaria de la Universidad de San Carlos de Guatemala facultad de medicina veterinaria y zootecnia. pp. 41.

Shimada, M. A. (Ed. 1). (2003). Nutrición animal. México. Editorial Trillas pp. 240-245

- Silva, A. N. J. (2006). Ganancia de peso y características de la canal en ovinos de pelo. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. Facultad de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chihuahua. pp. 76.
- Teuber, K. N. (2009). Praderas permanentes en zonas lecheras de Chile curvas de crecimiento, distribución y producción. Proyecto del consorcio lechero S. A. Respaldo de la Fundación de la Innovación Agraria. Del Ministerio de Agricultura. pp. 62.
- Torres, G, Arbaiza T, Carcelen F y Lucas F. (2009). Comparación de las técnicas in situ, in vitro y enzimática (Celulasa) para estimar la digestibilidad de forrajes en ovinos. Rev Inv Vet Perú. 20(1). pp. 5-9.
- Trujillo G. M. Posada J. G y Sierra O. (1986). Efecto de la edad de rebrote en la calidad nutritiva de *Brachiaria decumbens*. Pasturas tropicales 8(2), 1-3
- UNNE (2011). Producción de pequeños rumiantes y cerdos. Facultad de Ciencias Veterinaria. Apunte Ovinos 3ra Parte. Apunte ovinos – Manejo Nutricional Ovino. pp. 154-167.
- <http://ppryc.files.wordpress.com/2011/06/ap-ov-2-manejo-nutricional1.pdf>
- UNO (2013). Organismo de la unidad nacional de ovinocultores. Razas ovinas. Razas de pelo. Pelibuey.
- . [http://www.uno.org.mx/razas\\_ovinas/pellybuey.html](http://www.uno.org.mx/razas_ovinas/pellybuey.html)

## Anexo 1

### Modelo 1. (Ganancia de peso y peso vivo)

**Cuadro A1.1** Análisis de varianza para ganancia de peso de ovejas Pelibuey.

Factor	Tipo	Niveles	Valores		
PR	Fijo	4	1	2	3 4
Fechas(PR)	Fijo	12	1	2	3
AS	Fijo	3	5	7	9

F de V	GL	SC	CM	F	P
PR	3	0,014	0,005	2,93	0,056
Fechas(PR)	8	0,066	0,008	5,37	0,001
AS	2	0,001	0,000	0,29	0,754
Error	22	0,034	0,002		
Total	35	0,114			

F de v = Fuentes de Variación; GL = Grados de Libertad; SC = Sumas de Cuadrados; CM = Cuadrados Medios; PR = Periodos de Rebrote; AS = Porcentaje de Asignación

**Cuadro A1.2** Medias para ganancia de peso por periodo de rebrote

PR	N	Media	DE
1	9	0,087 <sup>a</sup>	0,043
2	9	0,072 <sup>ac</sup>	0,036
3	9	0,084 <sup>ace</sup>	0,035
4	9	0,038 <sup>bdf</sup>	0,091

PR= Periodo de rebrote; DE = Desviación estándar

**Cuadro A1.3** Prueba de Tukey para periodo de rebrote en la variable ganancia de peso.

Diferencia	Valor Absoluto	Tukey 0,05	Tukey 0,01	Decisión
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	0,015	0,034	0,043	NS (P> 0,05)
$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	0,003	0,034	0,043	NS (P> 0,05)
$\bar{X}_1 - \bar{X}_4$	0,049	0,034	0,043	** (P< 0,01)
$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$	0,012	0,034	0,043	NS (P> 0,05)
$\bar{X}_2 - \bar{X}_4$	0,034	0,034	0,043	* (P< 0,05)
$\bar{X}_3 - \bar{X}_4$	0,046	0,034	0,043	** (P< 0,01)

$\bar{X}_1 = \text{PR } 1$  ;  $\bar{X}_2 = \text{PR } 2$  ;  $\bar{X}_3 = \text{PR } 3$  ;  $\bar{X}_4 = \text{PR } 4$

**Cuadro A1.4** Medias para ganancia de peso por fecha dentro de periodo de rebrote

PR	Fecha	N	Media	DE
1	1	3	0,109	0,038
	2	3	0,063	0,057
	3	3	0,089	0,034
2	1	3	0,056	0,024
	2	3	0,079	0,030
	3	3	0,083	0,055
3	1	3	0,081	0,011
	2	3	0,069	0,056
	3	3	0,102	0,030
4	1	3	0,153	0,014
	2	3	-0,029	0,045
	3	3	-0,009	0,027

PR = Periodo de rebrote; N = Numero de medias; DE = Desviación estándar



**Cuadro A1.5** Medias para ganancia de peso por porcentaje de asignación

AS	N	Media	DE
5	12	0,075 <sup>a</sup>	0,057
7	12	0,073 <sup>ab</sup>	0,053
9	12	0,063 <sup>abc</sup>	0,066

AS = porcentaje de asignación; N = Numero de observaciones; DE = desviación estándar

**Peso vivo****Cuadro A1.6** Análisis de varianza para peso vivo de ovejas Pelibuey.

Factor	Tipo	Niveles	Valores
PR	Fijo	4	1 2 3 4
Fechas(PR)	Fijo	12	1 2 3
AS	Fijo	3	5 7 9

F de V	GL	SC	CM	F	P
PR	3	212,903	70,968	498,470	0,000
Fechas(PR)	8	11,817	1,477	10,380	0,000
AS	2	5,814	2,907	20,420	0,000
Error	22	3,132	0,142		
Total	35	233,666			

F de v = Fuentes de Variación; GL = Grados de Libertad; SC = Sumas de Cuadrados; CM = Cuadrados Medios; PR = Periodos de Rebrote; AS = Porcentaje de Asignación

**Cuadro A1.7** Medias para peso vivo por periodo de rebrote

PR	N	Media	DE
1	9	27,761 <sup>a</sup>	0,818
2	9	29,842 <sup>bc</sup>	0,968
3	9	31,919 <sup>gh</sup>	0,715
4	9	34,315 <sup>ijkl</sup>	0,691

PR= Periodo de rebrote; DE = Desviación estándar

**Cuadro A1.8** Prueba de Tukey para periodo de rebrote en la variable peso vivo.

Diferencia	Valor Absoluto	Tukey 0,05	Tukey 0,01	Decisión
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	2,081	0,287	0,364	NS (P> 0,05)
$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	4,158	0,287	0,364	** (P< 0,01)
$\bar{X}_1 - \bar{X}_4$	6,554	0,287	0,364	** (P< 0,01)
$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$	2,077	0,287	0,364	NS (P> 0,05)
$\bar{X}_2 - \bar{X}_4$	4,473	0,287	0,364	** (P< 0,01)
$\bar{X}_3 - \bar{X}_4$	2,996	0,287	0,364	* (P< 0,05)

$\bar{X}_1 = \text{PR 1}$  ;  $\bar{X}_2 = \text{PR 2}$  ;  $\bar{X}_3 = \text{PR 3}$  ;  $\bar{X}_4 = \text{PR 4}$

**Cuadro A1.9** Medias para ganancia de peso vivo por fecha dentro de periodo de rebrote

PR	Fecha	N	Media	DE
1	1	3	26,917	0,333
	2	3	27,900	0,606
	3	3	28,467	0,591
2	1	3	29,272	0,842
	2	3	29,772	1,035
	3	3	30,481	0,930
3	1	3	31,228	0,439
	2	3	31,956	0,342
	3	3	32,572	0,616
4	1	3	33,486	0,401
	2	3	34,861	0,294
	3	3	34,597	0,257

PR = Periodo de rebrote; N = Numero de medias; DE = Desviación estándar

**Cuadro A1.10** Medias para peso vivo por porcentaje de asignación

AS	N	Media	DE
5	12	30,538 <sup>a</sup>	2,666
7	12	30,840 <sup>ac</sup>	2,790
9	12	31,500 <sup>ace</sup>	2,414

AS = porcentaje de asignación; N = Numero de observaciones; DE = desviación estándar

**Cuadro A1.11** Prueba de Tukey para porcentaje de asignación en la variable peso vivo.

Diferencia	Valor Absoluto	Tukey 0,05	Tukey 0,01	Decisión
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	0,302	0,224	0,291	** (P< 0,01)
$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	0,962	0,224	0,291	** (P< 0,01)
$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$	0,660	0,224	0,291	** (P< 0,01)

$\bar{X}_1 = AS 5$  ;  $\bar{X}_2 = AS 7$  ;  $\bar{X}_3 = AS 9$

## Anexo 2

### Modelo 2. Reducido (materia seca en t ha<sup>-1</sup>) (proteína disponible en t ha<sup>-1</sup>) (peso vivo)

#### Materia seca en t ha<sup>-1</sup>

**Cuadro A2.1** Análisis de varianza para materia seca en t ha<sup>-1</sup> disponible (modelo reducido).

Factor	Tipo	Niveles	Valores		
PR	Fijo	2	1-2 / 2-3		
Fechas(PR)	Fijo	18	1 2 3 4 5 6 7 8 9		
AS	Fijo	3	5 7 9		
F de V	GL	SC	CM	F	P
PR	1	0,460	0,452	17,910	0,000
Fechas(PR)	14	1,822	0,130	5,160	0,000
AS	2	0,021	0,011	0,430	0,658
Error	29	0,732	0,025		
Total	46	3,034			

F de v = Fuentes de Variación; GL = Grados de Libertad; SC = Sumas de Cuadrados; CM = Cuadrados Medios; PR = Periodos de Rebrote; AS = Porcentaje de Asignación

**Cuadro A2.2** Medias para materia seca en t ha<sup>-1</sup> disponible por periodo de rebrote (modelo reducido)

PR	N	Media	DE
1	23	0,85 <sup>a</sup>	0,2625
2	24	0,35 <sup>aa</sup>	0,2145

PR= Periodo de rebrote; DE = Desviación estándar

**Cuadro A2.3** Prueba de Tukey para periodo de rebrote en la variable de materia seca.

Diferencia	Valor Absoluto	Tukey 0,05	Tukey 0,01	Decisión
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	0,197	0,0679	0,0914	** (P < 0,01)

$\bar{X}_1 = \text{PR 1} ; \bar{X}_2 = \text{PR 2}$

**Cuadro A2.4** Medias para materia seca en t ha<sup>-1</sup> por fecha dentro de periodo de rebrote (modelo reducido)

PR	Fecha	N	Media	DE
1	1	3	0,675	0,348
	2	3	0,897	0,144
	3	3	0,990	0,108
	4	3	2,028	0,148
	5	0		--
	6	3	0,235	0,201
	7	3	1,297	0,123
	8	2	0,910	0,072
	9	3	0,103	0,154
2	1	3	0,128	0,165
	2	3	-0,180	0,080
	3	0		--
	4	3	-0,009	0,093
	5	3	1,293	0,047
	6	3	0,502	0,080
	7	3	0,642	0,118
	8	3	0,611	0,224
	9	3	0,076	0,083

PR = Periodo de rebrote; N = Numero de medias; DE = Desviación estándar

**Cuadro A2.5** Medias para materia seca en  $t\ ha^{-1}$  por porcentaje de asignación (modelo reducido)

AS	N	Media	DE
5	16	0,66	0,2473
7	15	0,51	0,2653
9	16	0,58	0,2713

AS = porcentaje de asignación; N = Numero de observaciones; DE = desviación estándar

**Proteína disponible en  $t\ ha^{-1}$**

**Cuadro A2.6** Análisis de varianza para proteína cruda disponible en  $t\ ha^{-1}$  (modelo reducido).

Factor	Tipo	Niveles	Valores
PR	Fijo	2	1-2 / 2-3
Fechas(PR)	Fijo	18	1 2 3
AS	Fijo	3	5 7 9

F de V	GL	SC	CM	F	P
PR	1	10,127	10,134	35,890	0,000
Fechas(PR)	16	38,292	2,356	8,340	0,000
AS	2	1,741	0,871	3,080	0,063
Error	26	7,342	0,282		
Total	45	57,502			

F de v = Fuentes de Variación; GL = Grados de Libertad; SC = Sumas de Cuadrados; CM = Cuadrados Medios; PR = Periodos de Rebrote; AS = Porcentaje de Asignación

**Cuadro A2.7** Medias para proteína cruda disponible en  $t\ ha^{-1}$  por periodo de rebrote (modelo reducido)

PR	N	Media	DE
1	23	7,4 <sup>a</sup>	1,12
2	23	2,9 <sup>aa</sup>	0,948

PR= Periodo de rebrote; DE = Desviación estándar

**Cuadro A2.8** Prueba de Tukey para periodo de rebrote en la variable de proteína cruda disponible en  $t\ ha^{-1}$ .

Diferencia	Valor Absoluto	Tukey 0,05	Tukey 0,01	Decisión
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	0.938	0,216	0,294	** (P < 0,01)

$\bar{X}_1 = PR\ 1 ; \bar{X}_2 = PR\ 2$



**Cuadro A2.9** Medias para proteína cruda disponible en  $t\ ha^{-1}$  por fecha dentro de periodo de rebrote (modelo reducido)

PR	Fecha	n	Media	DE
1	1	2	11,778	0,585
	2	3	8,243	0,720
	3	3	9,098	0,542
	4	3	18,392	0,302
	5	3		0
	6	2	3,863	1,024
	7	3	11,783	0,451
	8	2	8,082	0,107
	9	2	2,163	0,535
2	1	2	2,329	0,587
	2	1	-0,228	--
	3	3		0
	4	2	0,490	0,695
	5	3	10,527	0,196
	6	3	4,055	0,351
	7	3	5,252	0,567
	8	3	4,658	1,110
	9	3	0,452	0,679

PR = Periodo de rebrote; N = Numero de medias; DE = Desviación estándar

**Cuadro A2.10** Medias para proteína cruda disponible en  $t\ ha^{-1}$  por porcentaje de asignación (modelo reducido)

AS	N	Media	DE
5	15	6,8 <sup>a</sup>	1,035
7	15	4,0 <sup>ab</sup>	1,239
9	16	4,3 <sup>cde</sup>	1,101

AS = porcentaje de asignación; N = Numero de observaciones; DE = desviación estándar

**Cuadro A2.11** Prueba de Tukey para porcentaje de asignación en la variable de proteína cruda disponible en t  $ha^{-1}$ .

Diferencia	Valor Absoluto	Tukey 0,05	Tukey 0,01	Decisión
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	0,561	0,321	0,413	** (P < 0,01)
$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	0,494	0,321	0,413	** (P < 0,01)
$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$	0,067	0,321	0,413	NS (P > 0,05)

$\bar{X}_1 = AS 5$ ;  $\bar{X}_2 = AS 7$ ;  $\bar{X}_3 = AS 9$

### Peso vivo en tres fechas

**Cuadro A2.12** Análisis de varianza para peso vivo (modelo reducido).

Factor	Tipo	Niveles	Valores
PR	Fijo	2	1-2 / 2-3
Fechas(PR)	Fijo	6	1 2 3
AS	Fijo	3	5 7 9

F de V	GL	SC	CM	F	P
PR	1	0,459	0,459	2,93	0,118
Fechas(PR)	4	1,328	0,332	2,12	0,153
AS	2	1,894	0,947	6,04	0,019
Error	10	1,568	0,157		
Total	17	5,249			

F de v = Fuentes de Variación; GL = Grados de Libertad; SC = Sumas de Cuadrados; CM = Cuadrados Medios; PR = Periodos de Rebrote; AS = Porcentaje de Asignación

**Cuadro A2.13** Medias para peso vivo por periodo de rebrote (modelo reducido)

PR	N	Media	DE
1	9	2,077 <sup>a</sup>	0,552
2	9	2,396 <sup>b</sup>	0,542

PR= Periodo de rebrote; DE = Desviación estándar

**Cuadro A2.14** Prueba de Tukey para periodo de rebrote en la variable de peso vivo.

Diferencia	Valor Absoluto	Tukey 0,05	Tukey 0,01	Decisión
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	0,319	0,321	0,456	NS (P> 0,05)

$\bar{X}_1 = \text{PR 1} ; \bar{X}_2 = \text{PR 2}$

**Cuadro A2.15** Medias para peso vivo por fecha dentro de periodo de rebrote (modelo reducido)

PR	Fecha	n	Media	DE
1	1	3	1,9557	0,4183
	2	3	2,1833	0,7251
	3	3	2,0917	0,6921
2	1	3	2,2583	0,2311
	2	3	2,9057	0,255
	3	3	2,025	0,658

PR = Periodo de rebrote; N = Numero de medias; DE = Desviación estándar

**Cuadro A2.16** Medias para peso vivo por porcentaje de asignación (modelo reducido)

AS	N	Media	DE
5	15	2,470 <sup>a</sup>	0,368
7	15	2,463 <sup>bc</sup>	0,480
9	16	1,778 <sup>bcd</sup>	0,552

AS = porcentaje de asignación; N = Numero de observaciones; DE = desviación estándar

**Cuadro A2.17** Prueba de Tukey para porcentaje de asignación en la variable de peso vivo.

Diferencia	Valor Absoluto	Tukey 0,05	Tukey 0,01	Decisión
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	0,007	0,485	0,658	NS ( $P > 0,05$ )
$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	0,692	0,485	0,658	** ( $P < 0,01$ )
$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$	0,685	0,485	0,658	** ( $P < 0,01$ )

$\bar{X}_1 = AS 5$  ;  $\bar{X}_2 = AS 7$  ;  $\bar{X}_3 = AS 9$

### Anexo 3

#### Modelo 3. (Digestibilidad)

**Cuadro A3.1** Análisis de varianza para digestibilidad.

Factor	Tipo	Niveles	Valores		
$\beta_i$	Fijo	3	1 2 3		
PR	Fijo	3	1 2 3		
AS	Fijo	3	5 7 9		
O	Fijo	2	1 2		
PR*A	Fijo	9	1 2 3 1 2 3		
F de V	GL	SC	CM	F	P
$\beta_i$	2	888,41	442,09	40,33	0,000
PR	2	24,98	12,42	1,13	0,332
AS	2	142,59	68,02	6,20	0,004
O	1	280,90	276,63	25,23	0,000
PR*AS	4	67,30	16,83	1,53	0,210
Error	41	449,47	10,96		
Total	52	1853,65			

F de v = Fuentes de Variación; GL = Grados de Libertad; SC = Sumas de Cuadrados; CM = Cuadrados Medios;  $\beta_i$  = vacas; PR = Periodos de Rebrote; AS = Porcentaje de Asignación; O = fase de entra y salida

**Cuadro A3.2** Medias para digestibilidad por periodo de rebrote

PR	N	Media	DE
1	18	67,56 <sup>a</sup>	4,90
2	17	68,09 <sup>bc</sup>	5,67
3	18	69,09 <sup>adf</sup>	7,32

PR= Periodo de rebrote ; DE = Desviación estándar

**Cuadro A3.3** Prueba de Tukey para periodo de rebrote en la variable de digestibilidad.

Diferencia	Valor Absoluto	Tukey 0,05	Tukey 0,01	Decisión
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	0,53	1,197	1,520	NS (P> 0,05)
$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	1,53	1,197	1,520	** (P< 0,01)
$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$	1	1,197	1,520	NS (P> 0,05)

$\bar{X}_1 = \text{PR } 1$  ;  $\bar{X}_2 = \text{PR } 2$  ;  $\bar{X}_3 = \text{PR } 3$

**Cuadro A3.4** Medias para digestibilidad por porcentaje de asignación

AS	N	Media	DE
5	18	65,99 <sup>a</sup>	5,97
7	18	68,55 <sup>bc</sup>	5,19
9	17	70,32 <sup>def</sup>	6,23

AS = porcentaje de asignación ; N = Numero de observaciones ; DE = desviación estándar

**Cuadro A3.5** Prueba de Tukey para porcentaje de asignación en la variable digestibilidad.

Diferencia	Valor Absoluto	Tukey 0,05	Tukey 0,01	Decisión
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	2,56	1,197	1,520	** (P< 0,01)
$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	4,33	1,197	1,520	** (P< 0,01)
$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$	1,77	1,197	1,520	** (P< 0,01)

$\bar{X}_1 = \text{AS } 5$  ;  $\bar{X}_2 = \text{AS } 7$  ;  $\bar{X}_3 = \text{AS } 9$

**Cuadro A3.6** Medias para digestibilidad por fase de entrada y salida

fase de entrada y salida	N	Media	DE
entrada	27	70,42 <sup>a</sup>	5,25
salida	26	65,99 <sup>ab</sup>	5,92

AS = porcentaje de asignación; N = Numero de observaciones; DE = desviación estándar

**Cuadro A3.7** Prueba de Tukey para fase de entrada y salida en la variable digestibilidad.

Diferencia	Valor Absoluto	Tukey 0,05	Tukey 0,01	Decisión
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	4,43	0,812	1,084	** (P< 0,01)

$\bar{X}_1$  = fase ent, sal ;  $\bar{X}_2$  = fase ent, sal

**Cuadro A3.8** Medias para digestibilidad por periodo de rebrote en interacción con asignación de forraje (modelo reducido)

PR	asignación	N	Media	DE
1	5	6	65,340	4,441
	7	6	67,029	4,609
	9	6	70,306	5,025
2	5	6	66,037	5,727
	7	6	67,034	5,416
	9	5	71,808	5,058
3	5	6	66,585	8,238
	7	6	71,585	4,956
	9	6	69,096	8,639

AS = porcentaje de asignación; N = Numero de observaciones; DE = desviación estándar

### Anexo 4

#### Modelo 4. Análisis Proximal (Proteína Cruda) (Fibra Cruda) (Grasa) (Ceniza).

**Cuadro A4.1** Análisis de varianza para análisis proximal Proteína Cruda.

Factor	Tipo	Niveles	Valores		
PR	Fijo	3	1 2 3		
AS	Fijo	3	5 7 9		
O	Fijo	2	1 2		
PR*AS	Fijo	9	1 2 3 1 2 3		

F de V	GL	SC	CM	F	P
PR	2	18,528	9,264	33,190	0,000
AS	2	0,506	0,253	0,910	0,442
O	1	9,425	9,425	33,760	0,000
PR*AS	4	2,107	0,527	1,890	0,206
Error	8	2,233	0,279		
Total	17	32,800			

F de v = Fuentes de Variación; GL = Grados de Libertad; SC = Sumas de Cuadrados; CM = Cuadrados Medios; PR = Periodos de Rebrote; AS = Porcentaje de Asignación; O = fase de entra y salida

**Cuadro A4.2** Medias para Proteína Cruda para periodo de rebrote.

PR	N	Media	DE
1	6	10,00 <sup>a</sup>	0,986
2	6	8,765 <sup>ab</sup>	1,231
3	6	7,515 <sup>abc</sup>	0,606

PR = Periodo de Rebrote; DE = Desviación estándar



**Cuadro A4.3** Prueba de Tukey para Proteína Cruda para periodo de rebrote.

Diferencia	Valor Absoluto	Tukey 0,05	Tukey 0,01	Decisión
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	1,235	0,387	0,540	** (P < 0,01)
$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	2,485	0,387	0,540	** (P < 0,01)
$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$	1,250	0,387	0,540	** (P < 0,01)

$\bar{X}_1 = \text{PR } 1$  ;  $\bar{X}_2 = \text{PR } 2$  ;  $\bar{X}_3 = \text{PR } 3$

**Cuadro A4. 5** Medias para Proteína Cruda por porcentaje de asignación

AS	N	Media	DE
5	6	8,577 <sup>a</sup>	1,727
7	6	8,721 <sup>bc</sup>	1,035
9	6	8,982 <sup>de</sup>	1,550

AS = porcentaje de asignación; N = Numero de observaciones; DE = desviación estándar

**Cuadro A4.6** Prueba de Tukey para porcentaje de asignación en la variable Proteína Cruda.

Diferencia	Valor Absoluto	Tukey 0,05	Tukey 0,01	Decisión
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	0,144	0,387	0,540	NS (P > 0,05)
$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	0,405	0,387	0,540	* (P < 0,05)
$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$	0,261	0,387	0,540	NS (P > 0,05)

$\bar{X}_1 = \text{AS } 5$  ;  $\bar{X}_2 = \text{AS } 7$  ;  $\bar{X}_3 = \text{AS } 9$

**Cuadro A4.7** Medias para Proteína Cruda por fase de entrada y salida

fase de entrada y salida	N	Media	DE
entrada	9	9,484 <sup>a</sup>	1,304
salida	9	8,036 <sup>ab</sup>	1,105

AS = porcentaje de asignación; N = Numero de observaciones; DE = desviación estándar

**Cuadro A4.8** Prueba de Tukey para fase de entrada y salida en la variable Proteína Cruda.

Diferencia	Valor Absoluto	Tukey 0,05	Tukey 0,01	Decisión
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	1,448	0,254	0,369	** (P< 0,01)

$\bar{X}_1$  = fase ent, sal ;  $\bar{X}_2$  = fase ent, sal

**Cuadro A4.9** Medias para Proteína Cruda por periodo de rebrote en interacción con asignación de forraje

PR	asignación	N	Media	DE
1	5	2	10,261	0,438
	7	2	9,316	1,039
	9	2	10,424	1,468
2	5	2	8,452	1,942
	7	2	8,893	1,433
	9	2	8,950	1,206
3	5	2	7,018	0,629
	7	2	7,954	0,529
	9	2	7,573	0,527

AS = porcentaje de asignación; N = Numero de observaciones; DE = desviación estándar

### Análisis Proximal (Fibra Cruda)

**Cuadro A4.10** Análisis de varianza para análisis proximal Fibra Cruda.

Factor	Tipo	Niveles	Valores		
PR	Fijo	3	1 2 3		
AS	Fijo	3	5 7 9		
O	Fijo	2	1 2		
PR*AS	Fijo	9	1 2 3 1 2 3		

F de V	GL	SC	CM	F	P
PR	2	67,388	33,694	29,940	0,000
AS	2	2,845	1,422	1,260	0,333
O	1	26,262	26,262	23,340	0,001
PR*AS	4	8,013	2,003	1,780	0,226
Error	8	9,002	1,125		
Total	17	113,509			

F de v = Fuentes de Variación; GL = Grados de Libertad; SC = Sumas de Cuadrados ; CM = Cuadrados Medios; PR = Periodos de Rebrote; AS = Porcentaje de Asignación; O = fase de entra y salida

**Cuadro A4.11** Medias para para Fibra Cruda para periodo de rebrote.

PR	N	Media	DE
1	6	34,250 <sup>a</sup>	1,256
2	6	32,009 <sup>ab</sup>	2,263
3	6	29,513 <sup>abc</sup>	1,589

PR = Periodo de Rebrote; DE = Desviación estándar

**Cuadro A4.12** Prueba de Tukey para Fibra Cruda para periodo de rebrote.

Diferencia	Valor Absoluto	Tukey 0,05	Tukey 0,01	Decisión
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	2,241	0,779	1,086	** (P < 0,01)
$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	4,737	0,779	1,086	** (P < 0,01)
$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$	2,469	0,779	1,086	** (P < 0,01)

$\bar{X}_1 = \text{PR 1}$  ;  $\bar{X}_2 = \text{PR 2}$  ;  $\bar{X}_3 = \text{PR 3}$

**Cuadro A4.13** Medias para Fibra Cruda por porcentaje de asignación

AS	N	Media	DE
5	6	32,190 <sup>a</sup>	2,730
7	6	31,360 <sup>bc</sup>	3,040
9	6	32,218 <sup>ae</sup>	2,331

AS = porcentaje de asignación; N = Numero de observaciones; DE = desviación estándar

**Cuadro A4.14** Prueba de Tukey para porcentaje de asignación en la variable Fibra Cruda.

Diferencia	Valor Absoluto	Tukey 0,05	Tukey 0,01	Decisión
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	0,830	0,779	1,086	* (P < 0,05)
$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	0,028	0,779	1,086	NS (P > 0,05)
$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$	0,858	0,779	1,086	* (P < 0,05)

$\bar{X}_1 = \text{AS 5}$  ;  $\bar{X}_2 = \text{AS 7}$  ;  $\bar{X}_3 = \text{AS 9}$

**Cuadro A4.15** Medias para Fibra Cruda por fase de entrada y salida

fase de entrada y salida	N	Media	DE
entrada	9	30,716 <sup>a</sup>	2,132
salida	9	33,132 <sup>ab</sup>	2,522

AS = porcentaje de asignación; N = Numero de observaciones; DE = desviación estándar

**Cuadro A4.16** Prueba de Tukey para fase de entrada y salida en la variable Fibra Cruda.

Diferencia	Valor Absoluto	Tukey 0,05	Tukey 0,01	Decisión
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	2,416	0,515	0,748	** (P< 0,01)

$\bar{X}_1$  = fase ent, sal ;  $\bar{X}_2$  = fase ent, sal

**Cuadro A4.17** Medias para Fibra Cruda por periodo de rebrote en interacción con asignación de forraje

PR	asignación	N	Media	DE
1	5	2	33,551	0,725
	7	2	34,657	2,128
	9	2	34,544	1,162
2	5	2	33,200	3,900
	7	2	31,138	0,923
	9	2	31,691	2,235
3	5	2	29,828	2,156
	7	2	28,292	0,419
	9	2	30,420	1,726

AS = porcentaje de asignación; N = Numero de observaciones; DE = desviación estándar

### Análisis Proximal (Grasa)

**Cuadro A4.18** Análisis de varianza para análisis proximal Grasa.

Factor	Tipo	Niveles	Valores
PR	Fijo	3	1 2 3
AS	Fijo	3	5 7 9
O	Fijo	2	1 2
PR*AS	Fijo	9	1 2 3 1 2 3

F de V	GL	SC	CM	F	P
PR	2	1,002	0,501	3,220	0,094
AS	2	0,394	0,197	1,270	0,332
O	1	0,905	0,905	5,830	0,042
PR*AS	4	1,335	0,334	2,150	0,166
Error	8	1,243	0,155		
Total	17	4,879			

F de v = Fuentes de Variación; GL = Grados de Libertad; SC = Sumas de Cuadrados; CM = Cuadrados Medios; PR = Periodos de Rebrote; AS = Porcentaje de Asignación; O = fase de entra y salida

**Cuadro A4.19** Medias para para Grasa para periodo de rebrote.

PR	N	Media	DE
1	6	6,391 <sup>a</sup>	0,622
2	6	6,969 <sup>ab</sup>	0,602
3	6	6,689 <sup>cef</sup>	0,164

PR = Periodo de Rebrote; DE = Desviación estándar

**Cuadro A4.20** Prueba de Tukey para Grasa para periodo de rebrote.

Diferencia	Valor Absoluto	Tukey 0,05	Tukey 0,01	Decisión
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	0,578	0,286	0,399	** (P< 0,01)
$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	0,298	0,286	0,399	* (P< 0,05)
$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$	0,280	0,286	0,399	NS (P> 0,05)

$\bar{X}_1 = \text{PR } 1$  ;  $\bar{X}_2 = \text{PR } 2$  ;  $\bar{X}_3 = \text{PR } 3$

**Cuadro A4.21** Medias para Grasa por porcentaje de asignación

AS	N	Media	DE
5	6	6,475 <sup>a</sup>	0,690
7	6	6,769 <sup>ab</sup>	0,537
9	6	6,805 <sup>cde</sup>	0,365

AS = porcentaje de asignación ; N = Numero de observaciones ; DE = desviación estándar

**Cuadro A4.22** Prueba de Tukey para porcentaje de asignación en la variable Grasa.

Diferencia	Valor Absoluto	Tukey 0,05	Tukey 0,01	Decisión
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	0,294	0,286	0,399	* (P< 0,05)
$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	0,33	0,286	0,399	* (P< 0,05)
$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$	0,036	0,286	0,399	NS (P> 0,05)

$\bar{X}_1 = \text{AS } 5$  ;  $\bar{X}_2 = \text{AS } 7$  ;  $\bar{X}_3 = \text{AS } 9$

**Cuadro A4.23** Medias para Grasa por fase de entrada y salida

fase de entrada y salida	N	Media	DE
entrada	9	6,907 <sup>a</sup>	0,557
salida	9	6,459 <sup>ab</sup>	0,432

AS = porcentaje de asignación; N = Numero de observaciones; DE = desviación estándar

**Cuadro A4.24** Prueba de Tukey para fase de entrada y salida en la variable Grasa.

Diferencia	Valor Absoluto	Tukey 0,05	Tukey 0,01	Decisión
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	0,448	0,189	0,274	** (P< 0,01)

$\bar{X}_1$  = fase ent, sal. ;  $\bar{X}_2$  = fase ent, sal.

**Cuadro A4.25** Medias para Grasa por periodo de rebrote en interacción con asignación de forraje

PR	asignación	N	Media	DE
1	5	2	5,954	0,388
	7	2	6,178	0,062
	9	2	7,043	0,674
2	5	2	6,886	1,142
	7	2	7,292	0,380
	9	2	6,730	0,163
3	5	2	6,586	0,137
	7	2	6,839	0,190
	9	2	6,644	0,100

AS = porcentaje de asignación; N = Numero de observaciones; DE = desviación estándar



### Análisis Proximal (Ceniza)

**Cuadro A4.26** Análisis de varianza para análisis proximal Ceniza.

Factor	Tipo	Niveles	Valores
PR	Fijo	3	1 2 3
AS	Fijo	3	5 7 9
O	Fijo	2	1 2
PR*AS	Fijo	9	1 2 3 1 2 3

F de V	GL	SC	CM	F	P
PR	2	0,9737	0,4869	2,29	0,164
AS	2	1,0039	0,5019	2,36	0,157
O	1	0,8978	0,8978	4,22	0,074
PR*AS	4	2,1045	0,5261	2,47	0,128
Error	8	1,7019	0,2127		
Total	17	6,6818			

F de v = Fuentes de Variación; GL = Grados de Libertad; SC = Sumas de Cuadrados ; CM = Cuadrados Medios; PR = Periodos de Rebrote; AS = Porcentaje de Asignación; O = fase de entra y salida

**Cuadro A4.27** Medias para para Ceniza para periodo de rebrote.

PR	N	Media	DE
1	6	10,416 <sup>a</sup>	0,172
2	6	10,403 <sup>bc</sup>	0,923
3	6	10,903 <sup>bcd</sup>	0,511

PR = Periodo de Rebrote; DE = Desviación estándar

**Cuadro A4.28** Prueba de Tukey para Ceniza para periodo de rebrote.

Diferencia	Valor Absoluto	Tukey 0,05	Tukey 0,01	Decisión
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	0,013	0,339	0,472	NS (P> 0,05)
$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	0,487	0,339	0,472	** (P< 0,01)
$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$	0,500	0,339	0,472	** (P< 0,01)

$\bar{X}_1 = \text{PR } 1$  ;  $\bar{X}_2 = \text{PR } 2$  ;  $\bar{X}_3 = \text{PR } 3$

**Cuadro A4.29** Medias para Ceniza por porcentaje de asignación

AS	N	Media	DE
5	6	10,907 <sup>a</sup>	0,439
7	6	10,430 <sup>ab</sup>	0,738
9	6	10,385 <sup>cde</sup>	0,631

AS = porcentaje de asignación ; N = Numero de observaciones ; DE = desviación estándar

**Cuadro A4.30** Prueba de Tukey para porcentaje de asignación en la variable Ceniza.

Diferencia	Valor Absoluto	Tukey 0,05	Tukey 0,01	Decisión
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	0,477	0,339	0,472	** (P< 0,01)
$\bar{X}_1 - \bar{X}_3$	0,522	0,339	0,472	** (P< 0,01)
$\bar{X}_2 - \bar{X}_3$	0,045	0,339	0,472	NS (P> 0,05)

$\bar{X}_1 = \text{AS } 5$  ;  $\bar{X}_2 = \text{AS } 7$  ;  $\bar{X}_3 = \text{AS } 9$

**Cuadro A4.31** Medias para Ceniza por fase de entrada y salida

fase de entrada y salida	N	Media	DE
entrada	9	10,351 <sup>a</sup>	0,532
salida	9	10,797 <sup>ab</sup>	0,663

AS = porcentaje de asignación; N = Numero de observaciones; DE = desviación estándar

**Cuadro A4.32** Prueba de Tukey para fase de entrada y salida en la variable Ceniza.

Diferencia	Valor Absoluto	Tukey 0,05	Tukey 0,01	Decisión
$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	0,446	0,221	0,322	** (P< 0,01)

$\bar{X}_1$  = fase ent, sal. ;  $\bar{X}_2$  = fase ent, sal.

**Cuadro A4.33** Medias para Ceniza por periodo de rebrote en interacción con asignación de forraje

PR	asignación	N	Media	DE
1	5	2	10,506	0,030
	7	2	10,502	0,145
	9	2	10,242	0,187
2	5	2	11,057	0,440
	7	2	9,607	0,259
	9	2	10,545	1,353
3	5	2	11,159	0,525
	7	2	11,180	0,375
	9	2	10,370	0,183

AS = porcentaje de asignación; N = Numero de observaciones; DE = desviación estándar

## ANEXO 5

### Descripción de técnicas utilizadas en análisis proximal y Digestibilidad *In situ* de la materia seca.

#### Técnica B1. Determinación de Humedad inicial

#### REFERENCIAS

A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 1984.

FAO Food and Nutrition Paper 14/7 Roma, 1986

#### OBJETIVO

Determinar y cuantificar la humedad inicial presente en una muestra de alimento completo o de un forraje, bajo la metodología del análisis proximal para evaluar la producción forrajera.

#### ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

Establece el procedimiento para la determinación de humedad inicial en productos alimenticios para consumo humano o animal, en aquellas muestras que contienen un elevado contenido de agua.

#### FUNDAMENTO

Este método se basa en la evaporación total del agua mediante calor. Se considera que la pérdida de peso es agua.

El secado de la muestra deberá hacerse entre 55-60° C durante 12 horas o más, en función del tipo de muestra.

#### MATERIAL Y EQUIPO

- Balanza analítica, sensibilidad 0.01 mg.
- Recipiente que no absorba humedad (bandejas de hojalata o de vidrio pírex de 30 cm. de largo por 14 cm. de ancho y 4 cm. de alto)
- Estufa

- Mufla
- Frascos de polietileno de 500 ml. de capacidad.
- Molino wiley

### PROCEDIMIENTO

- Lave las bandejas y colóquelas en la estufa de aire forzado a 60 °C por cuatro horas como mínimo y luego póngalos a enfriar; péseles (tarado de bandejas) y registre el peso en el cuaderno correspondiente. **(P1)**
- Si la muestra ha sido congelada, déjela reposar fuera del congelador para que se equilibre con la temperatura ambiente. Sáquela del recipiente en que estuvo guardada y homogenícela. Luego se pesan de 200 gr a 500 gr en una de las bandejas taradas dependiendo del contenido de humedad de la muestra. Registre este peso. **(P2)**
- Coloque la bandeja con la muestra en la estufa de aire forzado a una temperatura de 60 grados centígrados por un mínimo de 12 horas hasta que haya eliminado un 88 % de humedad.
- Saque la bandeja de la estufa y colóquela en un lugar limpio para su enfriamiento por media hora o más.
- Pese la bandeja con la muestra seca y registre este peso. **(P3)**
- Proceda a moler la muestra a través de un tamiz de 1mm, para ello utilizar un molino wiley equipado con un tamiz de acero inoxidable o un tamiz de bronce.
- Deposite la muestra molida en un recipiente que no permita la entrada del aire, recipiente que puede ser de polietileno (plástico) de 500 ml de capacidad.
- Identifique la muestra con el código y número del laboratorio.

### CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS

$$\% \text{ H. I.} = \frac{(P3-P1)}{\quad} \times 100$$

## **Técnica B2. Determinación de la Digestibilidad *In situ* de la materia seca**

### **Referencia**

“Manual de Procedimientos de Laboratorio”, del laboratorio de bromatología y nutrición animal de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)

### **Objetivo**

La digestibilidad de un alimento se define como la proporción del alimento que fue aprovechada por el animal y que no es excretado por las heces se supone por lo tanto que ha sido absorbido.

### **Alcance y campo de aplicación**

Establece el procedimiento adecuado para la determinación de la digestibilidad de cualquier tipo de muestra empleada para la alimentación de rumiantes.

### **Fundamento**

La técnica se fundamenta en el uso de bolsas de dacrón, (bajo en nitrógeno), que contienen cierta cantidad de muestra en su interior, éstas son colocadas en el rumen de los animales fistulados durante 48 horas para una posterior digestión química con pepsina en el laboratorio. Se utiliza principalmente cuando se requiere de información acerca del efecto de las condiciones ruminales sobre la digestión de una muestra. Permite mantener constantes las condiciones ruminales y variar los substratos incubados.

## Material y Equipo

- Bolsas de dacrón para digestibilidad
- Cadenas de acero
- Hilo de Nylon
- Cuba de vidrio (capacidad 10 litros)
- Agitador Magnético
- Balde de plástico
- Molino
- Estufa
- Coolers con hielo
- Cadena de hierro galvanizado
- Crisoles
- Pinzas
- Mufla
- Sellador de fundas
- Incubadora
- Desecador

## Reactivos

- Pepsina 700 FIP
- Ácido clorhídrico (0,1 N)
- Agua

## Procedimiento

- Secar las muestras de forraje en horno a 65 °C durante 48 horas, para luego ser molidas en molino, con criba de 2 mm.
- Codificar las muestras con seis replicas, pesar 3g de muestra y poner en la funda nylon (10 x 5 cm, tamaño del poro  $50\pm 10\ \mu\text{m}$ ); y finalmente sellarlas.
- Incubar la funda de nylon con la muestra durante 48 horas, utilizando 3 vacas holstein ( $560\pm 23\ \text{kg}$ ), con cánula ruminal. Para poder garantizar su permanencia en la parte ventral del rumen se usa una cadena de hierro galvanizado de 30 cm, fijada a la cánula ruminal con hilo de nylon de 50cm.
- Después de 48 horas las bolsas se extraen y se lavan con agua corriente hasta la no aparición de turbidez en esta, la última se realiza con agua destilada.
- Se incuban en solución de ácido clorhídrico pepsina al 0,2 % por 48 horas, con movimientos cada media hora.

- Se lavan las muestras en la lavadora automática durante 50 minutos en centrifugado lento.
- Se coloca las bolsas en la estufa a 65 °C por 48 horas.
- Se enfría en el desecador por media hora se pesa en la balanza analítica.
- El residuo de cada bolsa se coloca en crisoles de porcelana tarados, se pesa de nuevo y se seca en la estufa a 105 °C por 24 horas, después se coloca en la mufla a 550 °C por 4 horas, pasan al desecador por media hora y se procede a pesar las cenizas, y se hace los cálculos para estimar la digestibilidad.

### **Cálculos**

$$\text{DISMS} = \frac{\text{MS INICIAL} - \text{MS RESIDUAL}}{\text{MS INICIAL}} \times 100$$

DISMS = Digestibilidad *In situ* de la materia seca.

MS= Materia seca



## **Técnica B3. Determinación de cenizas**

### **Referencias**

A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 1984.

FAO Food and Nutrition Paper 14/7 Roma, 1986

### **Objetivo**

Determinar y cuantificar la ceniza (parte mineral o inorgánica) presente en una muestra de alimento completo o de un forraje, mediante la metodología del análisis proximal para evaluar la calidad del forraje o el alimento completo.

### **Alcance y campo de aplicación**

Establece el procedimiento óptimo para la determinación de cenizas por vía seca en productos alimenticios para consumo humano o animal.

### **Fundamento**

La muestra de un alimento se incinera a 550 °C para quemar todo el material orgánico presente en la muestra. El material inorgánico que no se quema a ésta temperatura se denomina cenizas.

### **Material y equipo**

- Plancha precalcinadora
- Balanza analítica
- Tapas para crisoles
- Pinza universal
- Mufla a 550 °C
- Desecador con sílica gel
- Crisoles de Porcelana
- Espátula

## Procedimiento

- Los crisoles luego de permanecer en una solución de dicromato de potasio, procedemos a enjuagar por tres veces consecutivas con agua y de la misma forma procedemos a enjuagar con agua destilada luego introducimos los crisoles a la mufla por un tiempo de 4 horas por lo mínimo para que se efectúe el tarado del material.
- Se enfría los crisoles en el desecador durante media hora como mínimo al cabo de lo cual se procede a pesar los crisoles en la balanza analítica y se registra éste peso.
- Se pesa alrededor de 1 a 5 gr de la muestra problema (sólido o líquido) con una aproximación de 0,1 mg, en el crisol que se encuentra en la balanza analítica y se registra este peso.
- Se coloca los crisoles en la plancha pre-calcinadora y se lo mantiene allí hasta que las muestras se encuentren previamente calcinadas (sin presencia de humo negro).
- Se traslada los crisoles con la muestra previamente calcinada a la mufla y se eleva la temperatura a 550 °C. por el tiempo de 4 horas.
- Se saca los crisoles de la mufla y se coloca en el desecador por media hora como mínimo para su enfriamiento.
- Se procede a pesar los crisoles con la ceniza y se registra este peso.

## Cálculo y expresión de resultados

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{(PC)-(P)}{(P+M)-(P)} \times 100 \%$$

Dónde:

$PC$  = Peso del crisol con ceniza

$P$  = Peso del crisol

$C$  = Ceniza

$M$  = Muestra

$$\% \text{ Ceniza BS} = \frac{100 \% \text{ ceniza}}{\% \text{ MS}}$$

Materia orgánica

$$\% \text{ Materia orgánica} = 100 - \% \text{ cenizas}$$

## **Técnica B4. Determinación de extracto etéreo o grasa**

### **Referencias**

A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 1984.

FAO Food and Nutrition Paper 14/7 Roma, 1986

### **Objetivo**

Determinar y cuantificar la cantidad de extracto etéreo presente en una muestra de alimento seco o de un forraje, mediante la metodología del análisis proximal para evaluar la calidad del forraje o el alimento completo.

### **Alcance y campo de aplicación**

Establece el procedimiento óptimo para la determinación de extracto etéreo en productos alimenticios destinados para consumo humano o animal.

### **Fundamento**

El hexano se evapora y se condensa continuamente y al pasar a través de la muestra extrae materiales solubles en el solvente orgánico. El extracto se recoge en un beaker y cuando el proceso se completa el hexano se destila y se recolecta en otro recipiente, y la grasa que queda en el beaker se seca y se pesa.

## Material y equipo

- Equipo para la extracción de grasa (Goldfish)
- Porta - dedales
- Dedales de extracción
- Beakers para el solvente orgánico
- Papel aluminio
- Beakers para recuperar hexano
- Desecador
- Espátula
- Estufa
- Pinzas
- Balanza analítica

## Reactivos

- Hexano
- Sodio sulfato de anhídrido
- Algodón desengrasado

## Procedimiento

- Una vez lavados los beakers en el solvente, séquelos en la estufa a 105 °C por 2 horas.
- Retirar de la estufa y ponerlos en el desecador por media hora, pesarlos, registrar el peso y colocarlos en el desecador hasta el momento de ser utilizados.
- Realizar el pesaje de las muestras en papel aluminio, pese 1 g. de muestra con aproximación de 0,1 mg, registre el peso.
- Coloque en un papel limpio sodio sulfato anhídrido ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), colóquelo en la muestra pesada.
- Pese el papel aluminio con el residuo de la muestra, registre el peso.
- Coloque la muestra con sodio sulfato anhídrido ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) en un dedal.
- Introduzca un tapón de algodón desengrasado en la boca del dedal.
- Coloque el dedal dentro de la porta-dedal.
- Coloque las portas - dedales con dedales dentro de los ganchos metálicos que están ubicados en el aparato Goldfish.

- Saque los beakers del desecador y agregue 60 cc de hexano aproximadamente (Es inflamable).
- Coloque el beaker con el hexano dentro del anillo metálico de rosca.
- Coloque el anillo metálico con el beaker en el aparato de Goldfish.
- Abra el grifo de agua que está conectado a los refrigerantes del aparato.
- Abra la válvula de seguridad 3 veces (estas válvulas se encuentran encima de los refrigerantes del equipo).
- Levante las parrillas hasta tocar los vasos y ajuste el calor para rendir de 4 a 6 gotas por segundo.
- Extraiga el extracto etéreo durante 4 horas. En este tiempo debe controlar que el hexano no se evapore.
- Una vez realizada la extracción del extracto etéreo y al cabo de las 4 horas proceda de la siguiente manera:
- Baje los calentadores
- Saque el anillo metálico de rosca que está conteniendo el beaker con hexano y extracto etéreo.
- Saque la porta - dedal de los ganchos metálicos del equipo
- Coloque los beakers de recuperación del hexano en los ganchos metálicos del aparato.
- Vuelva a colocar el anillo de rosca metálico que está conteniendo el beaker con el hexano y extracto etéreo en el aparato Goldfish.
- Levante la parrilla hasta que el sobrante de hexano esté casi todo en el vaso de recuperación.
- Baje los calentadores.
- Coloque el beaker con el extracto etéreo en la estufa a 105 °C. por media hora.
- Saque los beakers de recuperación con el solvente que se encuentra en el equipo y ponga el hexano recuperado en el frasco destinado para este fin.

- Saque los beakers con el extracto etéreo de la estufa y colóquelos en el desecador por media hora para su enfriamiento. Péselos y registre el peso.
- Lave todos los materiales utilizados en la extracción del extracto etéreo.

### **Cálculo y expresión de resultados**

$$\% \text{ Extracto etéreo} = \frac{(\text{Peso beaker} + \text{extracto etéreo}) - (\text{Peso beaker})}{(\text{Peso papel} + \text{Muestra}) - (\text{Peso papel})} \times 100 \%$$

$$\% \text{ Extracto etéreo Base Seca} = \frac{100 * \% \text{ extracto etéreo}}{\% \text{ MS}}$$

## Técnica B5. Determinación de proteína cruda

### Referencias

A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 1984.

FAO Food and Nutrition Paper 14/7 Roma, 1986

### Objetivo

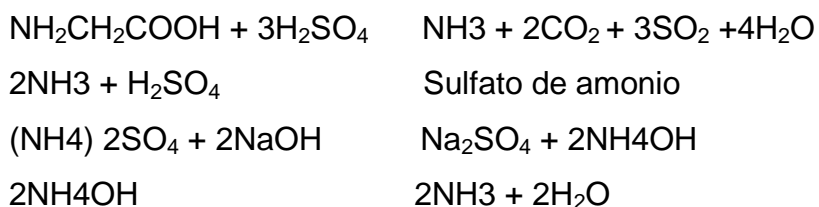
Determinar la concentración de nitrógeno total en forma de amoníaco presente en una muestra para luego ser transformado a través de un factor en proteína.

### Alcance y campo de aplicación

El método es aplicable para alimentos en general ya sea para consumo humano o animal.

### Fundamento

El método se basa en la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado y calor, los hidratos de carbono y las grasas se destruyen hasta formar anhídrido carbónico y agua, La proteína se descompone con el ácido formando sulfato de amonio que en exceso de hidróxido de sodio libera amoníaco, el que se destila recibiendo en ácido bórico formándose borato de amonio el que se valora con ácido clorhídrico 0,1 N en presencia de fenolftaleína.





## Material y equipo

- Equipo de digestión y destilación Macro Kjeldahl
- Balanza analítica
- Balones 800 ml
- Buretas
- Papel bond
- Probetas
- Frascos erlenmeyer 500 ml
- Soporte universal
- Barra de agitación

## Reactivos

- Ácido sulfúrico concentrado
- Sulfato de sodio
- Sulfato cúprico
- Solución de hidróxido de sodio 50 %
- Solución indicadora para proteína
- Ácido bórico 2,5 %
- Ácido clorhídrico 0,1 N
- Granallas de zinc
- Agua

## Procedimiento

- El análisis se realiza por triplicado, mínimo por duplicado.
- Moler, homogeneizar y mezclar bien la muestra.
- En muestras con contenidos de nitrógeno muy pequeño, tomar la muestra suficiente para que contenga como mínimo 5 mg de nitrógeno.
- Realizar un blanco con reactivos para sustraer el nitrógeno reactivo del nitrógeno de la muestra.

## Etapa de digestión

- Pese primero el papel bond vacío para luego pesar en los papeles alrededor de 1 g de muestra con aproximación 0,1 mg registrando los pesos.
- Introducir la muestra con el papel en los balones de Kjeldahl de 800 ml.

- Añadir en cada balón aproximadamente 9 g de sulfato de sodio y 1g de sulfato de cobre.
- Agregue 25ml de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) concentrado en cada balón.
- Colocar los balones en los digestores del equipo Kjeldahl, prender el extractor de vapores y luego los calentadores individuales del equipo.
- Dejar que se digiera la muestra hasta que tome un color verde esmeralda, esto conseguimos en aproximadamente una hora y media. (Etapa de la digestión).

### **Etapa de destilación**

- Mientras se realiza la etapa de la digestión proceder a preparar la etapa de destilación. Colocar en los matraces erlenmeyer 100 ml de ácido bromhídrico ( $H_3BO_3$ ) al 2.5 %.
- Una vez realizada la digestión de las muestras con el ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) retirar con cuidado los balones Kjeldahl de los digestores y dejarlos enfriar, mientras se realiza el enfriamiento de las muestras digeridas se procede de la siguiente manera.
- Trasladar los matraces erlenmeyer con el de ácido bromhídrico ( $H_3BO_3$ ) al 2,5 % al equipo de destilación e introduzca los tubos de vidrio del equipo en los erlenmeyer, teniendo cuidado que los tubos queden en contacto con el ácido bórico.
- Abrir el grifo de agua que está conectado a los refrigerantes del Kjeldahl.
- Una vez enfriados los balones Kjeldahl con las muestras digeridas, añadir a cada balón 200 ml de agua destilada despacio y con cuidado debido a que se da una reacción exotérmica, agregar a cada balón 3 granulados de zinc.
- Proceder a añadir muy cerca del equipo Kjeldahl 100 ml de hidróxido de sodio (NaOH) al 50 % en cada balón.

- Colocar inmediatamente y sin agitar el balón de Kjeldahl a cada tapón de hule del equipo de destilación del aparato Kjeldahl, agitamos el balón para la homogeneización de las sustancias producto de la reacción.
- Prender los reverberos del equipo de destilación del aparato de determinación de proteína y regular la temperatura hasta que cada matraz erlenmeyer con ácido bromhídrico ( $H_3BO_3$ ) al 2,5 % se haya recolectado de 250 a 300 ml del destilado.
- Una vez recolectado los 250 a 300 ml del destilado, retiramos los matraces erlenmeyer y colocamos de 2 a 3 gotas de indicador.

### Etapa de la titulación

- Armamos el equipo de titulación que consiste en el soporte universal con los porta-buretas, el agitador magnético y la barra de agitación.
- Colocar en la bureta, ácido clorhídrico 0,1 N.
- Realizamos la titulación hasta el aparecimiento de un color rosa pálido.
- Registramos la cantidad de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) 0,1 N gastados en la titulación.

### Cálculo y expresión de resultados

$$\% \text{ Proteína bruta} = \frac{\text{HCL } 0.1 \text{ N estandarizado} * 0.014 * 6.25 \text{ ml} * \text{HCL } 0.1 \text{ N gastados.}}{(\text{Peso muestra})}$$

Dónde

$$\frac{14.01}{1000} = 0.014 \text{ (constante)}$$

$$\frac{100}{16} = 6.25 \text{ (constante)}$$

$$\% \text{ Proteína bruta BS} = \frac{100 * \% \text{ proteína bruta}}{\% \text{ materia seca}}$$

## **Técnica B6. Determinación de fibra cruda**

### **Referencias**

A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 1984.

FAO Food and Nutrition Paper 14/7 Roma, 1986.

### **Objetivo**

Determinar y cuantificar la cantidad de fibra cruda presente en una muestra de alimento completo o de un forraje, bajo la metodología del análisis proximal empleando bolsitas filtrantes.

### **Alcance y campo de aplicación**

Establece el procedimiento para la determinación de fibra cruda en productos alimenticios para consumo humano o animal.

### **Fundamento**

La muestra problema se digiere primero con una solución de ácido diluido luego con una solución de base diluida. Los residuos orgánicos restantes se recogen en un crisol de filtración y se lavan con un solvente orgánico para eliminar el extracto etéreo. La pérdida de peso y después de quemar la muestra se denomina fibra cruda.

## Material y equipo

- Analizador de fibra ANKOM 220
- Balanza analítica
- Capsulas de porcelana
- Filter bags ANKOM F 57
- Selladora
- Mufra
- Vaso 500 ml
- Estufa de aire caliente
- Plancha ANKOM
- Papel absorbente
- Crisoles
- Pinza para crisol

## Reactivos

- $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,255 N
- NaOH al 22 %
- Acetona
- Agua destilada

## Procedimiento

- Preparación de la muestra.
- Rotular debidamente las bolsitas filtrantes.
- Pesar las bolsas (W1) y llevar a cero la balanza.
- Pesar aproximadamente 1,0 g (+/- 0,05 g) de la muestra molida y secada.
- Pesar dos bolsitas de filtro para determinar el blanco.
- Sellar por calor las bolsas cercanas al borde (aproximadamente 4 mm) cuidando que el lado interno de las mismas estén bien limpios para garantizar el sellado.
- Distribuir la muestra uniformemente dentro de las bolsas.
- Someter las muestras a un lavado por inmersión con acetona durante 10 min enjuagando hasta que el solvente no presente coloración, secar completamente las bolsitas antes de ser sometidas a la digestión.
- El proceso se realiza por triplicado, y con 2 blancos.
- Se pesan las fundas vacías (peso 1 g).

- Pesar 1 g de muestra en las fundas con aproximación 0,005 y codificamos.
- Sellar las fundas y dispersar la muestra en la bolsita.
- Sumergir las bolsitas en acetona para desengrasarlas, lavarlas hasta que la acetona ya no tenga coloración.
- Se seca las fundas primero dejándolas reposar durante 30 min, luego con la ayuda de papel absorbente prensamos y luego las colocamos en la estufa a 60 °C.
- Ponemos 2 litros de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,13 M aproximadamente o hasta que cubra la muestra.
- Encender el equipo ANKOM y esperamos a que llegue a 90 °C.
- Una vez alcanzada esta temperatura contar 30 min para que se realice la digestión acida.
- Terminado este tiempo, se apaga el equipo y se abre la llave lateral para eliminar el ácido.
- Lavar la muestra con agua por triplicado, realizando el mismo procedimiento de la digestión acido, pero en un tiempo de 5 minutos cada lavada.
- Realizamos la digestión básica utilizando NaOH al 23 % de la misma forma, esto es a 90 °C por 30 min. Y luego se lava las muestras por triplicado, de la misma forma anterior.
- Secamos las fundas a temperatura ambiente, luego en la plancha y colocamos en la estufa de aire caliente por 4 horas.
- Pesamos las fundas ya secas, desengrasadas y digeridas.
- Colocamos las fundas en crisoles previamente tarados, pesados y codificados.
- Pre calcinamos las muestras primero en una plancha por 1 hora o hasta que deje de salir humo y luego trasladamos a la mufla.
- Dejamos durante 4 horas a 600 °C para su completa calcinación.
- Saque de la mufla los crisoles con la muestra incinerada y póngales en el desecador por 1/2 hora, al cabo de lo cual pese los crisoles con la muestra incinerada. Registre el peso.

### **Cálculo y expresión de resultados**

$$\% \text{ Fibra cruda} = \frac{(W4 - (W1 * C))}{W2 * DM} * 100$$

Dónde:

W1: Peso de la funda tarada.

W2: Peso de la muestra

W3: Peso después de la extracción.

W4: Peso de la materia orgánica

C: Cenizas corregidas con la funda del blanco

DM: Materia seca.

## ANEXO 6

## Fotos de la investigación



**FOTO 1.** Medición y asignación de forraje *B. decumbens* para pastoreo de ovejas Pelibuey.



**FOTO 2.** Área experimental con sus respectivas asignaciones y divisiones en pradera y manejo de ovejas Pelibuey.





**FOTO 3.** Desarrollo del análisis de digestibilidad *In situ* en el centro experimental Tunshi y en el laboratorio de la Universidad ESPOCH.



**FOTO 3.** Desarrollo del análisis de análisis proximal en el laboratorio de la Universidad UTE extensión Santo Domingo.