



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**“DETERMINACIÓN IN SITU, EDAD Y HORA DE CORTE ÓPTIMA SOBRE  
LA CONCENTRACIÓN DE CARBOHIDRATOS SOLUBLES EN,  
*Arrhenatherum elatius* (PASTO AVENA)”**

**Trabajo de titulación**

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR: ALVARO ESTEBAN OVIEDO COLLANTES**

**DIRECTOR: ING. M.C. SANTIAGO FAHUREGUY JIMÉNEZ YÁNEZ**

**Riobamba - Ecuador**

**2021**

**2021, Álvaro Esteban Oviedo Collantes**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, **ALVARO ESTEBAN OVIEDO COLLANTES**, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados. Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, Julio del 2021.

---

Álvaro Esteban Oviedo Collantes  
CI: 1804420964

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Trabajo Experimental “**DETERMINACIÓN IN SITU, EDAD Y HORA DE CORTE OPTIMA SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE CARBOHIDRATOS SOLUBLES EN, *Arrhenatherum elatius* (PASTO AVENA)**”, realizado por el señor: ALVARO ESTEBAN OVIEDO COLLANTES , ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

**FIRMA                      FECHA**

Ing. M.C. Marco Bolívar Fiallos López

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

Ing. M.C. Santiago Fahureguy Jiménez Yáñez

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

\_\_\_\_\_

Ing. M.C. José Vicente Trujillo Villacís

**MIEMBRO DE TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

## **DEDICATORIA**

Este título se lo dedico a mi familia especialmente a mis padres Iván Rodrigo y Rosario del Pilar por haberme dado el estudio y las fuerzas, así como a mis abuelitos quienes fueron parte del camino, a mis hermanos Christian y Sebastián por estar en cada escalón, no fue fácil pero tampoco imposible una meta más alcanzada por ustedes y para ustedes.

A mi abuelito Rafael por estar siempre pendiente de mí y darme sus consejos y saber tomar las decisiones apropiadas en cada semestre.

A mis sobrinos Martín y Milena quienes también fueron un motivo para esforzarme día tras día.

**ESTO ES POR Y PARA USTEDES.**

**Alvaro Esteban Oviedo Collantes**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Gloriosa Zootecnia por haberme abierto las puertas y culminar esta prestigiosa carrera en tan honorable universidad como es la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Así mismo a todos los docentes que me formaron y fueron parte de esta etapa muy importante en mi vida: Ing. Vicente Trujillo, Ing. Edwin Zurita, Ing. Luis Hidalgo, Ing. Santiago Jiménez, Ing. Paula Toalombo, Ing. Manuel Zurita, Ing. Marco Fiallos, Ing. Luis Fiallos, Dr. Alex Villafuerte, Dr. Cesar Camacho, Ing. Julio Benavides, Ing. Fabián Almeida, Ing. Patricio Guevara, Ing. Hermenegildo Díaz, Ing. Luis Flores a todos ustedes gracias por todos sus consejos por ser unos excelentes docentes ser exigentes y tener ese don que no cualquiera lo tiene de ser maestro.

Si soy la persona que soy fue porque ustedes pusieron ese granito de arena para ser un profesional de calidad y defender a capa y espada que vengo de la Espoch y dar lo mejor de mí a todo momento, si tuviera que decirlo todo no lo acabaría, porque es muy largo detallar cada una de sus virtudes, no me queda más que decirles unas gracias de todo corazón.

“Gracias maestro por dar lo mejor de usted, para entregarnos lo que nadie nos puede quitar, lo aprendido, la educación y el conocimiento”

**Alvaro Esteban Oviedo Collantes**

## INDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE TABLAS.....	.xii
INDICE DE FIGURAS.....	xiixiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	¡Error! Marcador no definido.v
INDICE DE ANEXOS .....	xv
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPITULO I

<b>1.</b>	<b>MARCO TEORICO REFERENCIAL.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.</b>	<b>Pastos y forrajes.....</b>	<b>3</b>
<i>1.1.1.</i>	<i>Descripción .....</i>	<i>5</i>
<i>1.1.2.</i>	<i>Características botánicas del Arrhenatherum elatius .....</i>	<i>6</i>
<i>1.1.3.</i>	<i>Características fisiológicas del Arrhenatherum elatius .....</i>	<i>7</i>
<i>1.1.4.</i>	<i>Manejo .....</i>	<i>8</i>
<i>1.1.4.1.</i>	<i>Adaptación del Arrhenatherum elatius .....</i>	<i>8</i>
<i>1.1.4.2.</i>	<i>Fertilización del Arrhenatherum elatius .....</i>	<i>8</i>
<i>1.1.4.3.</i>	<i>Propagación .....</i>	<i>8</i>
<i>1.1.5.</i>	<i>Composición química del Arrhenatherum elatius.....</i>	<i>9</i>
<i>1.1.6.</i>	<i>Usos y producción del Arrhenatherum elatius .....</i>	<i>9</i>
<b>1.2.</b>	<b>Factores que afectan la calidad nutritiva de los pastos .....</b>	<b>10</b>
<i>1.2.1.</i>	<i>Factores morfológicos.....</i>	<i>10</i>
<i>1.2.2.</i>	<i>Factores fisiológicos .....</i>	<i>10</i>
<i>1.2.3.</i>	<i>Factor suelo .....</i>	<i>11</i>
<i>1.2.4.</i>	<i>Factores climáticos .....</i>	<i>11</i>
<i>1.2.4.1.</i>	<i>Radiación solar.....</i>	<i>12</i>
<i>1.2.5.</i>	<i>Factores de manejo .....</i>	<i>13</i>
<b>1.3.</b>	<b>Carbohidratos en los pastos .....</b>	<b>13</b>

### CAPITULO II

<b>2.</b>	<b>MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.</b>	<b>Localización y duración del experimento.....</b>	<b>15</b>

2.2.	Unidades experimentales .....	15
2.3.	Materiales, equipos e instalaciones .....	15
2.3.1.	<i>Materiales</i> .....	15
2.3.2.	<i>Equipos</i> .....	16
2.3.3.	<i>Tratamiento y diseño experimental</i> .....	16
2.3.4.	<i>Mediciones experimentales</i> .....	17
2.4.	Análisis estadísticos y pruebas de significancia .....	18
2.5.	Procedimiento experimental .....	18
2.6.	Metodología de la evaluación .....	19
2.6.1.	Cobertura basal.....	19
2.6.2.	<i>Cobertura aérea</i> .....	19
2.6.3.	<i>Altura de la planta</i> .....	19
2.6.4.	<i>Producción de biomasa verde (t/ha/año)</i> .....	19
2.6.5.	<i>Producción de materia seca (t/ha/año)</i> .....	19
2.6.6.	<i>Análisis proximal</i> .....	20
2.6.6.1.	<i>Determinación de humedad</i> .....	20
2.6.6.2.	<i>Determinación de proteína</i> .....	20
2.6.6.3.	<i>Determinación de cenizas</i> .....	20
2.6.6.4.	<i>Contenido de carbohidratos solubles</i> .....	21
2.6.6.5.	<i>Indicador Beneficio – Costo</i> .....	21

### CAPITULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSION.....	22
3.1.	Evaluación del comportamiento botánico del <i>Arrhenatherum elatius</i> (pasto avena), por efecto de la edad al corte para determinar la concentración óptima de carbohidratos solubles in situ .....	22
3.1.1.	<i>Porcentaje de Cobertura basal</i> .....	22
3.1.2.	<i>Porcentaje de Cobertura aérea</i> .....	24
3.1.3.	<i>Altura</i> .....	25
3.1.4.	<i>Producción de Forraje en materia verde</i> .....	27
3.1.5.	<i>Producción de Forraje en materia seca</i> .....	27
3.2.1.	<i>Contenido de Carbohidratos Solubles</i> .....	28
3.2.2.	<i>Contenido de Humedad</i> .....	31
3.2.3.	<i>Contenido de Cenizas</i> .....	31
3.2.4.	<i>Extracto etéreo</i> .....	32
3.2.5.	<i>Contenido de Proteína</i> .....	32



3.2.6.	<i>Contenido de Fibra</i> .....	33
3.2.7.	<i>Extracto Libre de nitrógeno</i> .....	34
3.2.8.	<i>Fibra Detergente Neutra</i> .....	34
3.2.9.	<i>Fibra Detergente Ácida</i> .....	35
3.2.10.	<i>Contenido de Lignina</i> .....	35
3.3.1.	<i>Porcentaje de Cobertura basal</i> .....	36
3.3.2.	<i>Porcentaje de Cobertura aérea</i> .....	37
3.3.3.	<i>Altura</i> .....	37
3.3.4.	<i>Producción de Forraje en materia verde</i> .....	38
3.3.5.	<i>Producción de Forraje en materia seca t/ha/año</i> .....	39
3.4.	<b>Evaluación de la composición bromatológica del <i>Arrhenatherum elatius</i> (Pasto avena), por efecto de la hora de corte, para determinar la concentración optima de carbohidratos solubles in situ</b> .....	41
3.4.1.	<i>Carbohidratos Solubles</i> .....	41
3.4.2.	<i>Contenido de Humedad</i> .....	42
3.4.3.	<i>Contenido de Cenizas</i> .....	43
3.4.4.	<i>Extracto etéreo</i> .....	43
3.4.5.	<i>Contenido de Proteína</i> .....	44
3.4.6.	<i>Contenido de Fibra</i> .....	44
3.4.7.	<i>Extracto Libre de nitrógeno</i> .....	45
3.4.8.	<i>Fibra Detergente Neutra</i> .....	45
3.4.9.	<i>Fibra Detergente Acida</i> .....	46
3.4.10.	<i>Contenido de lignina</i> .....	46
3.5.	<b>Comportamiento botánico del <i>Arrhenatherum elatius</i> (pasto avena), por efecto de la interacción entre la edad y hora al corte, para determinar la concentración optima de carbohidratos solubles in situ.</b> .....	47
3.5.1.	<i>Porcentaje de Cobertura basal</i> .....	47
3.5.2.	<i>Porcentaje de Cobertura aérea</i> .....	47
3.5.3.	<i>Altura</i> .....	48
3.5.4.	<i>Producción de Forraje en materia verde</i> .....	49
3.5.5.	<i>Producción de Forraje en materia seca</i> .....	50
3.6.	<b>Composición bromatológica del <i>Arrhenatherum elatius</i> (pasto avena, por efecto de la interacción entre la edad y la hora del corte, para determinar la concentración optima de carbohidratos solubles in situ.</b> .....	50
3.6.1.	<i>Contenido de Carbohidratos Solubles</i> .....	50
3.6.2.	<i>Contenido de Humedad</i> .....	51
3.6.3.	<i>Contenido de Cenizas</i> .....	52

3.6.4.	<i>Contenido de Extracto etéreo</i> .....	52
3.6.5.	<i>Contenido de Proteína</i> .....	53
3.6.6.	<i>Contenido de Fibra</i> .....	53
3.6.7.	<i>Extracto Libre de nitrógeno</i> .....	54
3.6.8.	<i>Fibra Detergente Neutra</i> .....	54
3.6.9.	<i>Fibra Detergente Acida</i> .....	55
3.6.10.	<i>Contenido de Lignina</i> .....	55
3.7.	<b>Evaluación Económica</b> .....	55
 <b>CONCLUSIONES</b> .....		<b>57</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		<b>58</b>
<b>BIBIOGRAFIA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Clasificación taxonómica del <i>Arrhenatherum elatius</i> .....	6
Tabla 2-1 :	Composición Química del ( <i>Arrhenatherum Elatius</i> ) .....	9
Tabla 1-2.	Condiciones Meteorológicas de la Parroquia De Tixán.....	15
Tabla 2-2:	Esquema del experimento. ....	17
Tabla 3-2:	Esquema del ADEVA. ....	17
Tabla 1-3:	Comportamiento botánico del <i>Arrhenatherum elatius</i> (pasto avena), determinado in situ, por efecto de la Edad del corte para determinar la concentración óptima de carbohidratos solubles.....	22
Tabla 2-3:	Evaluación de la composición bromatológica del <i>Arrhenatherum elatius</i> (pasto avena), determinado in situ, por efecto de la Edad del corte para establecer la concentración óptima de carbohidratos solubles .....	29
Tabla 3-3:	Evaluación del comportamiento agrobotánico del <i>Arrhenatherum elatius</i> (pasto avena), determinado in situ, por efecto de la hora de corte para determinar la concentración óptima de carbohidratos solubles .....	36
Tabla 4-3:	Evaluación de la composición bromatológica del <i>Arrhenatherum elatius</i> (pasto avena), determinado in situ, por efecto de la hora de corte para determinar la concentración óptima de carbohidratos solubles .....	41
Tabla 5-3:	Comportamiento agrobotanico del <i>Arrhenatherum elatius</i> (pasto avena) a los 45 días determinado in situ, por efecto de la interacción entre la Edad del corte y la hora al corte, para establecer la concentración óptima de carbohidratos solubles .....	48
Tabla 6-3:	Comportamiento agrobotanico del <i>Arrhenatherum elatius</i> (pasto avena) a los 60 días determinado in situ, por efecto de la interacción entre la Edad del corte	

	y la hora al corte, para establecer la concentración óptima de carbohidratos soluble.....	49
<b>Tabla 7-3:</b>	<b>Composición bromatológica del <i>Arrhenatherum elatius</i> (pasto avena)", a los 45 días por efecto de la interacción entre la Edad del corte y la hora de corte .....</b>	<b>51</b>
<b>Tabla 8-3:</b>	<b>Composición bromatológica del <i>Arrhenatherum elatius</i> (pasto avena)", a los 60 días por efecto de la interacción entre la Edad del corte y la hora de corte .....</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 9-3:</b>	<b>Evaluación económica de la producción del pasto avena (<i>Arrhenatherum elatius</i>), en respuestas a diferentes horas de corte. ....</b>	<b>56</b>

**INDICE DE FIGURAS**

**Figura 1-1: Factores que afectan a la productividad de los pastos y forrajes.....4**

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

- Gráfico 1-3:** Análisis de regresión del porcentaje de cobertura basal del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), por efecto de la edad de corte, para determinar la concentración óptima de carbohidratos solubles (° Brix) in situ.....23
- Gráfico 2- 3:** Análisis de regresión del porcentaje de cobertura aérea del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), por efecto de la edad de corte, para determinar la concentración óptima de carbohidratos solubles (° Brix) in situ.....25
- Gráfico 3- 3:** Análisis de regresión del porcentaje de cobertura aérea del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena), por efecto de la edad de corte, para determinar la concentración óptima de carbohidratos solubles (° Brix) in situ.....26
- Gráfico 4- 3:** Análisis de regresión del contenido de carbohidratos solubles del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), por efecto de la edad de corte para determinar la concentración óptima de carbohidratos solubles (° Brix) in situ.....30
- Gráfico 5- 3:** Análisis de regresión de la producción en forraje verde del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), por efecto de la edad de corte.....39
- Gráfico 6- 3:** Análisis de regresión de la producción en forraje seca del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), por efecto de la edad del corte.....40

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A.** Porcentaje de cobertura basal del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena).
- Anexo B.** Porcentaje de cobertura aérea del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena).
- Anexo C.** Altura de la planta del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena).
- Anexo D.** Porcentaje de carbohidratos solubles del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena).
- Anexo E.** Producción de forraje en materia verde del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena)
- Anexo F.** Producción de forraje en materia seca del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena).
- Anexo E.** Evidencia fotográfica de las estacas para delimitar el área a ocupar .
- Anexo F.** Evidencia fotográfica del espacio ya delimitado.
- Anexo G.** Evidencia fotográfica de los rótulos para identificar las parcelas.
- Anexo H.** Evidencia fotográfica de la Edad de corte 45 días y Tiempo 12 horas.
- Anexo I.** Evidencia fotográfica de la delimitación de la zona de estudio.
- Anexo J.** Evidencia fotográfica del transepto para iniciar con las medidas.
- Anexo K.** Evidencia fotográfica de la toma de medidas de la cobertura basal.
- Anexo L.** Evidencia fotográfica de la muestra del pasto a pesar.
- Anexo M.** Evidencia fotográfica de la muestra para aplicar al refractómetro.
- Anexo N.** Evidencia fotográfica de las parcelas.
- Anexo O.** Evidencia fotográfica de la toma de medidas de cobertura aérea.
- Anexo P.** Evidencia fotográfica de la Edad 60 días de corte a las 8h00 horas.
- Anexo Q.** Evidencia fotográfica del fin de trabajo in situ.

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue establecer la edad y hora de corte óptima sobre la concentración de carbohidratos solubles en *Arrhenatherum elatius*, (pasto avena), utilizando como factores de estudio la edad (45 y 60 días), y la hora de corte (08H00, 10H00, 12H00, 14H00, 16H00-18H00 horas). Las unidades experimentales fueron distribuidas bajo un diseño de bloques completamente al azar, bajo arreglo bifactorial con tres repeticiones. La mayor concentración de carbohidratos solubles se alcanzó a los 60 días y 08h00 de corte, con 8.80° brix. El porcentaje de cobertura basal, aérea y altura de la planta fueron más altos a los 60 días, con 59.13 %, 70.76 % y 43,94 cm, en su orden, mientras que las mejores horas de corte fueron 12h00 y 14h00, registrando el 54.38%, de cobertura basal; 64.29 % aérea y 30.80 cm, de altura. La mayor producción de biomasa verde t/FV/ha/corte, fue a los 60 días, con 2.60 t/FV/ha/año, la hora más acertada a las 18h00 con 2.48 t/FV/ha/año; por otro lado, la mayor materia seca fue a los 60 días de edad con 1.25 t/MS/ha/año, y la hora más propicia de corte a las 12h00, con 1.19 t/MS/ha/año. La proteína, reportó su mejor comportamiento a los 45 días, evaluadas a las 08h00, con 16.95%, mientras que el mayor contenido de fibra fue a los 60 días a las 10h00, llegando al valor máximo de 56.53%. El mayor beneficio costo, se registró a las 12h00, con 2.91, es decir que por cada dólar invertido se obtiene una rentabilidad de 1.91 centavos, que resulta bastante alentadora.

## PALABRAS CLAVES

CONCENTRACIÓN <> CARBOHIDRATOS SOLUBLES <> *ARRHENATHERUM ELATIUS* (PASTO AVENA) <> GRADOS BRX <> PORCENTAJE DE COBERTURA BASAL <> COBERTURA AÉREA <> ALTURA <> BIOMASA VERDE <> MATERIA SECA <> PROTEÍNA <> FIBRA.

 Firmado digitalmente por  
LUIS ALBERTO CAMINOS  
VARGAS  
Nombre de reconocimiento  
(DN): c=EC, o=BOGOTÁ,  
serialNumber=9652756974,  
cn=LUIS ALBERTO CAMINOS  
VARGAS  
Fecha: 2021.09.06 11:11:58  
-05'00'



1722-DBRA-UTP-2021



## ABSTRACT

The objective of this research was to establish the age and optimal cutting time on the concentration of soluble carbohydrates in Oat Grass (*Arrhenatherum elatius*), using age (45 and 60 days), and cutting time (08H00, as study factors). 10H00, 12H00, 14H00, 16H00-18H00 hours). The experimental units were distributed under a randomized complete block design, under a bifactorial arrangement with three repetitions. The highest concentration of soluble carbohydrates was reached at 60 days and 08h00 cut with 8.80°brix. The percentage of basal, aerial and plant height coverage were higher at 60 days with 59.13%, 70.76% and 43.94 cm, in their order, while the best cutting hours were 12h00 and 14h00, registering the 54.38%, baseline coverage; 64.29% aerial and 30.80 cm high. The highest production of green biomass t / FV / ha/ cut, was at 60 days, with 2.60 t / FV / ha / year, the best time at 6:00 p.m. with 2.48 t / FV / ha / year. On the other hand, the highest dry matter was at 60 days of age with 1.25 t / DM / ha / year, and the most propitious cutting time at 12h00, with 1.19 t / DM / ha / year. Protein reported its best performance at 45 days, evaluated at 08:00, with 16.95%, while the highest fiber content was at 60 days at 10:00, reaching the maximum value of 56.53%. The highest cost benefit was registered at 12h00, with 2.91, that is to say that for every dollar invested, a profitability of 1.91 cents is obtained, which is quite encouraging.

**KEYWORDS:** <SOLUBLE CARBOHYDRATES>, <OAT GRASS (ARRHENATHERUM)>, <BRIX DEGREES>, <COVERAGE PERCENTAGE>, <AIR COVER>, <GREEN BIOMASS>, <DRY MATTER>, <PROTEIN>.



Firmado digitalmente por GLORIA ISABEL ESCUDERO OROZCO  
DN: cn=GLORIA ISABEL ESCUDERO OROZCO, o=SECURITY DATA S.A., 1 cn=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION  
Motivo: Soy el autor de este documento  
Ubicacion:  
Fecha: 2021-09-07 12:35:19-00

## INTRODUCCIÓN

Los forrajes a nivel mundial constituyen la principal fuente de alimentación y la más económica para el área de la ganadería al pastoreo; ya sea a la altura de los valles interandinos como también en zonas alto andinas, por lo que es importante realizar una profunda y continua investigación en la obtención de una semilla de buena calidad y excelente rendimiento, puesto que con este conocimiento se podrá incrementar el área de pasturas mejoradas, lo que garantizara un mejor comportamiento productivo de las especies ganaderas y por consiguiente la obtención de mejores réditos económicos a los productores (Percy, 2019, pág. 62).

Las interrelaciones entre los organismos vivos en una pradera, se considera como un ecosistema, y como tal se debe mantener ese equilibrio natural en pro de sostener las especies forrajeras contenidas en ella, para garantizar una oferta de alimento de calidad. La producción de forraje en los países en vías de desarrollo cada vez es más difícil, a consecuencia del acelerado proceso erosivo del suelo, así como los factores climáticos a los que están expuestos, (Alba, 2015, pág. 10).

En el Ecuador la ganadería ocupa un lugar preponderante en la producción agropecuaria, por lo tanto, siendo las especies forrajeras de gran importancia dentro de la alimentación de los bovinos, el avance ganadero no se logra solamente con animales de alto valor genético sino proporcionando una alimentación adecuada que permita mantener sus características genéticas de alta producción. En la Sierra el pasto constituye el principal alimento para el ganado, debido a que los concentrados resultan antieconómicos en las explotaciones ganaderas puesto que la mayoría de estas mantienen sus hatos a base de pastizales o forraje verde, (Alba, 2015, pág. 10).

El termino pasturas sirve para designar a los cultivos de gramíneas destinadas al pastoreo de rumiantes , por lo tanto es necesario conocer la calidad nutricional de las gramíneas y leguminosas forrajeras, que constituirán la base de alimentación de las vacas para mejorar la producción de leche, puesto que la influencia de las condiciones de manejo como la edad y hora de corte de estas plantas ejercen una variación sobre los nutrientes del forraje, en particular sobre la concentración de los carbohidratos solubles, que son la principal fuente energética por encima de las proteínas y lípidos, (Hernandez, 2004, p. 20).

De esta manera surge una alternativa forrajera como es la alimentación de las vacas con el *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), que debido a sus características agrobotánicas y nutricionales puede aportar al sector ganadero del país, que busca a toda costa la modernización y la formación de una empresa ganadera con todos los beneficios, que son pilares fundamentales

del desarrollo de esta actividad económica, sin embargo, existe escasa información, lo que impide su explotación a gran escala. Por lo expuesto anteriormente se hace imprescindible el estudio de los aspectos fisiológicos de la planta que determinen sus ciclos o períodos de pastoreo o cosecha, con la finalidad de obtener un pasto de alto valor nutritivo que permitan ser una fuente alimenticia, de manera eficaz y para garantizar la economía de los productores (Percy, 2019, pág. 62).

La alimentación de los bovinos representa uno de los aspectos de mayor importancia en la producción animal, por ello la provisión de forrajes de apropiado rendimiento en materia seca y calidad nutricional requiere de una buena selección de variedades forrajeras. En la actualidad los pastos convencionales constituyen la base de los pastoreos de invierno en nuestro país, por su alto contenido en fibra cruda, proteína total, ceniza, FDA, etc, (Benitez, 2018, pág. 41).

Sin embargo, presenta limitaciones tales como bajos rendimientos, sistemas de siembra ineficientes, edades de corte muy largas, en este sentido existen especies naturalizadas que pueden tener un comportamiento igual o mejor a las especies convencionales, siendo el pasto avena una alternativa a esta problemática, en este aspecto se plantea conocer cuál es la mejor hora de cosecha en función al contenido de carbohidratos solubles, analizados de manera in situ permitiendo ser más eficientes en la determinación de la calidad de este pasto y optimizando los recursos de los productores de la zona. (Peñaherrera, 2015, pág. 17).

El pasto avena (*Arrhenatherum elatius*), presenta características que podrían convertirlo en una excelente alternativa forrajera para la alimentación del ganado en nuestro país, sin embargo, todavía existen limitantes en cuanto a la escasa información sobre el manejo del mismo, lo que impide su producción en grandes extensiones, ya que actualmente se lo sigue investigando en parcelas demostrativas, lo que constituye una desventaja para su propagación. Por lo expuesto anteriormente los objetivos fueron (Benitez, 2018, pág. 41):

Establecer la edad y hora de corte optima sobre la concentración de carbohidratos solubles en *Arrhenatherum elatius*, (pasto avena), con un refractómetro digital, Determinar la edad de corte (45 y 60 días), en la que se acumulan la mayor cantidad de carbohidratos solubles en *Arrhenatherum elatius*., Definir el rendimiento productivo en *Arrhenatherum elatius*, a diferente edad y hora de corte, Valorar la rentabilidad mediante el indicador beneficio/costo de cada uno de los tratamientos.

## CAPITULO I

### 1. MARCO TEORICO REFERENCIAL

#### 1.1. Pastos y forrajes

Los pastos y forrajes constituyen la dieta básica y más económica en la alimentación de rumiantes, proporcionan materia orgánica al suelo, lo que ayuda a su conservación y además protegen los suelos de la erosión y conservan la humedad. Toda la producción animal se basa en la alimentación, en tal sentido es necesario obtener pastos de gran valor nutritivo y en grandes cantidades, a fin de que proporcionen proteínas y carbohidratos para que las vacas produzcan más leche, los ovinos mejor calidad de carcasa y los cuyes obtengan mayor peso en menor tiempo (Cárdenas, 2018, pág. 23).

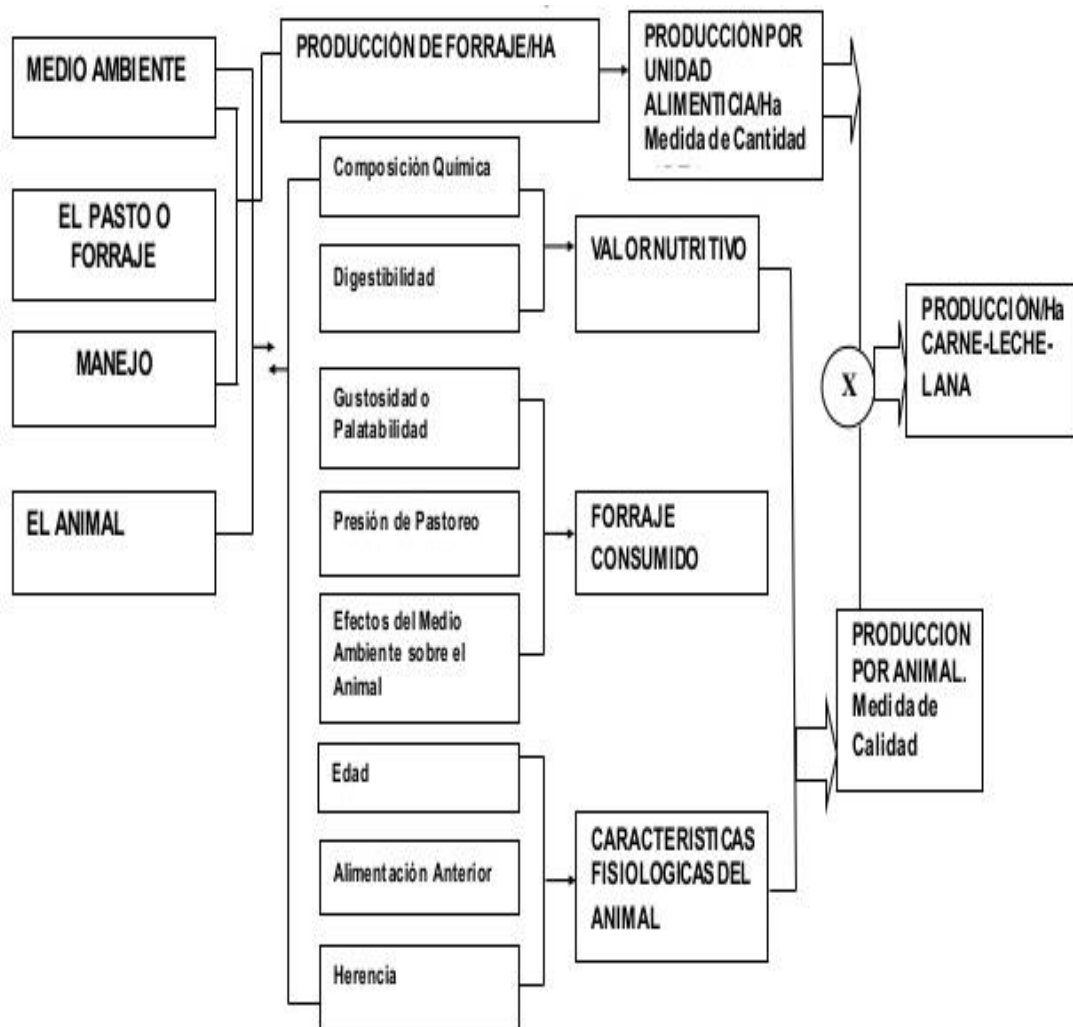
En muchas áreas del mundo, la hierba es el alimento mayoritario de los animales productores de leche o carne. Desde muy antiguo el pastoreo ha sido la forma de aprovecharla, subsistiendo junto a sistemas intensivos y productivos a expensas de grandes inversiones, sobre todo en energía, como la fósil, cereales, maquinaria, etc., Desde el punto de vista productivo los pastos y las demás especies forrajes son el sustento alimenticio más abundante y barato para todos los herbívoros incluyendo rumiantes y animales menores (Cornejo, 2015, pág. 21).

Las fuentes forrajeras básicamente la conforman gramíneas y leguminosas, sin embargo, se han evaluado otras familias botánicas que tienen potencial de uso en la nutrición animal, por tal razón es importante adoptar otras opciones apropiadas y lograr producciones a bajo costo con el uso intensivo de pastos y forrajes para garantizar una adecuada alimentación a los animales y por ende a la comunidad de nuestras zonas ganaderas La duración y el rendimiento de los pastos dependen de la planificación del cultivo: época de siembra, fertilización, mantenimiento, deshierbo, riegos oportunos, momento adecuado de corte y/o pastoreo y resiembras, (Maza, 2015, pág. 67).

Debido a la cantidad de factores que intervienen en la dinámica y comportamiento productivo de las praderas, los procesos que en ella ocurren son bastante dinámicos y describen las interrelaciones existentes entre plantas, animales, suelos, clima y manejo. Cada componente del sistema es afectado por los otros componentes. El objetivo de mayor importancia en el manejo de las pasturas es mantener los niveles productivos en términos de forraje producido por hectárea, sin el deterioro de la población vegetal y del suelo. Para un buen establecimiento y manejo de pastos y forrajes, con el fin de suministrar al ganado un alimento más abundante y de buena calidad, se den considerar varios aspectos, como son: (Percy, 2019, pág. 21):

- Analizar el suelo donde se va a establecer el pasto para determinar la necesidad de fertilizantes. Las gramíneas son exigentes especialmente en nitrógeno y fosforo y las leguminosas en calcio y fosforo.
- Preparar bien el suelo y disponer de un buen sistema de drenaje.
- Aplicar los correctivos al momento de la siembra de acuerdo con el análisis del suelo y las recomendaciones técnicas.

Mediante el seguimiento de estas prácticas es posible mantener pastos en buenas condiciones y más nutritivos para suministrarlos a los animales, ayudando a disminuir el costo de la suplementación. Los factores que afectan a la productividad de los pastos y forrajes se ilustran a continuación en la figura 1-1, (Cárdenas, 2018, pág. 23).



**Figura 1-1: Factores que afectan a la productividad de los pastos y forrajes**  
Fuente: Cárdenas, 2018, pág. 23.

En cuanto al origen se indica que el *Arrhenatherum elatius* es nativo de Europa, norte de África y oeste de Asia. Actualmente se le considera subcosmopolita en regiones templadas. Desaparece gradualmente con la altitud, siendo remplazada por otras especies mejor adaptadas. En la actualidad se lo encuentra como una planta naturalizada en algunas zonas andinas y alto andinas de nuestro país. Se considera una especie perenne, que en condiciones favorables tiene larga vida, crece en matas, produce abundante follaje tierno y muy apetecido por el ganado, alcanza una altura de 100 a 120 cm. Florece formando panojas que recuerdan las de la avena. El nombre genérico procede del griego *Arrhen*, macho y *Ather*, arista, aludiendo al hecho de que la flor inferior de la espiguilla, que es masculina, lleva una larga arista, (Cornejo, 2015, pág. 12) .

Las especies forrajeras se consideran una promesa para solucionar los múltiples problemas que existen en el sector agropecuario, en el Ecuador se presenta un área de 740 000 hectáreas, de las cuales 130 000 hectáreas se encuentran bajo explotación con bovinos, con pastos naturales y cultivados mal manejados y en su mayoría de poca calidad nutritiva, que se traduce en bajas respuestas productivas y reproductivas de los rebaños de leche, carne y doble propósito, (Simbaña, 2015, p. 51).

Como consecuencia de la poca eficiencia de los sistemas de producción de vacunos en el país, la situación entre la oferta y la demanda de leche y carne esta desequilibrada. A este escenario de la producción, contribuyen una gran cantidad de factores, entre los que se tienen: incremento desmesurado del costo de los insumos para el sector ganadero, mal manejo de los recursos alimenticios como son los residuos postcosecha, pastos y forrajes, entre otros, (Alba, 2015, p. 21).

### **1.1.1. Descripción**

La planta de *Arrhenatherum elatius* es herbácea perenne, de forma avenoide, que alcanza una altura de 50 a 120 cm, provista de un rizoma ramificado, a veces brevemente estolonífero, con raíces de color amarillo anaranjado. Hay hojas basales marchitas. Los culmos son ascendentes y cilíndricos, glabros y robustos con 3-5 nodos. Las hojas son planas, ásperas, con lámina de 5 mm y lígula corta y truncada (1.5 mm), biseladas en el ápice, membranosas, (Bernal, 2016, p. 26).

La inflorescencia está formada por una gran y rica panícula piramidal alargada y flexible de 10-25 cm, formada por espiguillas florales dispuestas sobre pedúnculos largos y ásperos, que se reflejan claramente en el momento de la antesis. Las espiguillas son biflore, de color amarillo verdoso y brillante, a menudo moteadas de violeta, glabras o rodeadas por un mechón de cabello en la base, (Peñaherrera, 2015, pág. 52) .

La flor inferior es estéril (masculina) con un largo descanso (15-20 mm) torcido y rodilla en la espalda, insertado en el 1/4 inferior en la parte posterior de la lemma. La flor superior es hermafrodita, generalmente con una lema mutica o con dos dientes muy cortos que miden aproximadamente de 2-3 mm, las glumas son desiguales, agudas, persistentes; con la menor de 5 mm y la superior de 8-9 mm, la antesis se encuentra en el período comprendido entre mayo y julio, donde la fruta es una aristata caryopsis muy pequeña, en la tabla 1-1 se menciona la clasificación taxonómica del *Arrhenatherum elatius* (Agnusdei, 2016, p. 21).

**Tabla 1-1: Clasificación taxonómica del *Arrhenatherum elatius*.**

CONCEPTO	CLASIFICACION
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Pooideae
Tribu:	Aveneae
Género:	Arrhenatherum
Especie:	A. elatius

Fuente: Agnusdei, 2016, p. 21.

### **1.1.2. Características botánicas del *Arrhenatherum elatius***

El *Arrhenatherum elatius* es una planta casi siempre herbácea, anual o perenne. Presentan una estructura floral muy característica, agrupándose las flores en espiguillas. En estado vegetativo son útiles para su clasificación las características de las hojas, las características botánicas se describen a continuación (Flores, 2015, p. 16):

- *Cobertura basal*: se la define como la proyección vertical de las partes aéreas de la planta sobre el suelo la cubierta basal es la que se encuentra a nivel del suelo y no incluyen las partes aéreas de la planta a ser evaluadas. A la cobertura basal como el espacio ocupado por la planta en una superficie de suelo cubierta por la corona de la planta.

- Cobertura aérea el forraje a diferentes alturas es de especial interés porque a través de ello se deduce la producción de pasto que fue removido por los animales en pastoreo.
- Altura de la planta: la altura de la planta y el área foliar son expresiones de distribuciones de la masa en el espacio y determina la disponibilidad de forraje además que demuestra ser un buen indicativo del vigor de la planta.

### **1.1.3. Características fisiológicas del *Arrhenatherum elatius***

Según (Pagliaricci, 2017, pág. 12), el *Arrhenatherum elatius* presenta las siguientes características fisiológicas que se describen a continuación:

- Se adapta a climas continentales donde las diferencias de temperaturas entre períodos estivales e invernales son enormes, así mismo con el día y la noche;
- Son susceptibles a heladas tardías; no sobreviven a la sombra;
- Son muy resistente a sequías estivales en las épocas del año en la cual las temperaturas suben y el clima es más cálido;
- Requiere de suelos drenados y algo secos, pero son sensibles a excesos de humedad;
- Prefieren suelos de pH 5 a 7,5;
- No requiere una gran oxigenación del suelo;
- Necesitan de temperaturas desde 11 a 16 °C
- Requieren una precipitación de 1000 a 1500 mm de agua
- Producción de Forraje

El forraje se define como cualquier parte comestible no dañada y una planta o parte de una planta que tiene un valor nutritivo es indispensable a los animales en pastoreo. Pudiendo llenar varios requisitos antes de que pueda ser considerada como forraje, lo más importante son: la aceptabilidad, la disponibilidad, y si provee o no nutrientes plantas casi siempre herbáceas, anuales o perennes. Presentan una estructura floral muy característica, agrupándose las flores en espiguillas. En estado vegetativo son útiles para su clasificación las características de las hojas (Basantes, 2015, pág. 56) .



#### **1.1.4. Manejo**

Esta especie en condiciones normales es de larga vida, es una planta perenne muy común, posee raíces amarillentas y unos lustrosos tallos de hojas lisas y liguladas. Se le utiliza para heno ya que resiste al pastoreo controlado, para permitir su recuperación. Se puede obtener una producción de alrededor de 50 t/ha de forraje verde en dos cortes y en forma seca de 10 a 15 Tn/ha, en igual número de cortes, (Vargas, 2018, pág. 45).

##### **1.1.4.1. Adaptación del *Arrhenatherum elatius***

El *Arrhenatherum elatius*, es una planta que se adapta a una gran variedad de suelos, aunque sus mejores producciones se obtienen en suelos francos con un pH de 5 a 7,5 la altitud recomendada para su establecimiento oscila entre los 2200 a 3800 msnm con temperaturas promedio de 8 a 14°C y una humedad relativa del 40 al 60%. El pasto avena son gramíneas poco adaptadas a suelos con problemas de anegamiento o que presenten una textura pesada, presentando de igual forma problemas de adaptación si el pH del suelo es muy ácido o presenta niveles moderados a altos de aluminio. El enraizamiento es moderadamente profundo con buena tolerancia a sequías, en suelos profundos en donde la producción de forraje es de buena calidad y palatabilidad (Flores, 2015, p. 16):

##### **1.1.4.2. Fertilización del *Arrhenatherum elatius***

El pasto avena frecuentemente es una especie muy exigente en elementos mayores como el Nitrógeno, Fósforo y Potasio, por ello se utiliza fórmulas para la fertilización como abonos compuestos de origen químico e inorgánico como el más frecuente el 10-30-10; 15-30-15 entre otros y con la adición de elementos menores como el Ca, Mg, S, Zn, Mo, Cu, etc. Además, señala que el mantenimiento de la fertilidad del suelo depende del empleo adecuado de fertilizantes y del manejo del pastizal. El propósito principal de la fertilización es aumentar el rendimiento de la pradera, procurando minimizar el costo por unidad de producción de materia seca del pasto. Esto se obtiene primeramente con la disminución del costo de fertilización incluyendo el precio de compra y el costo de aplicación de fertilizante y en segundo término con el incremento en la eficiencia de uso de nutrientes por la planta, (Huss, 2015, pág. 52) .

##### **1.1.4.3. Propagación**

El *Arrhenatherum elatius* L. debe sembrarse en terrenos fértiles y firmes utilizándose en cultivos puros de 20 a 30 kg/ha de semilla; lo más aconsejable es sembrar en asociación con otras gramíneas y leguminosas en una proporción de 2,5 a 3 kg/ha. Los *Arrhenatherum* se propagan de

una manera sexual y asexual en sistemas al voleo sin asociación se requiere de 35 a 45 kg/ha de semilla en mezclas que pueden ser con pasto azul o tréboles se utiliza de 9 a 13 kg/ha., (Agnusdei, 2016, pág. 63).

### **1.1.5. Composición química del *Arrhenatherum elatius***

El *Arrhenatherum elatius*, es una planta que es muy rica en proteínas de alto valor biológico, grasas y un gran número de vitaminas, minerales. Es la especie forrajera con mayor proporción de grasa vegetal un 65% de grasas no saturadas y un 35% de ácido linoleico, también contiene hidratos de carbono de fácil absorción, además de sodio, potasio, calcio, fósforo, magnesio, hierro, cobre cinc, vitaminas, contiene una buena cantidad de fibras que contribuyen al buen funcionamiento intestinal del animal, en la tabla 2-1, se describe la composición química de la avena forrajera (*Arrhenatherum elatius*), (Cornejo, 2015, pág. 21).

**Tabla 2-1: Composición Química del (*Arrhenatherum elatius*)**

Parámetro	Fresco (%)	Seco (%)
Materia seca	90,1	100
Cenizas	7,4	8,2
Fibra bruta	36,9	41
Grasa	1,9	2,1
Fracción nitrógeno	39,9	44,3
Proteína	4	4,4

Fuente: Cornejo, 2015, pág. 21.

### **1.1.6. Usos y producción del *Arrhenatherum elatius***

El grano de avena se emplea principalmente en la alimentación del ganado, aunque también es utilizada como planta forrajera, en pastoreo, heno o ensilado, sola o con leguminosas forrajeras, la paja de avena está considerada como muy buena para el ganado, es buena para animales de trabajo y reproductores por su alto contenido en vitamina E, (Alba, 2015, pág. 52).

La avena forrajera puede ser conservada para suplir las necesidades de alimentación durante períodos en que es escasa la alimentación de los animales en cantidad y calidad, de esta manera es utilizada en la elaboración de henos (pasto seco) o silajes (pasto fermentado), (Basantes, 2015, pág. 28).

En la producción del *Arrhenatherum elatius*, se obtienen rendimientos de 15 t/ha./corte, de forraje verde y que la producción de semilla es de 300 kg/ha, la producción total o estacional de una especie forrajera depende de dos factores que normalmente tienen efectos opuestos, el número de pastoreos o cortes y el rendimiento de cada uno de ellos; la producción de forraje depende de la contribución de la población de macollos o tallos, la producción de forraje puede variar en cada especie en las diferentes épocas del año aunque durante el desarrollo reproductivo el peso por macollo es siempre el componente de mayor importancia, (Carambula, 2017, pág. 25).

La mejor época para la cosecha es cuando al hacer rodar la inflorescencia entre los dedos, las semillas se desprenden, pudiéndose tener un rendimiento de 300 kg por hectárea de semilla. El pasto avena produce muy poca cantidad de semilla y de baja calidad, por cuanto esta cae al suelo tan pronto como madura presentando dificultad para su recolección total, debido a la desigualdad en la maduración y a la facilidad con que se desgrana (Mamani, 2015, pág. 14).

## **1.2. Factores que afectan la calidad nutritiva de los pastos**

Son muchos los factores determinantes de la composición química de los pastos. Entre ellos se citan factores propios de la planta (especie, edad, morfología, etc.), factores ambientales (temperatura, radiación solar, precipitación, fertilidad y tipo de suelo) y factores de manejo que el hombre ejerce sobre la pastura, (Terrones, 2015, pág. 124).

### **1.2.1. Factores morfológicos**

Se ha observado que las hojas contienen mayor contenido de proteína, menor contenido de fracciones fibrosas lo que le confiere una mejor calidad y por ende mayor consumo por los animales en comparación con los tallos. Otros factores morfológicos que afectan la calidad son: altura de la planta y estructura de pastizal. Las especies de porte alto son consumidas en mayor proporción que las de porte bajo debido a los hábitos de consumo de los animales (Terrones, 2015, pág. 124).

### **1.2.2. Factores fisiológicos**

La edad o estado de madurez de la planta es tal vez el más importante y determinante de la calidad nutritiva del forraje. Durante el proceso de crecimiento de la planta, después del estado foliar inicial hay un rápido incremento de materia seca y un cambio continuo en los componentes orgánicos e inorgánicos. A medida que avanza el estado de madurez, la formación de los componentes estructurales (lignina, celulosa y hemicelulosa) ocurren en mayor velocidad que el

incremento de los carbohidratos solubles; además, los componentes nitrogenados progresivamente constituyen una menor proporción de la materia seca. Esto se debe tanto a la pérdida de hojas como al aumento progresivo de la lignina, uno de los componentes estructurales que forma parte esencial de la membrana celular, el cual dificulta la digestión y disminuye el valor nutritivo de los pastos. El contenido proteico de las gramíneas tropicales presenta niveles relativamente altos en los estadios iniciales de crecimiento, para luego caer marcadamente hasta antes de la floración. Esta disminución continúa hasta la madurez, momento en que el N es trasladado de las hojas a los tejidos de reservas (base de tallos y raíces). Al igual que la digestibilidad y el contenido proteico, el desarrollo vegetal trae consigo cambios morfológicos que contribuyen a la disminución del valor nutritivo de los forrajes, (Simbaña, 2015, pág. 65).

### **1.2.3. *Factor suelo***

En la planta tomará nutrientes del suelo, y la calidad y la cantidad de éstos nutrientes dependerán del agua, características físicas y características químicas. En lo que se refiere al agua, la cantidad de ésta en el suelo determinará la vegetación de esa zona. Si hay poca o mucha agua el pasto no crece bien y si hay suficiente agua el pasto si crece bien. Entonces hay que tomar en cuenta el nivel freático (nivel a que se encuentra el agua en el suelo). Sí el nivel freático es superficial las raíces no crecen mucho y si el nivel freático es profundo las raíces crecerán más profundas y esto es mejor porque toman más nutrientes. Pastos con raíces superficiales desarrollan menos que pastos con raíces profundas. En cuanto a las características físicas y químicas, entre más crezca un pasto, más nutrientes sacará del suelo, entonces éstos nutrientes se restituyen ya sea por excreciones de animales o por fertilización química, (Vargas, 2018, pág. 36).

### **1.2.4. *Factores climáticos***

Los pastos poseen características fisiológicas y morfológicas propias que le brindan adaptación específica para su crecimiento y calidad. Sin embargo, experimentan modificaciones morfológicas en su rendimiento y calidad cuando ocurren cambios en las condiciones climáticas, donde la temperatura, la radiación solar, las precipitaciones y su distribución son los componentes de mayor influencia bajo las condiciones tropicales, (Guzmán, 2017, pág. 65).

Existen dos factores climáticos que inciden directamente en la producción de los pastos a nivel de la serranía y del trópico de nuestro país, (Bernal, 2016, pág. 78).

- Lluvias: en el país hay dos estaciones: la seca y la lluviosa.
- Tiempo/día (luz): donde la intensidad de la luz es mayor va haber mayor producción de la pastura (factor de fotosíntesis es más alto), pero a la vez va a aumentar la velocidad de maduración (trópicos), también es afectado por la evapotranspiración.

Los procesos bioquímicos y fisiológicos básicos relacionados con la síntesis, transporte y degradación de sustancias en las plantas están influenciados por la temperatura. No todas las especies de pastos tienen el mismo valor óptimo de temperatura para el cumplimiento de estas funciones. Cuando este valor óptimo es superado, los pastos utilizan mecanismos estructurales para reducir los efectos de estrés por altas temperaturas, como es el aumento del contenido de la pared celular, en especial de la lignina, la cual reduce de forma muy marcada la digestibilidad y la calidad de los pastos, (Pinto, 2017, p. 10).

#### *1.2.4.1. Radiación solar*

Se encuentra muy relacionada con procesos fisiológicos fundamentales, vinculados con el crecimiento y los cambios morfológicos que experimentan los pastos y forrajes a través de su desarrollo. Influye en los procesos metabólicos de la planta que determinan su composición química, por cambios en la intensidad y en la calidad de la luz. El aumento en la intensidad de la luz favorece los procesos de síntesis y acumulación de carbohidratos solubles en la planta, mostrando un comportamiento inverso con el resto de los constituyentes solubles y estructurales, siempre que otros factores no sean limitantes, (Bernal, 2016, pág. 25).

El volumen de agua caída por las precipitaciones y su distribución a través del año ejercen efectos notables en el crecimiento y la calidad de los pastos, debido a su estrecha relación con los factores bioquímicos y fisiológicos que regulan estos procesos biológicos de gran complejidad. Tanto el exceso como el déficit de precipitaciones pueden provocar estrés en los cultivos forrajeros. En el caso del primero, generalmente ocurre en los suelos mal drenados durante la estación lluviosa o en las regiones donde las precipitaciones son altas durante todo el año. Su efecto fundamental radica en que causa anoxia en las raíces, afectando su respiración aeróbica, absorción de minerales y agua, (Gaviria, 2015, pág. 52).

Sin embargo, el estrés por sequía es más común en las regiones tropicales, afectando el comportamiento fisiológico y morfológico de las plantas. El efecto depende de su intensidad y el estado de crecimiento y desarrollo de la planta. En este sentido, podemos plantear que el aumento en la calidad de los pastos debido al estrés hídrico está asociado a cambios morfológicos en las

plantas, tales como: reducción en el crecimiento de los tallos y aumento en la proporción de hojas, elementos característicos en el retraso de la madurez de las plantas, (Alba, 2015, pág. 12).

Por su parte, el estrés hídrico disminuye la concentración de la pared celular en las hojas y tallos de los forrajes, aunque de forma variable en sus componentes estructurales (celulosa, hemicelulosa y lignina), atribuible esto último a la necesidad de la planta de mantener altos valores de carbohidratos en formas solubles durante los ajustes osmóticos, aunque la luminosidad es clave para la producción de forrajes y gramíneas, hay expertos que recomiendan sembrar pastos que se adapten a condiciones de sombra limitadas (Gélvez, 2017, pág. 54).

### **1.2.5. Factores de manejo**

El crecimiento y la calidad de los pastos pueden variar considerablemente de acuerdo con el manejo a que son sometidos, con efectos favorables o no en dependencia de la especie de planta y las condiciones edafoclimáticas donde se desarrollan. Se destacan entre ellos la altura de corte o pastoreo, la carga animal y el tiempo de ocupación entre otros. De igual manera en <http://fondoganaderohn.com>. (2014), se cita que aquí influye el sistema de rotación y la carga animal. Dependiendo de la rotación se poseerá mayor o menor producción del pasto. Teniendo en cuenta la rotación, hay que ver la carga animal que nos va influir también en la producción, (Gélvez, 2017, pág. 1).

### **1.3. Carbohidratos en los pastos**

Los macro componentes de la célula vegetal son el contenido celular y la pared celular, y son ampliamente clasificados como carbohidratos no estructurales (CNE) y carbohidratos estructurales (CE), respectivamente; siendo los primeros más digeribles que los segundos, Es necesario considerar que el metabolismo de energía en rumiantes se basa en su habilidad para digerir los carbohidratos estructurales de las plantas como la celulosa; ésta digestión se lleva a cabo bajo condiciones anaeróbicas por un complejo de bacterias, hongos y protozoos (Gaviria, 2015, pág. 29).

El metabolismo de los carbohidratos por los microorganismos del rumen determina la producción de ácidos grasos volátiles (AGV) que, a su vez proporcionan entre 70 y 80% de las necesidades calóricas totales del animal hospedero, los productos finales de fermentación a partir de los carbohidratos, además de los ATP generados en el rumen, sirven como fuente de energía para el mantenimiento de la biota ruminal y para los procesos productivos asociados con el crecimiento,

gestación y lactancia del animal. El CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> son eructados, y la energía todavía presente en el CH<sub>4</sub> se pierde, o se usa para el mantenimiento de la temperatura corporal, (Gaviria, 2015, pág. 29).

Los carbohidratos en las plantas son variados y cada uno de ellos se comporta de diferente forma en la digestión tanto ruminal como intestinal de los rumiantes. Por esta razón se han clasificado según su estructura y función para fermentarse y absorberse en el tracto digestivo del animal, como sigue (Barahona, 2015, pág. 65):

- Fracción A: son azúcares y ácidos orgánicos digeribles en un 100% y la fuente inmediata de energía para los microorganismos del rumen, quienes los convierten en ácidos grasos volátiles y compuestos microbiales.
- Fracción B1: a esta fracción pertenecen los almidones y las pectinas solubles. Su digestibilidad está entre 80 y 100% y los animales los fermentan casi en su totalidad en el rumen dando origen a más AGV y energía para los microbios ruminales.
- Fracción B2: corresponde a los carbohidratos estructurales: celulosa y hemicelulosa, que conforman el esqueleto de la planta. No son solubles y su digestibilidad oscila entre 20 y 60%. La mayoría de los pastos tienen entre un 50 y 80% de fracción B2, porcentaje que es mayor a medida que la planta madura. Esta fracción se identifica en el laboratorio como FDN. Las bacterias celulolíticas y los hongos ruminales degradan esta fracción lentamente generando ácidos grasos volátiles y células microbiales. Esta es la principal fuente de energía para el animal.
- Fracción C: integrada por carbohidratos no digeribles que forman las ligninas, compuestos que actúan como pegantes de la pared celular del tejido vegetal y cuya cantidad en él determina la digestibilidad del forraje. Las ligninas aumentan a medida que madura la planta, lo que las hace más indigestible.

Casi el 100% de los carbohidratos que el animal ingiere en su dieta se fermenta en el rumen para generar AGV como el acético, butírico y propiónico, los cuales se absorben por las paredes del rumen y son transportados al hígado para su conversión en glucosa y tejido graso, según las necesidades del animal. Los carbohidratos de mayor importancia para el rumiante son los estructurales (celulosa y hemicelulosa), por ser su principal fuente de energía, pero éstos solo se fermentan en el rumen hasta un 70% en el mejor de los forrajes, (Barahona, 2015, pág. 65).

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 2.1. Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó en la parroquia de Tixán (Zula) del cantón Alausí, provincia de Chimborazo, con un tiempo de duración de 60 días, que fueron distribuidos conforme a las necesidades de tiempo para cada actividad, a partir de la resiembra de las parcelas, evaluando desde primer corte de igualación. Las condiciones meteorológicas de la parroquia de Tixán, se detallan a continuación en la tabla 1-2:

**Tabla 1-2. Condiciones Meteorológicas de la Parroquia de Tixán.**

INDICADORES	2019
Temperatura (°C).	13.45
Precipitación (mm/año).	42.8
Humedad relativa (%).	61.4
Viento / velocidad (m/s)	2.50
Heliofanía (horas/ luz).	1317.6

Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial de la Parroquia Tixan. (2016).

#### 2.2. Unidades experimentales

El Tamaño de cada Unidad Experimental fue de 12 m<sup>2</sup> (4x3), distribuidos en 36 unidades experimentales con un área total neta de ensayo de 432 m<sup>2</sup>.

#### 2.3. Materiales, equipos e instalaciones

##### 2.3.1. *Materiales*

- Herramientas manuales (martillo, hoz).
- Piola.



- Rótulos de identificación.
- Estacas.
- Flexómetro.
- Fundas de papel.
- Libreta de apuntes, esferos.
- Cámara fotográfica.
- Registros.

### 2.3.2. *Equipos*

- Balanza analítica.
- Equipo de computación
- Refractómetro

### 2.3.3. *Tratamiento y diseño experimental*

En el presente estudio se evaluó la mayor concentración de carbohidratos solubles en el *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena) respecto a la edad de corte (45 y 60 días) factor A, y el factor B, la hora de corte (08H00, 10H00, 12H00, 14H00, 16H00-18H00 horas). Las unidades experimentales fueron distribuidas bajo un diseño de bloques completamente al azar, (DBCA), bajo arreglo bifactorial con tres repeticiones, utilizando 36 unidades experimentales, con un total de 432 m<sup>2</sup>. De acuerdo el siguiente modelo lineal aditivo:

*Ecuación 1-2:*

$$Y_{ijk} = \mu + \gamma_k + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Valor de la variable.

$\mu$  = Media general.

$\gamma_k$  = Efecto de los bloques.

$\tau_i$  = Efecto de la edad de corte

$\beta_j$  = Efecto de la hora de corte

$\beta_j$  = Interacción de los tratamientos edad de corte y las horas de corte

$\epsilon_{ijk}$  = Efecto del Error experimental. (Eb)

El esquema del experimento se detalla a continuación en la tabla 2-2:

**Tabla 2-2: Esquema del experimento.**

<b>Edad al corte Factor A</b>	<b>Tiempo de corte Factor B</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>Repeticiones.</b>	<b>TUE</b>	<b>Total parcelas</b>
45 días	08H00	E45T08-08	3	1	3
45 días	10H00	E45T10-10	3	1	3
45 días	12H00	E45T12-12	3	1	3
45 días	14H00	E45T14-14	3	1	3
45 días	16H00	E45T16-16	3	1	3
45 días	18H00	E45T18-18	3	1	3
60 días	08H00	E60T08-08	3	1	3
60 días	10H00	E60T10-10	3	1	3
60 días	12H00	E60T12-12	3	1	3
60 días	14H00	E60T14-14	3	1	3
60 días	16h00	E60T16-16	3	1	3
60 días	18h00	E60T18-18	3	1	3
<b>TOTAL</b>					<b>36</b>

**Realizado por:** Oviedo, Álvaro, 2021.

En la tabla 3-2, se describe el esquema del análisis de varianza que fue aplicado en la presente investigación:

**Tabla 3-2: Esquema del ADEVA.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Total	35
Bloques	2
Factor A: Edad al corte	1
Factor B: Tiempo de corte	5
Interacción A*B	5
Error	22

**Realizado por:** Oviedo, Alvaro, 2021.

#### **2.3.4. Mediciones experimentales**

Las mediciones que se tomaron en cuenta en la presente investigación se describen a continuación en los siguientes apartados:

- Cobertura basal, (%)
- Cobertura aérea, (%)
- Altura de la planta, (cm)

- Contenido de carbohidratos solubles, (°Brix)
- Producción de biomasa verde (t/ha/año)
- Producción de materia seca (t/ha/año)
- Análisis proximal
- Indicador Beneficio – Costo

#### **2.4. Análisis estadísticos y pruebas de significancia**

Los resultados experimentales fueron sometidos a las siguientes técnicas estadísticas:

- Análisis de varianza ADEVA ( $P \leq 0,05$ ) y ( $P \leq 0,01$ )
- Separación de medias por el método de Tukey ( $P \leq 0,05$ ) y ( $P \leq 0,01$ )
- Análisis de regresión y correlación

#### **2.5. Procedimiento experimental**

El presente estudio se desarrolló en un cultivo establecido de *Arrhenatherum elatius*, e inició con el corte de igualación, y se aplicó el siguiente procedimiento:

- En el transcurso del ensayo se realizó labores culturales como el control de malezas y la aplicación del riego en función de las condiciones ambientales que predominen en la zona.
- Las unidades experimentales estuvieron constituidas por 36 parcelas cada una con una superficie de 12 metros cuadrados, en un área total de 432 m<sup>2</sup>, las cuales se identificaron con rótulos y se delimitaron con estacas y piolas.
- Una vez ubicadas las parcelas se realizaron los cortes con intervalos de 45 y 60 días y a diferentes horas: 8h00, 10h00, 12h00, 14h00, 16h00 y 18h00; para determinar la producción forrajera se utilizó el método del cuadrante.
- Las muestras obtenidas se enviaron al laboratorio para el análisis proximal, contenido de carbohidratos solubles, producción de materia verde (t/Ha), y Producción de biomasa seca (t/Ha).
- Al finalizar el trabajo experimental se procedió a tabular los datos y analizar el mejor tratamiento.

## **2.6. Metodología de la evaluación**

### **2.6.1. Cobertura basal**

Se determinó el porcentaje de cobertura basal por el método de la Línea de Canfield, que consistió en trazar un transepto en forma diagonal en cada parcela, donde se evaluaron a las plantas que estuvieron en contacto con el transepto, utilizando la cinta métrica se midió el área ocupada en el suelo por cada planta, se sumaron todas las coberturas de cada parcela y por regla de tres se obtuvo el porcentaje de cobertura basal, (Guaranga, 2019, pág. 29).

### **2.6.2. Cobertura aérea**

La cobertura aérea se determinó mediante el uso de un transepto y con un flexómetro se procedió a medir la parte aérea de todas las plantas que estuvieron en contacto con este transepto, posteriormente se sumó todos los datos y por regla de tres simple se obtuvo el porcentaje de cobertura aérea (Guaranga, 2019, pág. 29).

### **2.6.3. Altura de la planta**

La medición de la altura de la planta consistió en la medición de la altura de la planta en las distintas etapas fenológicas, se expresará en cm. Tomando la misma desde la superficie del suelo, hasta la media terminal de la hoja más alta (Guaranga, 2019, pág. 29).

### **2.6.4. Producción de biomasa verde (t/ha/año)**

Se trabajará en función al peso, para lo cual se cortará una muestra representativa de cada parcela, mediante la utilización de un cuadrante de 1 m<sup>2</sup>, y se dejará para el Edad del corte a una altura de 5 cm, el peso a obtenerse se relacionará con el 100% de la parcela, y posteriormente se estimará la producción en t/ha (Guaranga, 2019, pág. 29).

### **2.6.5. Producción de materia seca (t/ha/año)**

El cálculo de producción de forraje en materia seca t/MS/ha, se realizó en relación a la producción de forraje verde, se tomará una muestra del forraje y se llevará al laboratorio para la evaluación del contenido de materia seca (Guaranga, 2019, pág. 29).

### **2.6.6. *Análisis proximal***

Se fundamentará en el porcentaje de Humedad, Cenizas, Proteína Bruta se lo efectuó a los 45 y 60 días de edad mediante la siguiente metodología:

#### **2.6.6.1. *Determinación de humedad***

Conocida también como humedad tal como ofrecido (TCO), y consistió en secar el forraje en la estufa a una temperatura de 60 a 65°C hasta peso constante, el secado tiene una duración de 24 horas, (Hernandez, 2004, pág. 32).

#### **2.6.6.2. *Determinación de proteína***

Para la determinación de la proteína se realizó mediante tres procesos que fueron: la digestión, destilación y titulación (Hernandez, 2004, pág. 32).

- En la digestión la muestra fue sometida a un calentamiento con ácido sulfúrico concentrado, óxido de selenio y sulfato de sodio, en este proceso la muestra los hidratos de carbono y las grasas de la muestra se destruyeron hasta formar CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O, la proteína se descompuso con la formación de amoníaco, el cual intervino en la reacción con al ácido sulfúrico y formó el sulfato de amonio.
- Este sulfato en medio ácido es resistente y su destrucción con desprendimiento de amoníaco sucede solamente en medio básico; luego de la formación de la sal de amonio actuó una base fuerte al 50% y se desprende el nitrógeno en forma de amoníaco, este amoníaco es retenido en una solución de ácido bórico al 2.5% y fue titulado con HCL al 0.1N.

#### **2.6.6.3. *Determinación de cenizas***

La determinación de cenizas se realizó por medio de incineración seca que consistió en quemar la sustancia orgánica de la muestra en la mufla a una temperatura de 600° C., con esto la sustancia orgánica se combustiona y se formó el CO<sub>2</sub>, agua, amoníaco y la sustancia inorgánica (sales minerales) se queda en forma de residuos, la incineración se llevó a cabo hasta obtener una ceniza color gris o gris claro (Hernandez, 2004, pág. 32).

#### 2.6.6.4. *Contenido de carbohidratos solubles*

La determinación del contenido de carbohidratos se realizó por el método in situ (Hernandez, 2004, pág. 32):

- Se utilizó el equipo (refractómetro) se lo colocó sobre una base totalmente plana, y se calibró usando agua destilada
- Se evitó la luz solar con el lente del refractómetro
- Se sacó las muestras del pasto de cada parcela
- Se derramó una gota de la muestra de la planta sobre el refractómetro
- Se esperó unos segundos hasta que marque el valor en grados brix.

#### 2.6.6.5. *Indicador Beneficio – Costo*

Este parámetro se evaluó mediante el análisis beneficio costo (Gaviria, 2015, pág. 42).

Beneficio/Costo = Ingresos totales (\$) / Egresos totales (\$).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Evaluación del comportamiento botánico del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), por efecto de la edad al corte para determinar la concentración óptima de carbohidratos solubles (° Brix) in situ

##### 3.1.1. Porcentaje de Cobertura basal

Al evaluar el porcentaje de cobertura basal en el *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), se reportó diferencias altamente significativas ( $P < 2E-08$ ), entre los tratamientos, en función de la edad al corte, estableciéndose la mayor cobertura basal a los 60 días de edad, con el 59,13%, en tanto que la menor cobertura se obtuvo a los 45 días, con un valor de 44,50%, como se indica en la tabla 1-3.

**Tabla 1-3: Comportamiento botánico del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), por efecto de la edad al corte para determinar la concentración óptima de carbohidratos solubles (° Brix).**

VARIABLE	EDAD DE CORTE		EE	Prob	Sign
	45 días T1	60 días T2			
Porcentaje de Cobertura basal, %	44,50 b	59,13 a	1,19	0,0001	**
Porcentaje de Cobertura aérea, %	50,96 b	70,76 a	1,43	0,0001	**
Altura, cm	12,94 b	43,94 a	0,54	0,0001	**
Producción de Forraje verde					
t/FV/ha/año	2,03 b	2,60 a	0,12	0,003	**
Producción de Materia seca					
t/MS/ha/año	0,50 b	1,25 a	0,05	0,000	**

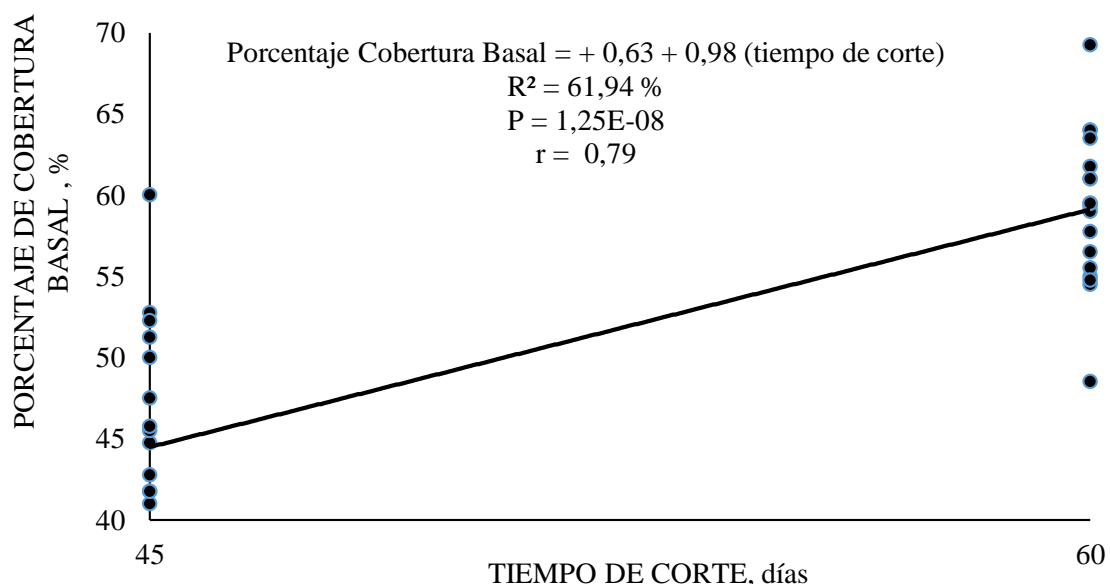
**Realizado por:** Oviedo, Álvaro, 2021.

Comparando los resultados de la presente investigación con los de (Guagua, 2007, pág. 62), quien reporta en el *Arrhenatherum elatius* (Pasto de avena), una cobertura basal de 34 % al emplear 420 t/ha de abono orgánico más micro-elementos, siendo estos datos inferiores a los registrados

en el presente trabajo donde se señala que a los 60 días se consigue una cobertura basal de 59,13% por lo que señala que al emplear abonos orgánicos enriquecidos, se tiene mayor absorción por la planta a través de los estomas favoreciendo su desarrollo, mejorando su rendimiento además de incrementar la resistencia a determinadas plagas, que podrían matar a la planta en sus primeros estadios o cuando ya se han desarrollado.

Al registrar un porcentaje de cobertura basal de 59,13% , se evidencia superioridad en relación a los reportes de (Parra, 1993), citado por (Benitez, 2018, pág. 65), quien registró una cobertura basal de 43,91%, con la aplicación de abonos químicos y fitohormonas, considerando que tienen un efecto benéfico, en el pasto debido a su concentración y composición, pero sin olvidar que los fertilizantes químicos alteran el pH del suelo y activan algunos microorganismos patógenos que pueden destruir la textura del suelo y que podrían ocasionar contaminación cruzada al ser ingeridos por los animales y sus subproductos a su vez ser comercializados para el consumo humano, siendo estos últimos afectados en su salud.

Mediante el análisis de regresión de la cobertura basal que se ilustra en el gráfico 1-3, se aprecia que partiendo de un intercepto de 0,63, existe un incremento de 0,98 por cada unidad de cambio en el tiempo de corte del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena), a una probabilidad del ( $P < 0.01$ ), con un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) del 61,94 %, mientras tanto que el 38,06 % restante depende de otros factores no tomados en cuenta, como son la calidad de los suelos donde fueron sembradas las parcelas de pasto avena, entre otras.



**Gráfico 1-3:** Análisis de regresión del porcentaje de cobertura basal del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), por efecto de la edad de corte, para determinar la concentración óptima de carbohidratos solubles (° Brix) in situ.

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.



Además, se aprecia un coeficiente de correlación del  $r = 0,79$  es decir que la relación entre el porcentaje de cobertura basal y la edad de corte indican una concordancia positiva alta, por lo tanto se afirma que a medida que se incrementa el estado de desarrollo de la planta también se incrementa el porcentaje de cobertura basal en forma altamente significativa ( $P < 0,01$ ).

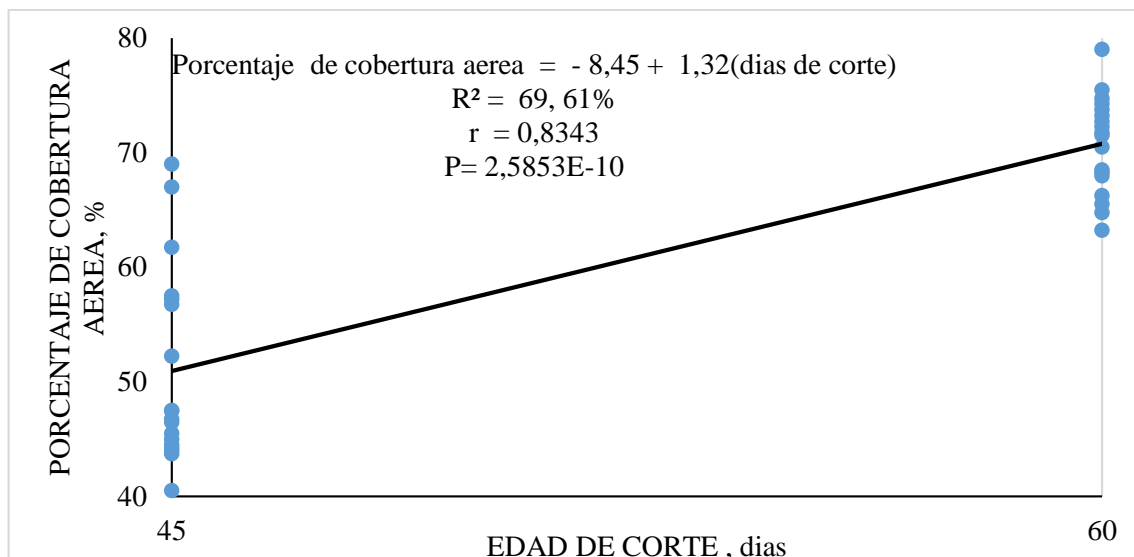
### **3.1.2. Porcentaje de Cobertura aérea**

El análisis de varianza del porcentaje de cobertura aérea del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena), registró diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ), ya que el mayor porcentaje fue a los 60 días de edad con el 70,76 % mientras que la menor cobertura aérea se presentó a los 45 días de edad con un promedio de 50,96 %.

Es decir que los resultados más satisfactorios se consiguen a los 60 días de corte lo que es corroborado con lo que afirma (Lemache, 2015, p. 52), quien menciona que los carbohidratos solubles (CNES) se generan en las hojas de las plantas por el proceso de fotosíntesis, y se acumulan, en una primera etapa, en los tallos de las especies vegetales. A medida que la planta empieza a encañarse y a desarrollarse, esto quiere decir aproximadamente a partir de la quinta y sexta hoja dependiendo de la especie, aumenta el porcentaje de cobertura basal de los forrajes, por lo tanto es necesario proveer de los nutrientes esenciales que requiere la planta en su desarrollo además de condiciones de manejo necesarias

Los resultados de la presente investigación son superiores (70,76 %), a los reportados por (Benitez, 2018, pág. 26), quien al evaluar diferentes fertilizantes orgánicos e inorgánicos aplicados foliarmente en la producción de forraje y semillas del pasto *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena), estableció diferencias altamente significativas entre tratamientos, obteniendo el mejor resultado para el pasto con el que se empleó abono orgánico con medias de 45.81% estimando que a mayor medida de microorganismos en el suelo, este se vuelve más productivo y por ende ayuda en el vigor de las plantas y además poseen mayor concentración de microelementos mejorando su metabolismo y la producción de biomasa.

Al realizar el análisis de regresión para la variable porcentaje de cobertura aérea del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena), que se ilustra en el gráfico 2-3, se determinó que los datos se dispersan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa ( $P = 2,6E-10$ ), donde se determina que partiendo de un intercepto de 8,45 el porcentaje de cobertura aérea se incrementa en 1,32 por cada unidad de cambio en el tiempo de edad de corte del pasto.,



**Gráfico 2-3: Análisis de regresión del porcentaje de cobertura aérea del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), por efecto de la edad de corte, para determinar la concentración óptima de carbohidratos solubles (° Brix) in situ.**

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

Se aprecia además un coeficiente de determinación del 69,61 % mientras tanto que el 30,39 % restante para llegar al 100 %, depende de otros factores no considerados en la presente investigación como son las condiciones climáticas y la cantidad de riego reinante en la época de experimental. De la misma manera se aprecia que el coeficiente de correlación identifica una relación positiva alta ( $r = 0.83$ ), es decir que a medida que se incrementa el tiempo de corte del pasto existe un incremento en el porcentaje de cobertura aérea en forma altamente significativa ( $P < 0.01$ ).

### 3.1.3. *Altura*

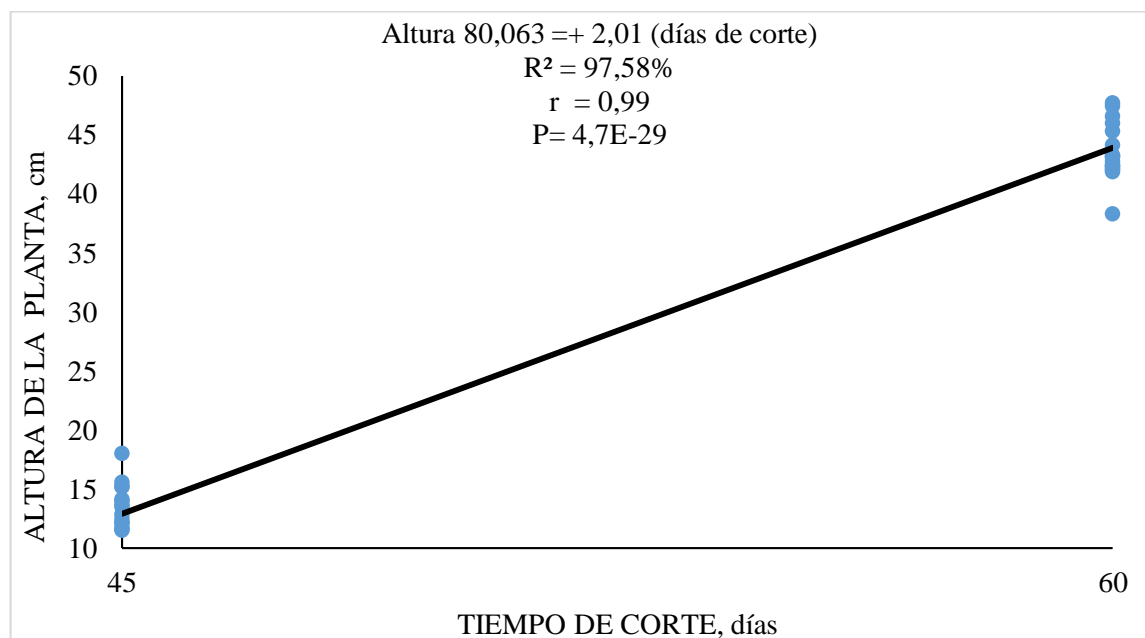
Al evaluar la altura de pasto avena con respecto a la edad de corte, se reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), registrándose como el mejor tratamiento las parcelas evaluadas a los 60 días de edad con 43,94 cm, mientras que el tratamiento con menor respuesta fue a los 45 días de edad con 12,94 cm, difiriendo estadísticamente entre ellos.

Los resultados de la presente investigación que reportan a los 60 días una altura de 43,94 cm, son superiores al ser comparadas con los reportes de (Benitez, 2018, pág. 52), en relación a la altura del pasto avena, en estado de prefloración no se registraron diferencias estadísticas, por efecto del fertilizante y abono empleado, siendo superiores a los de la presente investigación, por cuanto las mayores alturas se observaron en las plantas a las que se aplicó abono orgánico con medias de

40.93 cm, esto tiene su fundamento en la afirmación de (Alba, 2015, p. 53) quien manifiesta que los fertilizantes inorgánicos tienen la capacidad de acelerar el crecimiento de las plantas sin embargo posee efectos negativos como son la erosión y pérdida de suelo fértil, considerando su alto grado de contaminación, debido a que no forma parte del ecosistema en el que se desarrolla el pasto.

Se considera también los resultados de (Gaibor, 2008, pág. 54), quien al aplicar 5 toneladas de humus por hectárea para la fertilización del pasto avena reportó una altura media de 56.72 cm, observándose que estos resultados fueron superiores a los de la presente investigación ya que la acción benéfica del humus por ser un abono biológico, posee todos los elementos esenciales para la nutrición de las plantas especialmente es rica en N, P y K, acompañados de una flora bacteriana importante para la recuperación de sustancias nutritivas retenidas en el suelo. Además, el fósforo les da a los pastos la resistencia para mantenerse rígidas, así como para poder sostener todas sus partes en resumen promueve el buen desarrollo de tallo y raíces, que son las partes de la planta que son consumidas por los animales.

Al realizar el análisis de regresión de la variable altura del *Arrhatherum elatius* (pasto avena), se determinó que los datos se dispersan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa ( $P < 0.01$ ), de donde se desprende que partiendo de un intercepto de 80,06, la altura del pasto se eleva en 2,01 por cada unidad de cambio en los días, de la misma manera se aprecia que el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) fue de 97,58%, como se ilustra en el gráfico 3-3.



**Gráfico 3- 3: Análisis de regresión del porcentaje de cobertura aérea del *Arrhatherum elatius* (Pasto avena), por efecto de la edad de corte, para determinar la concentración óptima de carbohidratos solubles (° Brix) in situ.**

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

Mientras tanto que el 2,42% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación como son el tipo de suelo o la calidad del riego que se proporcione al pasto en la etapa de desarrollo de la investigación. De la misma manera el coeficiente de correlación de Pearson determina una relación positiva alta ( $r = 0,99$ ), es decir que a medida que se incrementa el tiempo de corte (días), también se eleva la altura de la planta en forma altamente significativa

#### **3.1.4. Producción de Forraje en materia verde**

En la evaluación de la producción de forraje verde del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), se presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por efecto de la edad de corte, registrándose como mejor tratamiento a los 60 días de edad del pasto, puesto que el promedio de producción en materia verde fue de 2,60 t/ha/año mientras tanto que a los 45 días se reportó una producción de materia verde equivalente a 2,03t/ha/año.

Es decir que a los 60 días la producción en materia verde es mayor lo que es corroborado con las apreciaciones de (Terrones, 2015, p. 26), quien señala que las gramíneas como es el caso de *Arrhenatherum elatius* están presentes en todas las asociaciones de plantas que servirán para la alimentación de las especies animales en el mundo, están acondicionadas biológica y estructuralmente entre ellas, se adaptan a una gran variedad de suelos y pueden sobrevivir en condiciones adversas entre estas alta dosis de siembra, competencia, fuego, pastoreo, etc.

Los resultados reportados en la investigación que indican a los 60 días una producción en materia verde de 2,60 t/ha/año son inferiores a los registrados por (Gaibor, 2008, pág. 67), quien al fertilizar el pasto utilizando 15 t/humus/ha, logró promedios de producción en materia verde de 8,15 t/ha/corte, *Arrhenatherum elatius*, realizando 6 cortes al año. De la misma forma estos resultados son inferiores a los reportados por (Becerra, 2009, pag 59), quien al realizar la evaluación de diferentes niveles de humus de lombriz en la producción de forraje del pasto avena, registró un rendimiento de 4,91 t de forraje verde.

#### **3.1.5. Producción de Forraje en materia seca**

La producción en materia seca de la gramínea evaluada en la presente investigación (*Arrhenatherum elatius*), reportó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por lo que, se reporta los valores más altos a los 60 días con 1,25 t/ha/año, en comparación, de los resultados registrados a los 45 días con un valor de 0,50 t/ha/año.

Es decir que a mayor estadio de desarrollo del pasto avena *Arrhenatherum elatius* se consigue una mayor producción en materia seca lo que es confirmado con lo expuesto por (Carambula, 2017, p. 53), quien manifiesta que la calidad del forraje es un factor muy importante, presentan una gran variación en calidad en sus distintas etapas de crecimiento y en las diferentes fracciones de la planta.

Estas diferencias se deben principalmente a la variabilidad en las condiciones ambientales como son el suelo, el clima, el material genético y sobre todo el manejo donde se toman en cuenta principalmente el riego y la fertilización, para obtener una mayor producción en materia seca del alimento que servirá para suplir las necesidades nutricionales de las especies a las cuales se proporcionarán.

Los resultados de producción en materia verde que fue de 2,60 t/ha/año a los 60 días son superiores a los expuestos por (Gélvez, 2017, p. 25) quien menciona que el pasto avena presentó diferencias altamente significativas, al fertilizar el pasto con abono orgánico debido a que la producción en materia seca fue de 2.19 t/MS/ha/año. Mientras que (Gaibor, 2008, pág. 63), utilizando 15 t/ha/humus en el pasto avena *Arrhenatherum elatius* obtuvo una producción de 1.86 t/MS/ha.

Lo que se debió principalmente a la densidad de siembra de estos pastos, al proceso de adaptación, mientras que otras especies son más agresivas, por lo que su producción es más alta, de la misma manera se debe mencionar que esta variable está relacionada con la capacidad de almacenamiento de agua en sus tallos, por lo que se puede mencionar que no siempre los pastos que producen en mayor volumen forrajero son aquellos que producen más cantidad de materia seca.

### **3.2. Comportamiento botánico del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), por efecto de la edad al corte para determinar la concentración óptima de carbohidratos solubles (° Brix) in situ.**

#### **3.2.1. Contenido de Carbohidratos Solubles**

Al evaluar el contenido de carbohidratos solubles, del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), se presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por efecto de la edad de corte, resultando el mejor tratamiento a los 45 días, con 13,35% y el menor dato fue el obtenido a los 60 días con 7,55% de carbohidratos presentes en el pasto.

Es decir que el pasto en sus primeras edades de desarrollo presenta un mayor porcentaje de carbohidratos solubles a esas edades que tienen su fundamento en lo señalado por (Robalino, 2006,

p. 25), quien manifiesta que los carbohidratos solubles, se generan en las hojas de las plantas cuando se produce la fotosíntesis y se acumulan, en una primera etapa, en los tallos de los vegetales. En las gramíneas, el nivel que se registra de carbohidratos solubles aumenta con el desarrollo de la planta hasta llegar a su madurez, lo contrario ocurre en el caso de las leguminosas. Sin embargo, la digestibilidad del pasto decrece dramáticamente a partir de la aparición de la espiga, en el caso de gramíneas, y que se aprecia que desde el 80% hasta alrededor del 50% en estados avanzados de madurez, por lo tanto, la determinación del momento óptimo de se define a través de estos dos parámetros, el mejor tratamiento a los 45 días, con 13,35% como se indica en la tabla 2-3.

**Tabla 2-3: Evaluación de la composición bromatológica del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena), por efecto de la edad de corte para determinar la concentración óptima de carbohidratos solubles (° Brix) in situ.**

VARIABLES	EFECTO DE LA EDAD AL CORTE		EE	Prob	Sign
	45 días	60 días			
Carbohidratos Solubles,%	13,35 b	7,55 a	1,02	0,001	**
Contenido de Humedad,%	75,29 a	53,96 b	0,06	0,000	**
Contenido de Cenizas,%	11,94 b	15,92 a	0,11	0,000	**
Extracto etéreo, %	3,00 a	1,49 b	0,00	0,000	**
Contenido de proteína, %	16,35 a	8,65 b	0,02	0,000	**
Contenido de Fibra, %	26,93 b	55,04 a	0,07	0,000	**
Extracto Libre de Nitrógeno, %	41,75 a	34,83 b	0,04	0,000	**
Fibra Detergente Neutra, %	48,51 b	65,13 a	0,04	0,000	**
Fibra Detergente Ácida, %	31,82 b	48,74 a	0,04	0,000	**
Contenido de Lignina, %	2,61 b	4,24 a	0,004	0,000	**

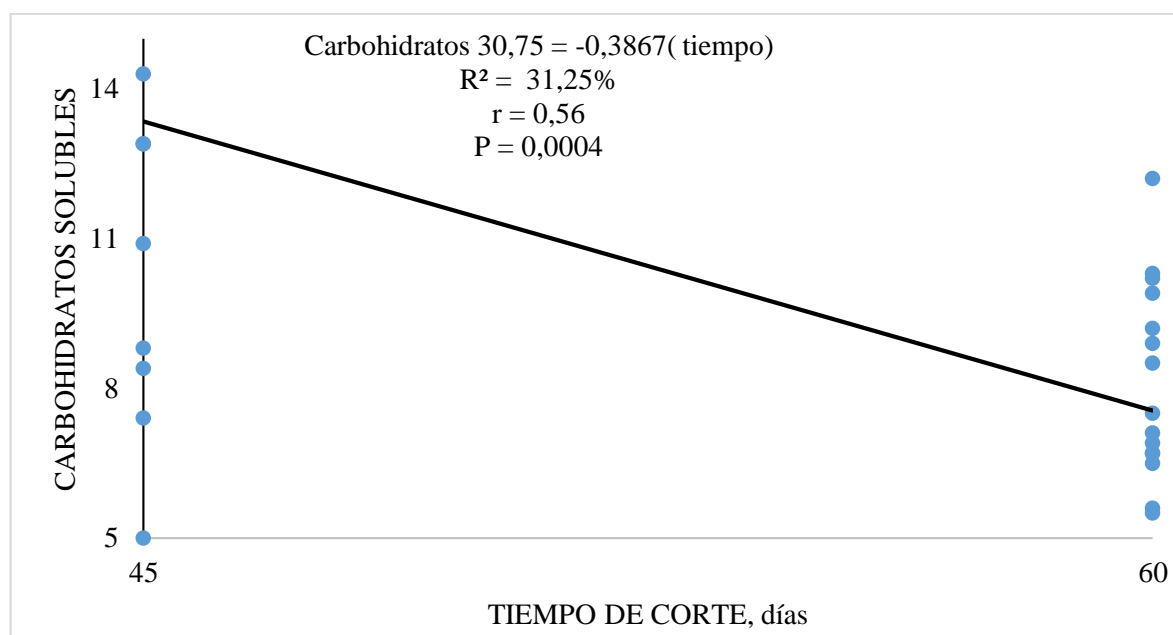
Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

Los resultados del contenido de carbohidratos solubles que fueron de 13,35 % a los 45 días son superiores al ser comparados con los reportes de (Gaviria, Calidad nutricional y fraccionamiento de carbohidratos y proteína en los componentes forrajeros de un sistema silvopastoril intensivo . Pastos y Forraje, 2015, pág. 51), en una investigación realizada en Colombia sobre la calidad nutricional y fraccionamiento

de carbohidratos y proteína en los componentes forrajeros de un sistema silvopastoril intensivo, reportó que, el contenido de los carbohidratos solubles a los 45 días de edad, para gramíneas (Pasto estrella y pasto guinea), fue de 10.80% de carbohidratos solubles.

Como se puede evidenciar la leguminosa posee mayores concentraciones de carbohidratos, esto se debió a que de forma global este tipo de plantas se caracterizan por poseer más carbohidratos estructurales entre los que se contempla sobre todo la celulosa y hemicelulosa, así como también menor contenido de carbohidratos solubles entre los que se contemplan la glucosa, fructosa y sobre todo la sacarosa, (Gaviria, 2015, p. 42).

Mediante el análisis de regresión que se realizó para la variable contenido de carbohidratos solubles en el *Arrhenatherum elatius*, se determinó que los resultados se ajustan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa ( $P = 0,0004$ ), de donde se desprende que partiendo de un intercepto de 30,75 el contenido de carbohidratos solubles se eleva en 0,39 por cada unidad de cambio en el desarrollo del pasto, con un coeficiente de determinación del ( $R^2$ ) 31,25%, como se ilustra en el gráfico 4-3.



**Gráfico 4- 3: Análisis de regresión del contenido de carbohidratos solubles del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), por efecto de la edad de corte para determinar la concentración óptima de carbohidratos solubles (° Brix) in situ.**

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

Mientras tanto que el 68,75 % restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación pero que tienen que ver básicamente con la fertilización del suelo, los nutrientes a los que está disponible la pradera y sobre todo a la cantidad de agua que se proporcione durante

el desarrollo para que se efectuó la fotosíntesis favorablemente. Además, se aprecia que existe una correlación positiva alta entre el tiempo de corte del pasto avena y el contenido de carbohidratos solubles debido a que el coeficiente de correlación fue de 0,56, lo que indica que a medida que se incrementa la edad al corte del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), también se eleva el contenido de carbohidratos solubles del pasto.

### **3.2.2. Contenido de Humedad**

Al evaluar el contenido de humedad del pasto avena, se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas, entre los tratamientos ( $P < 0.01$ ), por efecto de la edad de corte, en donde el mayor contenido de humedad se registró a los 45 días de edad, con el 75,29%, en tanto que el menor contenido de la variable en análisis se obtuvo a la edad de 60 días, con un valor del 53,96% de humedad.

Es decir que el mayor contenido de humedad se estableció a los a los 45 días de edad lo que es fundamentado con lo expuesto por (Barahona, 2015, p. 19), donde se manifiesta que cada pasto tiene diferente porcentaje de humedad, los factores que determinan su variabilidad están basados en la edad: el pasto tierno tiene mayor cantidad de agua, y el pasto viejo tiene menor cantidad de agua. Este comportamiento es similar al de la presente investigación debido a que se observó que a menor edad de corte se evidencio un mayor contenido de humedad. De igual manera el contenido de materia seca está en relación directa con el contenido de humedad, el contenido de materia seca aumenta con la edad del pasto por ende disminuye la humedad de las plantas

De acuerdo con (Simbaña H. , 2015, pág. 65), en los valores reportados para el contenido de humedad del pasto avena se observó que el tratamiento T1 obtuvo el mayor porcentaje de humedad con 25,15% de humedad, lo que puede deberse no solo al efecto del fertilizante utilizado sino también a las condiciones medio ambientales que se presentaron durante la época de producción, lo que puede haber influido en el contenido de humedad del pasto avena.

### **3.2.3. Contenido de Cenizas**

El contenido de cenizas del pasto avena, determinó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por efecto de la edad de corte, determinándose que a los 60 días se originó un mayor contenido de cenizas con un porcentaje de 15,92%, superando a los resultados alcanzados en las parcelas cortadas a los 45 días, que presentaron un contenido de cenizas del 11,94%.



De los resultados expuestos se indica que el contenido de cenizas disminuye con la edad de los pastos, lo que tiene su fundamento en lo expuesto por (Flores, 2015, p. 53), quien sostiene que desde el punto de vista nutricional el contenido de cenizas del pasto tiene poca importancia, se considera que únicamente se requiere de este dato para obtener otros valores como sales minerales, aunque algunas pueden ser volátiles y pueden perderse al convertir la sustancia en ceniza.

#### **3.2.4. Extracto etéreo**

El análisis del porcentaje de extracto etéreo, no registró diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), sin embargo, se reportó el contenido de extracto etéreo mayor a los 45 días ya que las medias fueron de 3 %, que supera al resultado reportado en las parcelas a los 60 días, con un valor de 1,49% de extracto etéreo.

La principal razón para obtener la información del extracto etéreo que se puede considerar como grasa cruda es aislar una fracción de los alimentos de elevado valor calórico, esto es de suma importancia al momento de estimar el valor energético, el extracto etéreo es el conjunto de sustancias de un alimento que se extraen con éter etílico, es decir esteroides de los ácidos grasos, fosfolípidos, lecitinas, esteroides, ceras, ácidos grasos libres, según las aseveraciones de (Basantes, 2015, p. 52)

#### **3.2.5. Contenido de Proteína**

El porcentaje de proteína evaluado en el pasto avena, presentó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), estableciéndose la mejor respuesta a los 45 días de edad con 16,35 % de proteína, mientras que el menor contenido de la misma se registró a los 60 días de corte con un porcentaje de 8,65 %.

El hecho que la proteína disminuya con la edad puede estar relacionado lo expuesto por (Huss, 2015, p. 35), quien manifiesta que la reducción de la síntesis de compuestos proteicos, si está directamente relacionada con los estadios más jóvenes, además, a una mayor edad decrece la cantidad de hojas, se incrementa la síntesis de carbohidratos estructurales como son la celulosa, hemicelulosa y lignina y disminuye la calidad del pasto avena

Los resultados expuestos en la presente investigación a los 45 días de edad reportaron el mayor contenido de proteína y que fue de 16,35 %, y que son superiores al ser comparados con los mencionados por (Uzca, 2008, pág. 26), quien reporta que el mayor contenido de proteína del pasto avena fue de 10.65%, al utilizar 10 % de humus líquido. Lo que significa que el *Arrhenatherum*

*elatus*, es una alternativa forrajera que puede reemplazar con un excelente comportamiento productivo y económico, a la mayoría de las gramíneas introducidas.

Por su parte, (Gaibor, 2008, pág. 52), reportó un porcentaje de proteína de 11.87%, al utilizar humus de lombriz y biofertilizantes en la fertilización del pasto avena, la variabilidad de los resultados se debió al bajo contenido de nutrientes que presenta el suelo al momento de realizar la investigación, ya que el humus brinda nutrientes como son materia orgánica, ácidos húmicos, nitrógeno, fósforo, potasio y un amplio abanico de encimas, microelementos y amino ácidos, que promueven de forma efectiva el crecimiento de los cultivos e incrementar la efectividad de la calidad.

### **3.2.6. Contenido de Fibra**

El análisis del contenido de fibra en el *Arrhenatherum elatus*, pasto avena, presentó diferencias altamente significativas, ( $P < 0.01$ ), estableciéndose el mayor porcentaje de fibra a los 60 días con 55,04%, mientras tanto que el menor contenido se evidenció a los 45 días con un valor de 26,93%.

Es decir que a mayor edad del pasto avena se aprecia un mayor contenido de fibra lo que tiene su fundamento con lo expuesto por (Terrones, 2015, p. 36), quien menciona que el porcentaje de fibra esta inversamente relacionado con el contenido de energía que se presente en el pasto, es decir que un animal que consuma un alimento con un alto contenido de fibra reducirá la ganancia diaria y la producción de leche, por lo que se recomiendan alimentos con bajos contenidos de fibra.

Los resultados expuestos en la presente investigación mencionan que el mayor porcentaje de fibra a los 60 días fue de 55,04%, y que son superiores a los expuestos por (Chalán, 2009, pág. 63), quien reportó un resultado de fibra para el *Arrhenatherum pratense*, en la prefloración del 26.32%. Esto posiblemente se deba al estado fisiológico de la planta que alcanzó la prefloración a mayor número de días, por lo que presentará un mayor contenido de celulosa y lignina consecuente mayor contenido de fibra. Así como son superiores debido a que el mayor porcentaje de fibra a los 60 días con 55,04%, a los obtenidos por (Álvarez, 2009, pág. 63), quien registra una concentración media de 20,32% de fibra y se identifica una relación inversa al consumir un pasto con alta concentración de fibra ya que se reduce sus beneficios de aprovechamiento.

### **3.2.7. Extracto Libre de nitrógeno**

El análisis del porcentaje de extracto libre de nitrógeno del *Arrhenatherum elatius*, presentó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0.01$ ), entre tratamientos, reportándose el contenido de extracto libre de nitrógeno más alto a los 45 días de edad con una media de 41,75%, en comparación con los resultados registrados a los 60 días con un porcentaje de Extracto Libre de Nitrógeno cuya media fue de 34,83%.

Es decir que en los estadios tempranos de desarrollo de la planta el extracto libre de nitrógeno es más alto lo que puede fundamentarse en lo expuesto por (Cornejo, 2015, p. 26) quien en su estudio realizado sobre el contenido de ELN, afirma que a mayor edad de la planta y especialmente en la época de verano, disminuye los elementos nitrogenados, incrementando el extracto no nitrogenado, lo que corrobora los datos obtenidos en la presente investigación. La fracción correspondiente a los extractos libres de nitrógeno está formada por una mezcla de todos los componentes no determinados en las otras fracciones. Además de los componentes mencionados anteriormente, se incluye los azúcares, fructanos, almidones, pectinas, ácidos orgánicos y pigmentos, (Pinto, 2017, p. 26)

### **3.2.8. Fibra Detergente Neutra**

El análisis bromatológico del contenido de fibra detergente neutra del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena), se evidenciaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), reportándose los mejores resultados a los 60 días puesto que las medias fueron de 65,13%; en comparación de los resultados reportados en las parcelas del tratamiento testigo a los 45 días debido a que los promedios fueron de 48,51%.

Los resultados expuestos en la presente investigación de fibra detergente neutra a los 60 días fueron de 65,13, y que son inferiores a los presentados por (Astudillo, 2014, pág. 53), quien al evaluar el porcentaje de fibra detergente neutra del pasto Saboya, en dos edades de corte (45 y 60 días), se detectaron diferencias numéricas, más no estadísticas ( $P > 0,05$ ) entre los tratamientos, sin embargo es necesario tener en cuenta que la mejor respuesta de porcentaje de Fibra detergente Neutra (FDN), se obtuvo a los 60 días, con 69,22%, mientras que a los 45 días se registró un contenido de 68,19% de fibra detergente neutra.

### **3.2.9. Fibra Detergente Acida**

En la evaluación del porcentaje de la fibra detergente ácida del pasto avena se encontraron diferencias altamente significativas, ( $P < 0.01$ ), determinándose que el mayor contenido de fibra detergente ácida se registró a los 60 días de edad, con 48,74%, en tanto que el menor porcentaje fue detectado a los 45 días puesto que los valores promedio fueron de 31,82%.

Según (Basantes, 2015, pág. 51), los pastos presentan una gran variación en calidad en sus distintas etapas de crecimiento y en las diferentes fracciones de la planta, en lo que respecta a la fibra detergente ácida (FDA) es el proceso en que se extrae la hemicelulosa, de tal forma que la fibra remanente estará constituida por celulosa y lignina. Al comparar los resultados expuestos en la presente investigación que fueron de 48,74%, a los 60 días de edad, son superiores a los registros de (Velásquez, 2009, pág. 52), reporta valores entre 27,3 y 33,7 %, estos resultados se debieron posiblemente al estado fenológico y la altitud donde se coseche el forraje, y que son inferiores puesto que las condiciones en las que se desarrolló la investigación y la calidad del suelo fueron diferentes.

### **3.2.10. Contenido de Lignina**

En cuanto a la variable contenido de lignina del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena), se alcanzaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), entre las medias de los diferentes tratamientos, por efecto de la edad de corte ya que los valores más altos se obtuvieron a los 60 días con medias de 4,24 %, mientras tanto que el menor contenido de lignina se observó a los 45 días siendo la respuesta promedio de 2,61 %.

Es decir que a mayor estadio de desarrollo de la planta el contenido de lignina se eleva lo que es corroborado por (Cornejo, 2015, p. 26), quien manifiesta que la mayor parte de los alimentos concentrados y de las plantas herbáceas jóvenes contienen menos del 5% de lignina; cuando la hierba envejece, su contenido en lignina alcanza el 12%. Además, la lignina que se encuentra en las plantas le proporcionan rigidez, soporte y protección se utiliza para la predicción de la calidad de los forrajes la ingesta de la materia seca digestible y el valor energético de los alimentos.

### **3.3. Comportamiento botánico del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena), por efecto de la hora de corte para determinar la concentración óptima de carbohidratos solubles (° Brix) in situ.**

### 3.3.1. Porcentaje de Cobertura basal

Al evaluar el porcentaje de cobertura basal del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), no se

VARIABLE	EFECTO DE LA HORA DE CORTE						Prob.	Sign.
	08H00	10H00	12H00	14H00	16H00	18H00		
	T1	T2	T3	T3	T5	T6		
Cobertura basal, %	48,21a	48,08a	54,38a	54,29a	53,50a	52,42a	0,12	ns
Cobertura aérea,%	55,96a	57,71a	62,13a	64,29a	62,21a	62,88a	0,17	ns
Altura, cm	27, 14a	27, 27a	29,02a	30,80a	28,79a	27,64a	0,09	ns
PDFV:Fv t/FVha/año	1,90ab	1,59b	3,11a	2,45ab	2,36a b	2,48a	0,00	**
PDN, t/Ms/ /ha/año	0,69a b	0,60b	1,19a	0,87ab	0,97a	0,91ab	0,00	**

determinaron diferencias estadísticas, ( $P > 0.05$ ), entre los tratamientos, por efecto de la hora de corte sin embargo, se aprecia que en las parcelas evaluadas a las 12h00, se presentó un porcentaje de cobertura basal de 54,38%, mientras tanto que las respuestas de cobertura basal más bajas fueron registradas a las 10h00 con respuestas medias de 48,08%, como se indica en la tabla 3-3.

**Tabla 3-3: Evaluación del comportamiento botánico del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena), por efecto de la hora de corte para determinar la concentración óptima de los carbohidratos solubles (° Brix) in situ.**

**Realizado por:** Oviedo, Álvaro, 2021.  
**Prob:** Probabilidad

Los resultados indican que a las 12h00 de corte se presentó el porcentaje de cobertura basal más alto y que fue de 54,38%, que son inferiores al ser comparados con los determinados por (Tiupul, 2020, pág. 63), quien al evaluar la cobertura basal por efecto de la hora de corte (Factor B), registro el valor más alto con el 81.76% a las 16H00, mientras tanto que el porcentaje más bajo fue reportado a las 14H00 con un valor de 75.63 %.

Así como los de, (Guaranga, 2019, pág. 30), quien al realizar la determinación in situ de la edad y hora óptima de corte sobre la concentración de carbohidratos Solubles en la alfalfa morada (*Medicago sativa*) no determinó diferencias estadísticas ( $P \geq 0.05$ ), entre los tratamientos, donde las parcelas

evaluadas a las 10h00, presentaron el porcentaje de cobertura basal más alto y que fue de 60.70%, que es superior al determinado en la presente investigación que fue de 54,38%, a las 12h00, al corte.

### **3.3.2. Porcentaje de Cobertura aérea**

Al evaluar la variable porcentaje de cobertura aérea del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena) no se evidencio diferencias estadísticas ( $P \geq 0.05$ ), donde los valores más altos fueron reportados en las parcelas evaluadas a las 14h00 con promedios de 64,29 % de porcentaje de cobertura aérea mientras que en los reportes más bajos se ubicaron las parcelas que fueron evaluadas a las 08h00 con 55,96% de cobertura aérea.

Los resultados de porcentaje de cobertura aérea que fueron de 64,29 % a las 14h00 al corte son inferiores al ser comparados con los registrados por (Tiupul, 2020, pág. 25), quien reportó que para los valores del porcentaje de cobertura aérea por efecto de la hora de corte no se determinó diferencias estadísticas, observándose que los valores más altos fueron registrados en las parcelas evaluadas a las 16H00 con 68.21%, en tanto que los resultados menos eficientes fueron los determinados a las 12H00 con un valor de 58.30 %.

### **3.3.3. Altura**

Al analizar la variable altura del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena) no se reportaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), no obstante, existieron diferencias numéricas, siendo la mayor altura cuando el corte fue a las 12h00 con valores de 76.64 cm, mientras tanto que el tratamiento que menor altura fue al cortar el pasto avena a las 16h00 con una altura media fue de 70.95 cm.

Es decir que a las 12 horas las plantas presentaron una mayor altura que tiene que ver con el desarrollo del pasto que está directamente relacionado con el manejo, nivel de nutrientes del suelo, fertilizaciones entre otras. Es necesario además acotar que los intervalos de corte no pueden establecerse como una regla rígida para afirmar o negar que la influencia sobre la altura de la planta sino que deben ajustarse a las condiciones climáticas de cada región. El estiércol es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para las actividades agronómicas: enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), acción sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo del 50% de las cosechas.

Los resultados expresados en la presente investigación que fueron de 76.64 cm a las 12h00 al corte son superiores al ser comparados con (Jaya, 2016, pág. 62), quien reporta que la altura de la planta del pasto avena, por efecto del estiércol bovino más diferentes niveles de *Trichoderma*, registró diferencias estadísticas altamente significativas, estableciendo las mejores respuestas en las parcelas evaluadas a las 10h00 con 56,44 cm, Esto posiblemente se debió a la mezcla de trichoderma sp, más materia orgánica, la misma que incorpora nutrientes que son asimilados por las raíces de la planta. Finalmente, (Tiupul, 2020, pág. 62), al analizar las horas de corte no presentó diferencias estadísticas ( $P \geq 0.05$ ), para la variable altura de la mezcla forrajera determinando los valores más altos al realizar el corte a las 16H00 horas puesto que las medias fueron de 71.13 cm.

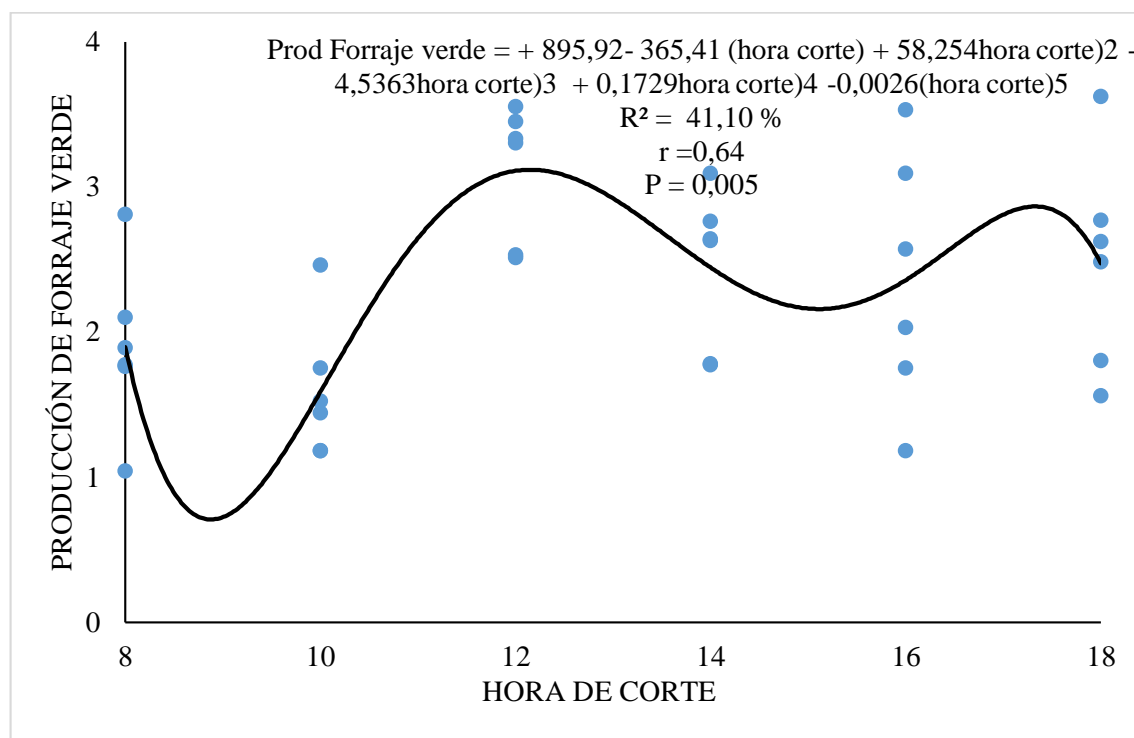
#### **3.3.4. Producción de Forraje en materia verde**

Al evaluar la variable producción de forraje en materia verde del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), según el análisis de varianza, se reportó diferencias altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), por efecto de las horas de corte donde el mejor tratamiento fue registrado en las parcelas que fueron cortadas a las 12h00 con un valor promedio de 3.11 t/ha/año, mientras tanto que la menor respuesta fue determinada cuando se cortó el pasto a las 08h00 puesto que las medias fueron de 1.90 t/ha/año.

Es decir que Los resultados más altos se consiguieron en las parcelas cortadas a las 12h00 con un valor promedio de 3.11 t/ha/año y que son inferiores al ser comparados con los registros de (Chalán, 2009, pág. 63), quien al evaluar la producción de forraje verde por efecto del factor B (hora de corte), evidenció diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), donde la mayor producción de forraje verde se registró en el tratamiento (A2), con medias de 4,94 t/ha/corte es decir cuando se realizó el corte a las 12h00. Además, (Jaya, 2016, pág. 51) registró un valor de 7.78 t/ha/año en la producción de forraje de *Arrhenatherum elatius* cortado a las 08h00 horas del día.

Al efectuar el análisis de regresión de la producción de forraje en materia verde del pasto avena se determinó que los datos se ajustan hacia una tendencia cubica altamente significativas ( $P = 0,005$ ), de donde se desprende que partiendo de un intercepto de 895,92 inicialmente la PDFMV, decrece en 365,41; cuando se realiza el corte a las 10h00, para posteriormente ascender en 58,254 a las 12H00, a continuación se aprecia un ascenso del 4,54 cuando se efectuó el corte a las 14:00, así como también se aprecia un ascenso de 0,173 cuando se cosechó el pasto a las 16:00 horas, para finalmente descender en 0,03 a las 18:00.

El coeficiente de determinación para la producción en materia seca ( $R^2$ ), fue del 41,10 %; mientras tanto que el 58,90 % restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación como son las condiciones climáticas reinantes en el lugar de experimentación. Además se aprecia un coeficiente de correlación de  $R = 0,64$ , como se ilustra en el gráfico 5-3. es decir la asociación es positiva alta con lo que se afirma que a medida que se incrementa la hora de corte existirá una mayor producción en materia verde del pasto avena



**Gráfico 5- 3: Análisis de regresión de la producción en forraje verde del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), por efecto de la edad de corte**

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

### 3.3.5. Producción de Forraje en materia seca t/ha/año

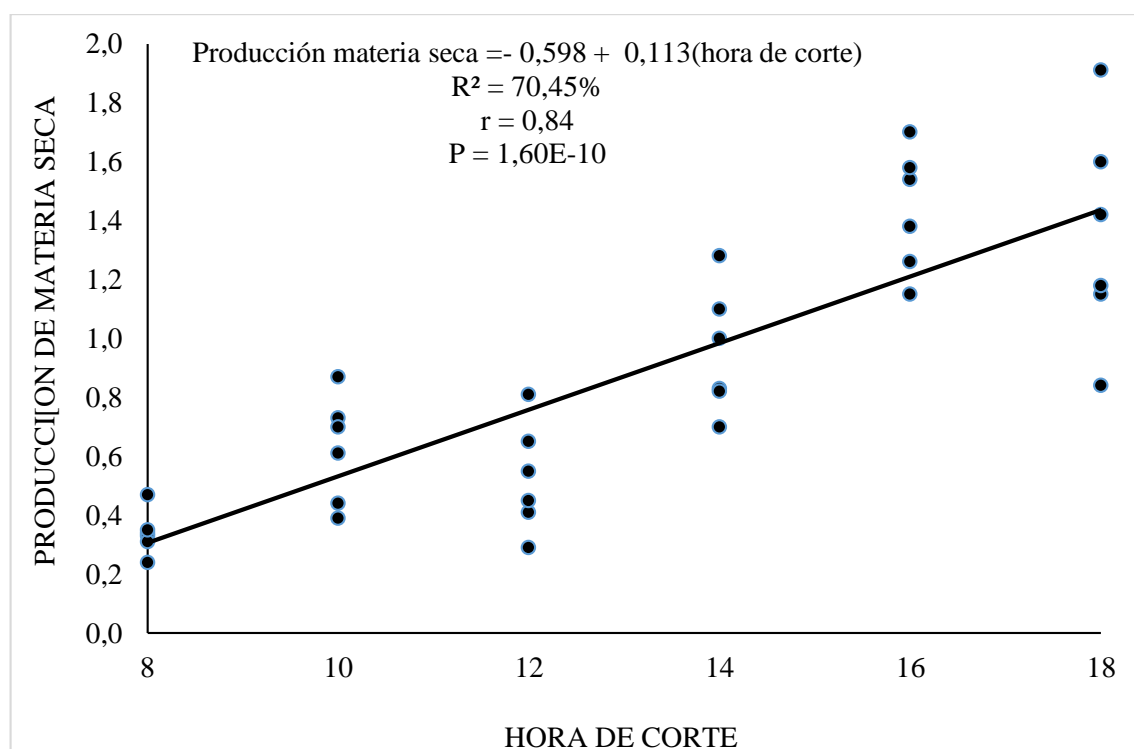
El análisis de varianza de la producción en materia seca, del *Arrhenatherum elatius*, se establecieron diferencias estadísticas altamente significativas, entre los tratamientos, por efecto de la hora de corte, donde el mayor valor fue registrado en las parcelas evaluadas a las 16h00 puesto que la producción promedio fue de 0.97 t/ha/año, y que descendió a 0,60 t/ha/año al efectuar el corte a las 10h00.

Los resultados expresados en la presente investigación que determinaron el mayor valor en las parcelas evaluadas a las 16h00 con una producción promedio de 0.97 t/ha/año, son superiores al ser comparados con los reportes de (Astudillo, 2014, pág. 58), quien, al efectuar el análisis de varianza



de la producción en materia seca, por efecto de la hora de corte, reportó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ), entre los tratamientos, donde el mayor valor fue registrado en las parcelas cortadas a las 12h00 con producciones de 0,702 t/ha/año.

Al realizar el análisis de regresión de la producción en materia seca del *Arrhenatherum elatius*, (Pasto avena), como se observa en el gráfico 6-3, se determinó que los datos se ajustan a una tendencia lineal positiva altamente significativa ( $P < 0,01$ ), de donde se desprende que partiendo de un intercepto de 0,598 la producción en materia sea se eleva en 0,113 por cada unidad de cambio en las horas de corte



**Gráfico 6- 3: Análisis de regresión de la producción en forraje seca del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), por efecto de la hora de corte**

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

Además, se aprecia un coeficiente de determinación ( $R^2$ ), del 70,45%; mientras tanto que el 29,55% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación como son las labores culturales que se realizan en el desarrollo del pasto avena. Así mismo se aprecia un coeficiente de correlación del  $r = 0,84$  es decir existe una correlación positiva altamente significativa de donde se desprende que a medida que se corta el pasto a mayores horas del día existirá un incremento en la producción de forraje en materia seca.

**3.4. Evaluación de la composición bromatológica del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena), por efecto de la hora de corte, para determinar la concentración óptima de carbohidratos solubles (° Brix) in situ**

**3.4.1. Carbohidratos Solubles**

Al realizar el análisis de varianza sobre los carbohidratos solubles del *Arrhenatherum elatius*

VARIABLE	EFECTO DE LA HORA DE CORTE						Prob	Sign
	08H00 T1	10H00 T2	12H00 T3	14H00 T3	16H00 T5	18H00 T6		
Carbohidratos Solubles,%	8,05 <sup>a</sup>	9,23 <sup>a</sup>	10,05 <sup>a</sup>	12,02 <sup>a</sup>	11,07 <sup>a</sup>	12,28 <sup>a</sup>	0,51	ns
Contenido de Humedad,%	64,93 <sup>c</sup>	63,98 <sup>c</sup>	62,88 <sup>d</sup>	66,15 <sup>a</sup>	64,97 <sup>b</sup>	64,84 <sup>c</sup>	0,00	**
Contenido de Cenizas,%	14,06 <sup>a</sup>	13,91 <sup>a</sup>	13,61 <sup>a</sup>	13,80 <sup>a</sup>	14,12 <sup>a</sup>	14,09 <sup>a</sup>	0,39	ns
Extracto etéreo, %	2,42 <sup>c</sup>	2,51 <sup>b</sup>	1,96 <sup>e</sup>	2,06 <sup>d</sup>	2,01 <sup>e</sup>	2,54 <sup>a</sup>	0,00	**
Contenido de proteína, %	12,95 <sup>a</sup>	12,10 <sup>d</sup>	12,48 <sup>c</sup>	12,15 <sup>c</sup>	12,65 <sup>b</sup>	12,67 <sup>a</sup>	0,00	**
Contenido de Fibra, %	40,49 <sup>d</sup>	42,18 <sup>a</sup>	41,34 <sup>ab</sup>	41,19 <sup>bc</sup>	40,02 <sup>e</sup>	40,70 <sup>c d</sup>	0,00	**
Extracto Libre de Nitrógeno	37,67 <sup>d</sup>	36,7 <sup>e</sup>	38,1 <sup>d</sup>	38,60 <sup>c</sup>	38,75 <sup>b</sup>	39,87 <sup>a</sup>	0,00	**
Fibra Detergente Neutra	55,68 <sup>c</sup>	58,74 <sup>a</sup>	58,89 <sup>a</sup>	56,02 <sup>c</sup>	57,38 <sup>b</sup>	54,21 <sup>d</sup>	0,00	**
Fibra Detergente Ácida	40,69 <sup>a</sup>	39,1 <sup>c</sup>	42,03 <sup>a</sup>	40,68 <sup>b</sup>	39,84 <sup>c</sup>	39,25 <sup>d</sup>	0,00	**
Lignina	3,39 <sup>c</sup>	3,73 <sup>a</sup>	3,45 <sup>b</sup>	3,38 <sup>d</sup>	3,10 <sup>e</sup>	3,49 <sup>b</sup>	0,00	**

(pasto avena), se registraron diferencias altamente significativas por efecto de la hora de corte, estableciéndose el mejor tratamiento cuando se realizó el corte a las 18h00 con valores de 12,28%, y la parcela de menor concentración de carbohidratos solubles fue a las 08h00 con medias de 8,05%, como se indica en la tabla 4-3.

**Tabla 4-3: Evaluación de la composición bromatológica del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena), por efecto de la hora de corte, para determinar la concentración óptima de carbohidratos solubles (° Brix) in situ**

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.  
Prob: Probabilidad.

Es decir que al realizar el corte a las 18H00, se considera el tiempo adecuado para cortar el pasto *Arrhenatherum elatius* lo que se confirma con lo expresado por (Gélvez, 2017, pág. 56), quien manifiesta que en el manejo de los pastos y forrajes, la altura y el momento del corte constituyen elementos básicos en su manejo, por la influencia que estos ejercen en su comportamiento morfofisiológico nutricional y productivo.

Los resultados expresados en la presente investigación que fueron 12,28% a las 18h00 al corte son inferiores al ser comparados con los registros de (Guaranga, 2019, pág. 68), quien manifiesta que los valores del análisis de varianza para la interacción de la edad y hora de corte de la alfalfa morada nacional *Medicago sativa*, reportaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos siendo el mayor contenido de carbohidratos solubles las parcelas evaluadas a las 12h00 puesto que los resultados de contenido de carbohidratos solubles fueron de 20.40%.

#### **3.4.2. Contenido de Humedad**

Al analizar el contenido de humedad del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), no se reportó diferencias estadísticas ( $P \geq 0.05$ ), entre medias, determinándose valores superiores en las parcelas a las que se realizó el corte a las 14h00, alcanzando un promedio de 66,15%, mientras que el menor contenido de humedad se registró a las 12h00 con un valor promedio de 62,88%.

Es decir que la mejor hora de corte para que el pasto se encuentre con un buen porcentaje de humedad es a las 14H00, lo que tiene su fundamento con lo expresado por (Huss, 2015, pág. 51), quien indica que el corte de un pasto involucra la defoliación del vegetal con la consecuente pérdida del área foliar y de tejido meristemático, siendo el efecto que mayor incidencia tiene sobre la morfología de las plantas individuales

Los resultados de la presente investigación que indican los valores más altos en las parcelas a las que se realizó el corte a las 14h00, alcanzando un promedio de 66,15%, son inferiores al ser comparados con los registros de (Astudillo, 2014, pág. 51), quien determinó que las medias registradas para el contenido de humedad del pasto saboya, presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), donde el mayor contenido de humedad se evidenció a las 10h00 con un porcentaje de 82,96%. Esto ocurrió posiblemente por las distintas condiciones ambientales en que se realizaron las investigaciones.

### 3.4.3. *Contenido de Cenizas*

En la evaluación del contenido de cenizas del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), no se reportaron diferencias estadísticas ( $P \geq 0.05$ ), sin embargo la mejor respuesta fue al realizar el corte a las 16h00, con valores de 14,12%, mientras que el menor contenido fue al efectuar el corte a las 12h00, con 13,61 %.

Es necesario mencionar lo que indica (Mamani, 2015, pág. 52), quien manifiesta que el corte modifica el microclima donde se desarrollan las plantas, pues expone al suelo a la radiación directa, que es más fuerte cuando el corte del pasto se realiza más al cerca del suelo. Con ello se eleva la temperatura del suelo y este cambio actúa sobre el crecimiento y a la vez directamente modificando la respiración y por lo tanto el balance del carbono y los minerales que presenten las plantas.

Los resultados expresados en la presente investigación que indican a las 16h00, los valores más altos y que fueron de 14,12%, son inferiores al ser comparados con los registros de (Astudillo, 2014, pág. 52), quien al determinar la edad y la hora de corte sobre la concentración de carbohidratos solubles en el *Panicum maximum* (pasto guinea)” por efecto de la hora de corte, (factor B), registró que al realizar el corte a las 10h00 y 14h00 , se originó un mayor contenido de cenizas puesto que los valores promedio fueron de 14,73 y 14,56%.

### 3.4.4. *Extracto etéreo*

Al evaluar la variable contenido de extracto etéreo del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), no se reportó diferencias estadísticas entre las medias ( $P \geq 0.05$ ), sin embargo se aprecia el mayor contenido en extracto etéreo cuando se cortó el pasto a las 18h00, con valores medios de 2,54%, mientras que el menor contenido fue al efectuar el corte a las 16h00, alcanzando una concentración de 2,01% de extracto etéreo.

Los resultados expresados en la presente investigación que fueron de 2,54%, cuando se cortó el pasto a las 18h00, son superiores a los registrados por (Guaranga, 2019, pág. 52), quien estableció el mayor contenido en extracto etéreo al efectuar el corte a las 08h00, alcanzando una concentración de 2.30 % de extracto etéreo. Pero son superiores (2,54%), a los reportados por (Astudillo, 2014, pág. 53), quien menciona que el contenido de extracto etéreo por efecto de la hora de corte (factor B), reportó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), demostrando que las mejores respuestas, se presentaron al realizar el corte a las 08h00 con un contenido de 1,96%.

#### **3.4.5. Contenido de Proteína**

Al realizar el análisis proximal del contenido de proteína del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena), no se reportó diferencias estadísticas ( $P \geq 0.05$ ), por lo que se reportó que el mayor porcentaje de proteína fue al efectuar el corte a las 08h00, alcanzando un contenido proteico de 12,95 %, mientras que el menor contenido de proteína se registró a las 10h00, con un 12,10%.

Es decir que el mayor contenido de proteína se presentó al efectuar el corte a las 8H00, lo que se confirma con las expresiones de (Mamani, 2015, pág. 52) quien menciona que de entre los componentes bromatológicos del forraje, su contenido en proteína bruta se considera un aspecto fundamental en la nutrición animal, por lo tanto es necesario considerar este aspecto para la producción de pasto con requerimientos necesarios para el desarrollo de las especies animales a las cuales se les incluirá en la dieta diaria

Los resultados expresados en la presente investigación indican que los resultados más altos se consiguen al realizar el corte a las 08h00, con valores 12,95 %, y que son inferiores al ser comparados con los registros de (Chalán, 2009, pág. 52), quien al evaluar diferentes niveles de bokashi en la producción de forraje y semilla del *Arrhenatherum pratense* (pasto avena) menciona que los valores más altos de proteína se presentaron en las parcelas que fueron cortadas a las 18h00 puesto que los resultados fueron en promedio del 18.99%.

Los resultados de proteína más altos se registran al realizar el corte a las 08h00, alcanzando un valor de 12,95 %, que son superiores al ser comparados con los reportes de (Astudillo, 2014, pág. 63), quien al evaluar el efecto de las diferentes horas de corte del pasto Saboya, reportó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), entre los tratamientos, donde los resultados se ubican dentro de un rango de 8,55 y 12,59% de proteína, correspondiente al tratamiento de 12h00 y de 10h00 respectivamente en su orden.

#### **3.4.6. Contenido de Fibra**

Al realizar el análisis proximal del contenido de proteína del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena), no se reportó diferencias estadísticas ( $P \geq 0.05$ ), por efecto la hora de corte, sin embargo se aprecia el mayor contenido de fibra del pasto avena al efectuar el corte a las 10h00 alcanzando un valor promedio de 42.18%, por otra parte, el menor contenido de fibra fue registrado a las 16h00, con un contenido de fibra promedio del 40.02%.

Los resultados expresados en la presente investigación que indican los valores más altos al efectuar el corte a las 10h00 alcanzando un valor promedio de 42.18%, y que son superiores al ser comparados con los registros de (Guaranga, 2019, pág. 53), quien reporta el mayor contenido de fibra de la alfalfa morada nacional (*Medicago sativa*), al realizar el corte a las 14h00 alcanzando un promedio de contenido de fibra de 36.80%. Además son superiores (42.18% a las 10h00), a los reportes de (Tiupul, 2020, pág. 65), quien al determinar el contenido de fibra en una mezcla forrajera determinó que los mayores resultados fueron alcanzados a las 14H00 horas de corte con respuesta de 37,08%.

#### **3.4.7. Extracto Libre de nitrógeno**

Al evaluar la variable Extracto Libre de Nitrógeno del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), se registraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0,0$ ), evidenciando como la mejor respuesta a las 18h00 con una media de 39,87%, difiriendo del resto de tratamientos, siendo la menor respuesta con 36,76 % a las 10h00 de corte del pasto.

El extracto libre de nitrógeno es muy importante puesto que su conocimiento se encarga de determinar todos los nutrientes no evaluados con métodos como los que se usan en la determinación de proteínas, constituido principalmente por carbohidratos digeribles, así como también vitaminas y de más compuestos orgánicos solubles no nitrogenados, el forraje de los prados seminaturales en ocasiones puede ser deficitario en estos contenidos proteicos. Los resultados expresados en la presente investigación que indican la mejor respuesta al cortar el pasto a las 18h00, con una media de 39,87%, son superiores a los reportados por (Astudillo, 2014, pág. 53), quien evidenció como la mejor respuesta al efectuar el corte a las 14h00 con una media de extracto libre de nitrógeno de 34,23%, difiriendo del resto de tratamientos, por efecto de las diferentes horas de corte.

#### **3.4.8. Fibra Detergente Neutra**

Al evaluar la variable del contenido de fibra detergente neutra del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), se registraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), determinándose las mejores respuestas a las 12h00 con un promedio de 58,89%, mientras que la menor respuesta se registró al efectuar el corte a las 18h00 con valores de 54,21%.

Los resultados expresados en la presente investigación que mencionar que las mejores respuestas se consiguen al realizar el corte a las 12h00 con un promedio de 58,89% son inferiores a los registrados por (Astudillo, 2014, pág. 51), quien al evaluar la determinación de la edad y la hora de

corte sobre la concentración de carbohidratos solubles en el *Panicum maximum* (Pasto guinea) por el efecto de las horas de corte, factor B, reportó que el análisis de la varianza no presentó diferencias estadísticas ( $P>0,05$ ), ya que las parcelas que fueron cortadas a las 08h00 del día, presentaron el mayor valor con un 70,64%.

#### **3.4.9. Fibra Detergente Acida**

En la valoración del contenido de fibra detergente acida del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), se registraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P\leq 0,01$ ), obteniendo el valor más alto a las 12h00, con 42,03%, que fueron superiores estadísticamente a las diferentes horas de corte evaluadas, siendo la más baja con 39,19 % a las 10h00 de corte.

Al respecto (Guzmán, 2017, pág. 51), menciona que el *Arrhenatherum elatius*, (Pasto avena), es una especie forrajera promisoriosa, poco conocida, aparentemente sin importancia, porque ignoran las bondades nutricionales que posee, que puede ser una alternativa como fuente de alimento para el ganado por lo cual impulso evaluar el efecto diferentes fertilizantes y diferentes horas de corte estableciéndose que a las 12H00 se considera la opción más adecuada para conseguir un mayor aporte de Fibra Detergente Acida, con un valor inferior al de la presente investigación y que fue de 40,98 %. Una de las características importantes de las especies forrajeras es la asociación con microorganismos, provenientes de las fertilizaciones lo cual aumenta la eficiencia en la captación de nutrientes.

En el análisis de la fibra detergente acida reporta que el valor más alto se consigue al realizar el corte a las 12h00, con valores de 42,03% y que son inferiores al ser comparados con los registros de (Astudillo, 2014, pág. 52), quien reporto para la variable porcentaje de fibra detergente ácida conseguidos por el efecto de diferentes horas de corte, del pasto Saboya (*Panicum maximum*), alcanzó las respuestas más altas a las 14h00 con un valor de 52,96%.

#### **3.4.10. Contenido de lignina**

Al evaluar el contenido de lignina del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), se registraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P\leq 0,01$ ), por efecto de las diferentes horas de corte, estableciéndose el mayor contenido de lignina en las parcelas que fueron cortadas a las 10h00 puesto que el contenido promedio fue del 3,73% y el menor fue determinado a las 16h00 con medias de 3,10%.

### **3.5. Comportamiento botánico del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), por efecto de la interacción entre la edad y hora al corte, para determinar la concentración óptima de carbohidratos solubles (° Brix) in situ**

#### **3.5.1. Porcentaje de Cobertura basal**

La variable cobertura basal del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), no reportó diferencias estadísticas, ( $P \geq 0.05$ ), tan solo numéricas siendo el mejor tratamiento a los 60 días, a las 12h00 con valores de 61.58% de cobertura basal mientras tanto que las respuestas más bajas fueron las reportadas a los 45 días y a las 08h00 con registros de 37%.

Según, (Tiupul, 2020, pág. 63), en el análisis estadístico de los datos referentes al porcentaje de cobertura basal por efecto de la interacción entre edad y hora del corte (AxB), se reportó que al efectuar el corte a los 35 días a las 16H00 horas se presentó el mayor valor con 84.38 %, siendo superiores a los reportes de la presente investigación y que se deben principalmente a que el mencionado autor trabajo con una mezcla forrajera que incrementó la cantidad de hojas de cada una de las especies utilizadas.

#### **3.5.2. Porcentaje de Cobertura aérea**

El porcentaje de cobertura aérea del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), por efecto de la interacción entre la edad y la hora de corte, no reportó diferencias estadísticas ( $P \geq 0.05$ ), entre los tratamientos, sin embargo se registró superioridad a los 60 días y a las 18:00 horas, debido a que los valores fueron de 72.92%, mientras tanto que los resultado más bajos fueron registrados a los 45 días y a las 8:00 horas con medias de 44 %, como se indica en la tabla 5-3.



**Tabla 5-3: Evaluación del comportamiento botánico del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena), a los 45 días, por efecto de la interacción entre la edad y hora del corte,**

VARIABLE	EFECTO DE INTERACCIÓN EDAD Y HORA DEL CORTE						EE	Prob	Sign
	45 días 08h00	45 días 10h00	45 días 12h00	45 días 14h00	45 días 16h00	45 días 18h00			
Cobertura basal,%	37,00a	38,92a	47,17a	49,92a	49,08a	44,92a	2,07	0,118	ns
Cobertura aérea,%	44,00a	45,17a	53,42a	57,17a	53,17a	52,83a	2,48	0,1697	ns
Altura, cm	12,29a	11,44a	13,71a	14,60a	12,63a	12,99a	0,94	0,0908	ns
Pdn Fv t/ha/año	1,56bc	1,27c	2,79a bc	2,06a	2,43a	2,04a	0,21	0,0008	**
Ms/t/ha/año	0,35cd	0,33d	0,77abc	0,48cd	0,55bc	0,50cd	0,09	0,0019	**

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021

En cuanto al estudio realizado por (Guaranga, 2019, pág. 56) se puede observar que el porcentaje de cobertura aérea de la alfalfa morada, por efecto de la interacción de la edad y las diferentes horas de corte (Factor A x Factor B), no reporto diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ), entre los tratamientos, sin embargo se registró diferencias numéricas, a los 60 días obteniéndose valores de 92.50 y 91.10%, en las parcelas evaluadas a las 08h00 y 16h00, y que son superiores a los reportes de la presente investigación que tiene algunas condiciones por las cuales se presente estas superioridad como puede ser el tipo de suelo, manejo, o condiciones climáticas y de riesgo.

### 3.5.3. *Altura*

Al efectuar el análisis de la altura del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), no se registraron diferencias estadísticas ( $P \geq 0.05$ ), sin embargo los resultados más altos se consiguieron al realizar el corte a los 60 días y a las 14h00 con medias de 47.00 cm, mientras tanto que los resultados más bajos fueron a los 45 días y a las 10:00 horas con alturas de 11,4 cm, como se indica en la tabla 6-3.

**Tabla 6-3: Comportamiento botánico del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena) a los 60 días, por efecto de la interacción entre la edad y la hora del corte, para determinar la concentración óptima de carbohidratos solubles (° Brix) in situ.**

VARIABLE	EFECTO DE INTERACCIÓN ENTRE LA EDAD Y LA HORA DE CORTE						Prob	Sign
	60 Días 08H00	60 Días 10H00	60 Días 12H00	60 Días 14H00	60 Días 16H00	60 Días 18H00		
Cobertura basal,%	59,42 ab	57,25 abc	61,58 a	58,67 abc	57,92 abc	59,92 a	0,18	ns
Cobertura aérea,%	67,92 abcd	70,25 abc	70,83 ab	71,42 a	71,25 ab	72,92 a	0,64	ns
Altura, cm	42,00 a	43,10 a	44,33 a	47,00 a	44,95 a	42,29 a	0,77	ns
Pdn Fv t/ha/año	2,23 a bc	1,91 bc	3,43 a	2,83 ab	2,29 a b	2,91 ab	0,60	ns
Ms/t/ha/año	1,04 ab	0,87 abc	1,61 a	1,26 ab	1,39 a	1,31 ab	0,82	ns

**Realizado por:** Oviedo, Álvaro, 2021.

Es decir que los resultados más altos se consiguieron al realizar el corte a los 60 días y a las 14h00 con medias de 47.00 cm que son inferiores al ser comparados con los reportes de (Jaya, 2016), quien al realizar la evaluación del uso de biofertilizantes *Trichoderma sp* (cepa harzianum) y *Rhizobium meliloti* más abono bovino en la producción primaria forrajera del *Arrhenatherum elatius* determina las mejores respuestas en el tratamiento 10 t/ha de estiércol bovino más 3 l/ha de trichoderma combinadas con 750 g/ha de rhizobium A3B3 con medias de 60 cm en las parcelas cortadas a las 12h00 con 45 días de edad.

### 3.5.4. Producción de Forraje en materia verde

Al efectuar el análisis de varianza del porcentaje de cenizas del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), se registraron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ), por efecto de la interacción entre la edad y la hora de corte, estableciéndose las respuestas más altas en las parcelas con una edad de 60 días y a las 12:00 con medias de 3.43 t/FMVha/año, mientras tanto que los resultados más bajos fueron registrados en las parcelas cortadas a los 45 días y a las 10:00 con medias de 1.27 t/FMVha/año.

Los reportes de la presente investigación que indica las respuestas más altas en las parcelas con una edad de 60 días y a las 12:00 con medias de 3.43 t/FMVha/año, son inferiores al ser

comparados con los resultados de, (Guaranga, 2019, pág. 51), quien al realizar la determinación in situ de la edad y hora óptima de corte sobre la concentración de carbohidratos Solubles en alfalfa morada (*Medicago sativa*) no reportó diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ), tan solo numéricas, siendo el mejor tratamiento a los 45 días y a las 08h00 con 4.05 t/FV/ha/corte, y que se debe a las condiciones de cada una de las investigaciones .

### **3.5.5. Producción de Forraje en materia seca**

Al efectuar el análisis de varianza del porcentaje de cenizas del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), no se registraron diferencias estadísticas ( $P \geq 0.05$ ) , por efecto de la interacción entre la edad y hora de corte sin embargo se aprecian las respuestas más altas a los 60 días y a las 12h00 con producciones de materia seca de 1,31 t/MS/ha/año, en tanto que las respuestas más bajas fueron determinadas a los 45 días de edad en las parcelas cosechadas a las 10h00 con una producción de forraje en materia seca de 0,33 t/MS/ha/año.

Los reportes de investigación que indican las respuestas más altas a los 60 días y a las 12h00 con producciones de materia seca de 1,31 t/MS/ha/año son inferiores al ser comparados con los resultados de, (Tiupul, 2020, pág. 25), quien al determinar la producción de forraje en materia seca de una mezcla forrajera, por efecto de la interacción entre la edad y hora de corte (AxB), registró diferencias numéricas con una mayor producción de materia seca a los 35 días, 10H00 con 2.77 t/ha/año. Así como de (Guaranga, 2019, p. 59), quien reportó una producción de materia seca en el *Medicago sativa*, a los 60 días de edad a las 12h00 con 4.33 t/MS/ha/corte y la respuesta más baja se registró en el tratamiento a los 45 días de edad a las 18h00 con 2.42 t/MS/ha/corte

## **3.6. Composición bromatológica del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena, por efecto de la interacción entre la edad y la hora del corte, para determinar la concentración óptima de carbohidratos solubles (° Brix) in situ**

### **3.6.1. Contenido de Carbohidratos Solubles**

Al realizar el análisis de varianza del contenido de carbohidratos solubles del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena), no se registraron diferencias estadísticas ( $P \geq 0.05$ ), por efecto de la interacción entre la edad y hora de corte, siendo las respuestas más altas a los 45 días, y a las a las 18h00, con medias de 18.27%, en tanto que, las respuestas más bajas fueron reportadas, a los 45 días y a las 08h00, con medias de 7,30 % , como se indica en la tabla 7-3.

**Tabla 7-3: Composición bromatológica del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena, a los 45 días, por efecto de la interacción entre la edad y la hora del corte, para determinar la concentración óptima de carbohidratos solubles (° Brix) in situ**

VARIABLE	EFECTO DE INTERACCION ENTRE LA EDAD Y LA HORA DE CORTE						EE	Prob	Sign
	45 días	45 días	45 días	45 días	45 días	45 días			
	08h00	10h00	12h00	14h00	16h00	18h00			
Carbohidratos Solubles,%	7,30a	11,63a	11,53a	16,10a	15,27a	18,27a	1,76	0,5144	ns
Contenido de Humedad,%	76,44a	73,96a	72,51a	76,87a	76,97a	74,98a	0,1	1e-15	**
Contenido de Cenizas,%	12,33a	11,76a	11,43a	11,56a	12,45a	12,13a	0,19	0,3902	Ns
Extracto etéreo, %	3,18a	3,32a	2,44a	2,61a	2,92a	3,54a	0,01	6e-27	**
Contenido de Proteína,%	16,95a	15,77a	16,39a	15,89a	16,40a	16,66a	0,03	2e-14	**
Contenido de Fibra,%	26,71a	27,83c	27,04a	26,92a	26,85a	26,23a	0,12	2e-10	**
Extracto .Libre de .Nitrógeno	40,79a	41,27d	42,67a	43,00a	41,35a	41,43a	0,07	4e-18	**
Fibra Detergente Neutra	46,99a	50,84e	49,29a	48,16a	49,43a	46,35a	0,07	2e-23	**
Fibra Detergente Ácida	31,80a	32,15f	33,08a	32,84a	30,85a	30,18a	0,07	3e-18	**
Lignina	2,47a	2,76g	2,60a	2,82a	2,32a	2,69a	0,01	3e-24	**

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

Las respuestas antes mencionadas mencionan que las respuestas más altas se consiguieron a los 45 días, y a las a las 18h00, con medias de 18.27% y que son superiores al ser comparadas con los reportes de (Tiupul, 2020, pág. 63) quien al analizar el contenido de carbohidratos solubles presentes en el *Ray grass* por efecto de la edad y hora de corte (AxB), estableció los resultados más altos a los 35 días a las 12H00 horas con valores de 11.03 %.

### 3.6.2. Contenido de Humedad

Al efectuar el análisis de varianza del contenido de humedad del *Arrhenatherum elatius* (*pasto avena*), no se registraron diferencias estadísticas ( $P \geq 0.05$ ), por efecto de la interacción entre la edad y hora de corte siendo las respuestas más altas en las parcelas que se cortaron a las 16h00, transcurrido 45 días, puesto que se reportaron valores de 76.97%, mientras tanto que a los 60 días

se registraron valores de 52.97 % de humedad, evidenciados en los tratamientos analizados a las 16h00 horas.

Las respuestas antes mencionadas que indican superioridad en las parcelas que se cortaron a las 16h00, transcurrido 45 días, puesto que se reportaron valores de 76.97%, son inferiores al ser comparadas con los registros de (Astudillo, 2014, pág. 52), quien al realizar la determinación de la edad y la hora de corte sobre la concentración de carbohidratos solubles en el *Panicum maximum* (pasto guinea) se evidenció que los valores reportados oscilan entre 73,46 % y 83,52% en las parcelas cortadas a los 45 días de edad, en horas comprendidas entre las 12h00 y 14h00.

### **3.6.3. Contenido de Cenizas**

Al analizar el porcentaje de cenizas del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), no se registraron diferencias estadísticas ( $P \geq 0.05$ ), por efecto de la interacción entre la edad y la hora de corte sin embargo la mayor respuesta se reportó a los 60 días a las 10h00, 14h00, 18h00 con valores de 16.05% de cenizas, mientras tanto que las respuestas más altas fueron establecidas a los 45 días y a las 12 horas con respuestas de 11,43 %.

Los resultados de ceniza de la presente investigación donde se menciona que la mayor respuesta se reportó a los 60 días a las 10h00, 14h00, 18h00 con valores de 16.05% de cenizas son superiores al ser comparados con los registros de (Guaranga, 2019, pág. 62), quien al determinar el contenido de cenizas de la alfalfa morada nacional (*Medicago sativa*), estableció la mayor concentración de cenizas a los 45 días de edad de corte y a las 10h00, con valores medios de cenizas de 10.86%.

### **3.6.4. Contenido de Extracto etéreo**

Al efectuar el análisis de varianza del porcentaje de extracto etéreo del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena), no se registraron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ), entre las medias de los tratamientos, por efecto de la interacción entre la edad y la hora de corte sin embargo se aprecian las respuestas más altas al realizar el corte a las 18h00, y a los 45 días con un valor de 3.54 % de extracto etéreo mientras tanto que las respuestas más bajas fueron establecidas a los 60 días y a las 16:00 horas con valores de 1,09 %.

### 3.6.5. Contenido de Proteína

Al efectuar el análisis de varianza del porcentaje de proteína del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), no se registraron diferencias estadísticas ( $P \geq 0.05$ ), por efecto de la interacción entre la edad y hora de corte, sin embargo se estableció las respuestas más altas al realizar el corte a los 45 días de corte, y a las 08h00 horas de corte, presentando un contenido de proteína del 16.95%, seguidos de aquellas parcelas que fueron cortadas a las 14:00 horas y los 60 días del corte, con valores medios de 8,40 % de proteína, como se indica en la tabla 8-3.

**Tabla 8-3: Composición bromatológica del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena)", a los 60 días por efecto de la interacción entre la edad y la hora de corte**

VARIABLE	EFECTO DE INTERACCIÓN ENTRE LA EDAD Y LA HORA DE CORTE						Prob	Sign
	60 Días 08H00	60 Días 10H00	60 Días 12H00	60 Días 14H00	60 Días 16H00	60 Días 18H00		
Carbohidratos Solubles, ° Brix	8,80 a	6,83 a	8,57 a	7,93 a	6,87 a	6,30 a	0,15	ns
Contenido de Humedad,%	53,42 h	54,01 g	53,25 h	55,42 e	52,97 h	54,69 f	0,00	**
Contenido de Cenizas,%	15,78 a	16,05 a	15,78 a	16,05 a	15,78 a	16,05 a	0,19	ns
Extracto etéreo, %	1,66 e	1,70 d	1,48 h	1,50 g	1,09 i	1,53 f	0,00	**
Contenido de Proteína,%	8,95 e	8,43 g	8,56 f	8,40 h	8,89 e	8,68 f	0,00	**
Contenido de Fibra,%	54,26 ab	56,53 a	55,64 a	55,46 a	53,18 b	55,17 a	0,00	ns
Extracto Libre de Nitrógeno	34,55 g	32,24 h	33,53 h	34,21 g	36,16 fg	38,30 f	0,00	**
Fibra Detergente Neutra	64,37 c	66,64 b	68,48 a	63,89 d	65,33 c	62,07 d	0,00	**
Fibra Detergente Acida	49,58 b	46,23 d	50,98 a	48,52 c	48,82 c	48,31 d	0,00	**
Lignina	4,32 b	4,71 a	4,31 c	3,94 e	3,89 f	4,30 d	0,00	**

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

Los resultados de la presente investigación que indican las respuestas más altas al realizar el corte a los 45 días, y a las 08h00 horas de corte con valores de 16.95%, son superiores al ser comparados con los resultados de (Benitez, 2018, pág. 53), quien al realizar la evaluación de diferentes fertilizantes orgánicos e inorgánicos aplicados foliarmente en la producción de forraje y semillas del pasto *Arrhrnatherum elatius* (Pasto avena), reportó el mayor contenido de proteína de 12.65% en la edad de corte de 60 días a las 08h00.

### 3.6.6. Contenido de Fibra

Al efectuar el análisis de varianza del contenido de fibra del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), no se registraron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ), por efecto de la interacción entre la edad y la hora de corte sin embargo se aprecian las respuestas más altas a la edad de 60 días y a las 10:00 de corte, con un porcentaje de fibra de 56.53%. Y las respuestas más bajas se registró a los 45 días y a las 18:00 de corte puesto que el resultado promedio fue de 26.23 %.

Los reportes de la presente investigación que obtienen los resultados más altos a la edad de 60 días y a las 10:00 de corte, con un porcentaje de fibra de 56.53%. son superiores al ser comparados con los resultados de (Guaranga, 2019, pág. 42), quien registró el mayor contenido de fibra de la alfalfa morada nacional (*Medicago sativa*), a los 60 días y a las 14h00 de corte alcanzando un valor promedio de 36.80 %, así como de (Lemache, 2015, pág. 78) , quien utilizó diferentes niveles de té de estiércol en la producción de alfalfa morada, reporto que el contenido de fibra va desde 25.9 hasta 26.34%, por efecto de la edad y horas de corte.

### **3.6.7. Extracto Libre de nitrógeno**

Al realizar el análisis del contenido de extracto libre de nitrógeno del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), no se reportó diferencias estadísticas ( $P \geq 0.05$ ), sin embargo se evidencia las respuestas más altas, a los 45 días y a las 14h00 de corte con medias de 43.00 %, mientras tanto que el contenido de extracto libre de nitrógeno más bajo se evidenció en las parcelas a las 10h00 de corte y a los 60 días ya que los resultados fueron de 32,24 %.

Los reportes de la presente investigación donde se indica que las respuestas más altas, se consigue a los 45 días y a las 14h00 de corte con medias de 43.00 %, son superiores al ser comparados con los resultados de (Astudillo, 2014, pág. 62), quien registra que el contenido de extracto libre de nitrógeno existieron diferencias altamente significativas entre medias, concluyendo que las respuestas más altas, se reportaron a los 60 días en los tratamientos que se realizó el corte a las 14h00 y 08h00 con medias de 40,43 y 34,22 %, así como de (Guaranga, 2019, pág. 59) quien reportó que el contenido de extracto etéreo del *Medicago sativa* fue mayor cuando se realizó el corte a la edad de 45 días de corte y a las 10h00, puesto que las medias fueron de 2.87%

### **3.6.8. Fibra Detergente Neutra**

Al efectuar el análisis del porcentaje de fibra detergente Neutra, del *Arrhenatherum elatius* (pasto avena), no se registraron diferencias estadísticas ( $P \geq 0.05$ ) , por efecto de la interacción entre la edad y la hora de corte, se estableció las respuestas más altas en las parcelas a los 60 días y a las 10:00 de corte con valores de 66.64 % de fibra detergente neutra, mientras que las

respuestas más bajas fueron reportadas a los 45 días y a las 18:00, puesto que los resultados fueron de 46,35 %.

### **3.6.9. Fibra Detergente Acida**

El análisis del contenido de fibra detergente acida, no presentó diferencias estadísticas, ( $P \geq 0.05$ ) entre medias, evidenciando como mejores respuestas, a los 45 días, y a las 18h00, con valores medios de 50,98% de FDA, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron reportadas a los 45 días, y a las 18h00 con porcentajes de 30,18% de fibra detergente ácida.

Los reportes de la presente investigación que indican las mejores respuestas, al cortar el pasto a los 45 días, y a las 18h00, con valores de 66.64 %, son superiores al ser comparados con los resultados de, (Astudillo, 2014, pág. 58), quien determinó diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ), evidenciando como mejores respuestas, a la edad de 45 días, en las horas de corte de 14h00 y 10h00, con valores medios de 53,76 y 52,57% de FDA.

### **3.6.10. Contenido de Lignina**

Al efectuar el análisis del porcentaje de lignina del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena), no se registraron diferencias estadísticas ( $P \geq 0.05$ ), por efecto de la interacción entre la edad y la hora de corte sin embargo se aprecian las respuestas más altas al realizar el corte a los 60 días y a las 10h00 con medias de 4,71 %, mientras tanto que los valores más bajos fueron reportados a los 45 días y a las 16:00 puesto que las respuestas fueron de 2,32 %.

## **3.7. Evaluación Económica**

Mediante el análisis económico de la producción del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena), se determinó que la mayor rentabilidad se alcanza cuando se corta el forraje a las 12h00, por cuanto presento un beneficio/costo de 2,9 es decir 1 dólar con 90 centavos por cada dólar invertido de rentabilidad, luego se registró el forraje cortado a las 14h00, registrando un beneficio/costo de 2,3, es decir; por cada dólar invertido se espera una utilidad de 1 dólar con 30 centavos; a continuación se aprecian las respuestas de las parcelas analizadas a las 16h00 con valores de 2.2, y a las 18.00 con 2.1 es decir que por cada dólar invertido se obtendrá una rentabilidad de 1.10 y 1.20 en tanto que, el valor más bajo fue registrado en las parcelas de las 10h00 horas, con un beneficio/costo de 1,30, lo que indica que por cada dólar invertido se tiene una rentabilidad de 30 centavos de dólar, como se indica en la tabla 9-3.



**Tabla 9 – 3. Evaluación económica de la producción del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena), en respuestas a diferentes horas de corte.**

EGRESOS	Horas de corte					
	8h00	10h00	12h00	14h00	16h00	18h00
Re Siembra	80	80	60	60	70	70
Mano de Obra <sup>1</sup>	15	15	15	15	15	15
Servicios básicos <sup>2</sup>	15	15	15	15	15	15
Depreciación de herramientas <sup>3</sup>	30	30	30	30	30	30
Transporte <sup>4</sup>	7	7	7	7	7	7
Imprevistos	15	15	15	15	15	15
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>162</b>	<b>162</b>	<b>142</b>	<b>142</b>	<b>152</b>	<b>152</b>
<b>INGRESOS</b>						
Producción de biomasa verde t/FV/ha/corte <sup>5</sup>	1,9	1,59	3,11	2,60	2,36	2,48
Cotización de forraje (\$) <sup>6</sup>	228	190,8	373,2	294	283,2	297,6
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>228</b>	<b>190,8</b>	<b>373,2</b>	<b>294</b>	<b>283,2</b>	<b>297,6</b>
<b>Beneficio/Costo (USD)</b>	<b>1,4</b>	<b>1,3</b>	<b>2,9</b>	<b>2,3</b>	<b>2,1</b>	<b>2,2</b>

1. Mano de obra: \$ 150.0/Persona /mes/ tratamiento

2. Servicios básicos (Agua): \$ 15/Tratamiento

3. Depreciación de herramientas: \$30/Tratamiento

4. Transporte: \$ 7/Tratamiento

5. Producción de FV/t/h/corte

6. Cotización de Forraje 100.00 t

**Realizado por:** Oviedo, Álvaro, 2021.

Por lo que se establece que la mejor rentabilidad económica, en la producción forrajera del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena), se alcanza realizando el corte del pasto a las 12h00 horas, que se considera muy alentadora puesto que existirá mayor producción de alimento para dotar a las especies de interés zootécnico, y sobre todo existirá la seguridad de que el contenido de carbohidratos solubles sea el adecuado para el correcto desarrollo del animal y por ende el crecimiento de la explotación.

## CONCLUSIONES

- La mayor concentración de carbohidratos solubles en el *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena) se alcanzó a los 60 días y a las 08h00 de corte, con 8.80 grados brix (°Brix), los cuales fueron tomados mediante un refractómetro digital, datos que se encuentran dentro de la escala mencionada por Bruixot, donde se indica que para estas especies van entre 3 a 6 °Brix, es decir contiene grandes cantidades de azúcares y alta densidad de nutrientes.
- La cobertura basal (%), cobertura aérea (%) y altura de la planta (cm), del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena); registraron su mejor comportamiento a los 60 días de corte, con 59.13 %, 70.76 % y 43,94 cm, en su orden, mientras que las mejores horas de corte con respecto a estas mediciones fueron a las 12h00 y a las 14h00, registrando el 54.38%, de cobertura basal; 64.29 % de cobertura aérea y de 30.80 cm, de altura.
- La mayor producción de biomasa verde t/FV/ha/corte, fue a los 60 días, con una producción de 2.60 t/FV/ha/año, la hora más acertada para realizar el corte fue a las 18h00 con una producción de 2.48 t/FV/ha/año; por otro lado, el mejor tratamiento para la materia seca fue a los 60 días de edad con 1.25 t/MS/ha/año, y la hora más propicia de corte fue a las 12h00 con 1.19 t/MS/ha/año.
- La proteína, reportó su mejor comportamiento a los 45 días de edad, en las parcelas que fueron evaluadas a las 08h00, alcanzando un contenido de 16.95% de proteína, mientras que el mayor contenido de fibra fue a los 60 días de edad de corte, en aquellas parcelas que fueron cortadas a las 10h00, llegando al valor máximo de 56.53% de fibra.
- El mayor beneficio costo en la producción del pasto avena (*Arrhenatherum elatius*), con respecto a las horas de corte, se registró a las 12h00, con 2.91, es decir que por cada dólar invertido se obtiene una rentabilidad de 1.91 centavos. que resulta bastante alentadora, como fuente de carbohidratos solubles en la dieta animal.

## **RECOMENDACIONES**

- Realizar el corte de pasto avena, a los 60 días de edad, en donde exista mayor concentración de luz, es decir de 12h00-14h00, puesto que a esa edad y a esa hora de corte se presenta el mayor contenido de carbohidratos solubles y la mejor calidad, para mejorar la nutrición de las especies que son alimentadas con Pasto avena.
- Investigar en praderas establecidas con otras mezclas forrajeras adaptadas en diferentes ecosistemas, utilizando el dispositivo portátil para determinar la concentración de carbohidratos solubles a diferentes edades y horas de corte.

## **BIBIOGRAFIA**

**AGNUSDEI, Melida & MARINO, Martina.** *Determinantes fisiológicos y morfológicos de las variaciones estacionales del crecimiento de forraje.* 5. Buenos Aires : s.n., 2016.

**ALBA, Fabricio.** Pastos y forrajes. [En línea] Instituto Técnico Superior Agronómico Salesiano, 20 de Julio de 2015. [Citado el: 07 de Agosto de 2020.]. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/view/14179364/pastos-y-forrajesinstituto-tecnico-superior-agronomico-salesiano/53>.

**ARREAZA, Leonard.** *Degradabilidad ruminal de fracciones de carbohidratos en forrajes tropicales determinada por métodos in vitro e in situ.* [ed.] 1a. Buenos Aires : CORPOICA, 2005. págs. 87-90. vol. 6.

**ASTUDILLO, Henry.** *Determinación de la edad y la hora de corte sobre la concentración de carbohidratos solubles en el Panicum maximum (pasto guinea)*". Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador : 2014.

**BARAHONA, Remigio & Sánchez, Solange.** *Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla.* 3a ed. Brasilia : Revista CORPOICA., 2015.

**BASANTES, Jaime.** Rye grass perenne (Lolium perenne). [En línea] 2015. [Citado el: 22 de Abril de 2019.] Disponible en: <http://www.agropick.com/es/semillas-para-cesped/65-clima-templado-y-frio/88-rye-grass-perenne-lolium-perenne.html>.

**BENITEZ, Franklin.** *Evaluación de diferentes fertilizantes orgánicos e inorgánicos aplicados foliarmente en la producción de forraje y semillas del pasto Arrhrnatherum elatius (pasto avena).*, Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2010.

**BERNAL, Joseph.** *Gramíneas y Leguminosas forrajeras en Colombia.* Decima edicion. Bogota, Colombia: Edit. ICA. 2016.

**BRAÑEZ, Madisson & ORTÍZ, Petterson & CÉSPEDES, Luisana.** *Beneficio de los abonos orgánicos y productos naturales.* 2a ed. Chiquitanía : Programa DAS Chaco, 2016.

**CARAMBULA, Andersson.** *Producción y manejo de pasturas sembradas.* 2a ed. Montevideo : Mundi prensa, 2017.

**CÁRDENAS, Mario.** Guía de manejo de pastos para la sierra sur ecuatoriana. [En línea] 27 de Enero de 2011. [Citado el: 14 de marzo de 2020.]. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2318/1/BD407.pdf>.

**CHALÁN, Mónica.** *Evaluación de diferentes niveles de bokashi en la producción de forraje y semilla del arrhenatherum pratense (pasto avena)*. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador : 2009.

**CORNEJO, Ezequiel.** Utilización de pastos y forrajes. [En línea] 20 de Diciembre de 2015. [Citado el: 08 de Agosto de 2020.]. Disponible en: <https://foroagroganadero.com/utilizacion-de-pastos-y-forrajes/>.

**FLORES, Jacinto.** *Manual de Alimentación Animal*. Segunda edición. Chihuahua, Mexico : Limusa, 2015.

**GAIBOR, Nora.** *Utilizacion de diferentes niveles de abono organicos (humus) en la produccion de forraje y semilla de pasto avena (Arrhenatherum elatius)*. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo , Riobamba - Ecuador : 2008.

**GAVIRIA, Xiomara.** Calidad nutricional y fraccionamiento de carbohidratos y proteína en los componentes forrajeros de un sistema silvopastoril intensivo. [En línea] Pastos y Forrajes vol.38 no.2 Matanzas , 18 de Abril de 2015. [Citado el: 15 de Octubre de 2020.] Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942015000200007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942015000200007).

**GÉLVEZ, Lilian.** Pasto azul - Setaria anceps - Setaria aphacellata . [En línea] 2017. [Citado el: 10 de Mayo de 2019.] Disponible en: [https://mundo-pecuario.com/tema191/gramineas/pasto\\_azul-1051.html](https://mundo-pecuario.com/tema191/gramineas/pasto_azul-1051.html) .

**GUAGUA, Wilfrido.** *Evaluacion del efecto de la aplicacion del abono foliar organico de estiércol bovino, enriquecido con microelementos en la produccion de forraje y semilla del pasto avena (Arrhenatherum elatius)*. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba - Ecuador: 2007.

**GUARANGA, Aurora.** *“Determinación in situ de la edad y hora óptima de corte sobre la concentración de carbohidratos Solubles en alfalfa morada (medicago sativa)*. Escuela Superior Politécnica De ChImborazo facultad de Ciencias Pecuarias, Riobamba, Ecuador: 2019.

**GUZMÁN, Javeriano.** *Pastos y Forrajes: producción y aprovechamiento*. 3º Edición. Caracas : Espasande Eds, 2017.

**HERNANDEZ, Jaime & BOLAÑOS, Jacinto & REINOSO, Martina.** *Contenido de proteína por unidad de materia seca acumulada en pastos tropicales*. Segunda edición. La Habana, Cuba : Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 2004.

**HUSS, Damian.** *Fundamentos de manejo de pastizales*. 2a ed. Monterrey, México : Int. Teen, 2015.

**JAYA, Hugo.** “*Biofertilizantes Trichoderma sp (cepa harzianum) Y Rhizobium meliloti más abono bovino en la producción primaria forrajera del Arrhenatherum elatius*”. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador : ESPOCH, 2016.

**LEMACHE, Piedad.** *Utilización de diferentes térs de estiércol en la producción de Medicago sativa (Alfalfa), variedad flor morada*. Facultad de Ciencia Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,, Riobamba, Ecuador : ESPOCH, 2015.

**MAMANI, Godofredo.** Produccion de pasturas en los valles interandinos . [En línea] INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA - INIA, 22 de Abril de 2015. [Citado el: 12 de Septiembre de 2020.] Disponible en:

[http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/751/1/MamaniProducci%20n\\_pasturas\\_valles\\_interandinos.pdf](http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/751/1/MamaniProducci%20n_pasturas_valles_interandinos.pdf).

**MAZA, Wilmer.** Evaluación de tres especies forrajeras: Rye grass inglés (Lolium perenne L.), pasto azul (Dactylis glomerata L.) y trébol blanco (Trifolium repens L.) en dos pisos altitudinales del cantón Loja (Bachelor's thesis, Loja: Universi. [En línea] 2015. [Citado el: 14 de marzo de 2019.] . Disponible en:

<http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11584/1/TESIS%20WILMER%20ALCIDE%20MAZA%20CHAMBA.pdf>.

**PAGLIARICCI, Hermuy & PEREYRA, Thomas.** *Producción y distribución de forraje de alfalfa (Medicago sativa L.) intersebrada con cereales forrajeros de invierno*. Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto,, Córdoba, Argentina : Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de R, 2017.

**PEÑAHERRERA, Andres.** *Producción y calidad forrajera de pasto saboya (Panicum máximum Jacq) a diferentes edades y alturas de corte* (Bachelor's thesis,. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Quito , Pichincha , Ecuador : ESPE, 2015.[En línea] 2015. [Citado el: 13 de marzo de 2019.]. Disponible en:

<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10228/1/T-ESPE-002720.pdf>.

**PERCY, Carlos.** Cultivo de pastos, manual prácticos para productores. [En línea] 12 de Febrero de 2019. [Citado el: 22 de Agosto de 2020.]. Disponible en: [https://www.swisscontact.org/fileadmin/user\\_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/MANUAL\\_PASTOS\\_CULTIVADOS.pdf](https://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/MANUAL_PASTOS_CULTIVADOS.pdf).

**PINTO, Gabriel.** Estudio de los Carbohidratos. [En línea] Universidad del Valle de México., 22 de Abril de 2017. [Citado el: 22 de Septiembre de 2020.] . Disponible en: <http://www.revistaelagro.com/el-cultivo-de-la-avena-y-el-clima-en-ecuador/> .

**ROBALINO, Mauro.** Evaluación de biofertilizantes en al producción de forraje y semilla de *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena)., Riobamba, Ecuador : ESPOCH, 2006.

**SIMBAÑA, Hamilton.** *Adaptación Y Valor Forrajero De Pasto Avena (Arrhenatherum Elatius L.) Con Diferentes Niveles De Fertilización Nitrogenada En Prefloración Y Floración.* Escuela Superior Politecnica del Ejercito , Santo Domingo de los Tsachilas , Ecuador : 2015.

**TERRONES, Peterson.** *Tecnologías para la producción de semillas en la región andina.* Instituto Nacional de Investigación Agraria. 3a ed. Cajamarca : Estación Experimental Agraria Baños del Inca , 2015.

**TIUPUL, Fernando.** *Determinación in situ de la edad y la hora de corte sobre la concentración de carbohidratos solubles en una mezcla forrajera.* Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador : ESPOCH, 2020.

**UZCA, Danilo.** *Evaluacion de diferentes niveles de humus liquido como fertilizante foliar en la produccion de forraje y semilla del Arrhenatherum elatius (pasto avena).* Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba - Ecuador : 2008.

**VARGAS, Cristian.** *Evaluación de diferentes dosis de enmiendas húmicas en la producción primaria de forraje del Lolium perenne (ray grass).* Tesis de grado, . pp. 2. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Riobamb, Chimborazo, Ecuador : ESPOCH, 2018.

**VELÁSQUEZ, Paulo.** *Evaluacion morfoagronómica y nutricional de cinco variedades de rye grass bianual (lolium multiflorum) en lugares representativos de las zonas de produccion de leche de las provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha.* Escuela Politecnica Nacional, Quito - Ecuador : 2009.

## ANEXOS

### Anexo G. Porcentaje de cobertura basal del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena)”

#### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Edad de corte	Hora corte	BLOQUES			SUMA	PROMEDIO
		I	II	III		
45	8	33,00	41,75	36,25	111,00	37,00
45	10	36,75	39,00	41,00	116,75	38,92
45	12	47,50	42,75	51,25	141,50	47,17
45	14	44,75	52,75	52,25	149,75	49,92
45	16	41,75	60,00	45,50	147,25	49,08
45	18	39,00	45,75	50,00	134,75	44,92
60	8	64,00	59,25	55,00	178,25	59,42
60	10	55,50	54,50	61,75	171,75	57,25
60	12	56,50	59,00	69,25	184,75	61,58
60	14	48,50	64,00	63,50	176,00	58,67
60	16	59,50	54,75	59,50	173,75	57,92
60	18	61,00	61,00	57,75	179,75	59,92
Promedio General						51,81
Desviación Estándar						2,07
Coeficiente de Variación						9,78

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

#### 2. Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign
Total	35,00	3107,92	88,80					
Bloques	2,00	147,51	73,76	2,87	3,44	5,72	0,078	ns
Tratamientos	11,00	2396,005	217,82	8,49	2,26	3,18	0,00001	**
Factor A	1,00	1925,02	1925,02	75,04	4,30	7,95	0,000	**
factor B	5,00	256,93	51,39	2,00	2,66	3,99	0,118	ns
Int A*B	5,00	214,06	42,81	1,67	2,66	3,99	0,184	ns
Error	22,00	564,41	25,65	1,00	2,05	2,78	0,441	

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

#### 3. Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ ), por efecto de la edad al corte

Edad de corte	Media	Rango	EE
45 días	44,50	b	1,19
60 días	59,13	a	1,19

Medias con una letra común no son significativos diferentes ( $p > 0,05$ )

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.



4. Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ), por efecto de la hora al corte.

HORA DE CORTE	MEDIA	RANGO	EE
08H00	48,21	a	2,07
10H00	48,08	a	2,07
12H00	54,38	a	2,07
14H00	54,29	a	2,07
16H00	53,50	a	2,07
18H00	52,42	a	2,07

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

5. Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ), por efecto de la interacción entre la edad y la hora al corte

Int Edad por hora de corte	Medías	Rango	EE
45 días a las 08 horas	37,00	a	2,92
45 días a las 10 horas	38,92	a	2,92
45 días a las 12 horas	47,17	a	2,92
45 días a las 14 horas	49,92	a	2,92
45 días a las 16 horas	49,08	a	2,92
45 días a las 18 horas	44,92	a	2,92
60 días a las 08 horas	59,42	a	2,92
60 días a las 10 horas	57,25	a	2,92
60 días a las 12 horas	61,58	a	2,92
60 días a las 14 horas	58,67	a	2,92
60 días a las 16 horas	57,92	a	2,92
60 días a las 18 horas	59,92	a	2,92

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

6. ADEVA de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Fisher	Valor crítico de Fisher
Regresión	1	1.925,02	1925,02	55,33	1,25E-08
Residuos	34	1.182,91	34,79		
Total	35	3.107,92			

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021

**Anexo H.** Porcentaje de cobertura aérea del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena)”

1. Resultados experimentales

Edad del corte	Hora corte	BLOQUES			SUMA	PROMEDIO
		I	II	III		
45	8	44,00	40,50	47,50	132,00	44,00
45	10	44,25	43,75	47,52	135,52	45,17
45	12	46,75	46,50	67,00	160,25	53,42
45	14	52,25	57,50	61,75	171,50	57,17
45	16	45,00	69,00	45,50	159,50	53,17
45	18	44,50	56,75	57,25	158,50	52,83
60	8	70,50	68,50	64,75	203,75	67,92
60	10	63,25	72,75	74,75	210,75	70,25
60	12	65,50	68,00	79,00	212,50	70,83
60	14	66,25	74,25	73,75	214,25	71,42
60	16	72,25	68,25	73,25	213,75	71,25
60	18	71,50	71,75	75,50	218,75	72,92
Promedio General						60,86
Desviación Estándar						1,43
Coeficiente de Variación						9,98

**Realizado por:** Oviedo, Álvaro, 2021.

2. Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign
Total	35,00	5070,90	144,88					
Bloques	2,00	283,30	141,65	3,84	3,44	5,72	0,037	ns
Tratamientos	11,00	3975,55	361,41	9,79	2,26	3,18	0,00000	**
Factor A	1,00	3529,94	3529,94	95,63	4,30	7,95	0,000	**
factor B	5,00	319,16	63,83	1,73	2,66	3,99	0,170	ns
Int A*B	5,00	126,45	25,29	0,69	2,66	3,99	0,640	ns
Error	22,00	812,04	36,91	1,00	2,05	2,78	0,441	

**Realizado por:** Oviedo, Álvaro, 2021.

3. Medías y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ), por efecto de la edad del corte

Edad del corte	Media	Rango	EE
45 días	50,96	b	1,43
60 días	70,76	a	1,43

Medías con una letra común no son significativos diferentes ( $p > 0,05$ )

**Realizado por:** Oviedo, Álvaro, 2021.

4. Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ), por efecto de la hora al corte

HORA DE CORTE	MEDIA	RANGO	EE
08H00	55,96	a	2,48
10H00	57,71	a	2,48
12H00	62,13	a	2,48
14H00	64,29	a	2,48
16H00	62,21	a	2,48
18H00	62,88	a	2,48

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

5. Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ), por efecto de la interacción entre la edad y la hora al corte

Int Edad por hora de corte	Medias	Rango	EE
45 días a las 08 horas	44,00	a	3,51
45 días a las 10 horas	45,17	a	3,51
45 días a las 12 horas	53,42	a	3,51
45 días a las 14 horas	57,17	a	3,51
45 días a las 16 horas	53,17	a	3,51
45 días a las 18 horas	52,83	a	3,51
60 días a las 08 horas	67,92	a	3,51
60 días a las 10 horas	70,25	a	3,51
60 días a las 12 horas	70,83	a	3,51
60 días a las 14 horas	71,42	a	3,51
60 días a las 16 horas	71,25	a	3,51
60 días a las 18 horas	72,92	a	3,51

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

6. ADEVA de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Fisher	Valor crítico de Fisher
Regresión	1	3.529,94	3.529,94	77,89	2,59E-10
Residuos	34	1.540,95	45,32		
Total	35	5.070,90			

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

**Anexo I.** Altura de la planta del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena)”

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Edad del corte	Hora corte	BLOQUES			SUMA	PROMEDIO
		I	II	III		
45	8	11,57	15,57	9,71	36,86	12,29
45	10	9,75	12,43	12,14	34,32	11,44
45	12	11,75	14,14	15,22	41,12	13,71
45	14	12,14	18,00	13,67	43,81	14,60
45	16	12,88	11,50	13,50	37,88	12,63
45	18	9,83	14,00	15,14	38,98	12,99
60	8	38,29	45,29	42,43	126,00	42,00
60	10	41,86	44,14	43,29	129,29	43,10
60	12	47,43	42,43	43,13	132,98	44,33
60	14	43,14	50,14	47,71	141,00	47,00
60	16	46,57	42,29	46,00	134,86	44,95
60	18	42,14	42,00	42,71	126,86	42,29
Promedio General						28,44
Desviación Estándar						8.10
Coeficiente de Variación						27.14

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign
Total	35,00	8864,79	253,28					
Bloques	2,00	26,57	13,29	2,51	3,44	5,72	0,105	ns
Tratamientos	11,00	8721,55	792,87	149,51	2,26	3,18	0,00000	**
Factor A	1,00	8649,91	8649,91	1631,12	4,30	7,95	0,000	**
factor B	5,00	58,38	11,68	2,20	2,66	3,99	0,091	ns
Int A*B	5,00	13,27	2,65	0,50	2,66	3,99	0,773	ns
Error	22,00	116,67	5,30					

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

3. Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ) por efecto de la edad del corte

Edad del corte	Media	Rango	EE
45 días	12,94	b	0,54
60 días	43,94	a	0,54

Medias con una letra común no son significativos diferentes ( $p > 0,05$ )

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

4. Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ), por efecto de la hora al corte

HORA DE CORTE	MEDIA	RANGO	EE
08H00	27,14	a	0,94
10H00	27,27	a	0,94
12H00	29,02	a	0,94
14H00	30,80	a	0,94
16H00	28,79	a	0,94
18H00	27,64	a	0,94

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

5. Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ ), por efecto de la interacción entre la edad y la hora al corte

Int Edad por hora de corte	Medias	Rango	EE
45 días a las 08 horas	12,29	a	1,33
45 días a las 10 horas	11,44	a	1,33
45 días a las 12 horas	13,71	a	1,33
45 días a las 14 horas	14,60	a	1,33
45 días a las 16 horas	12,63	a	1,33
45 días a las 18 horas	12,99	a	1,33
60 días a las 08 horas	42,00	a	1,33
60 días a las 10 horas	43,10	a	1,33
60 días a las 12 horas	44,33	a	1,33
60 días a las 14 horas	47,00	a	1,33
60 días a las 16 horas	44,95	a	1,33
60 días a las 18 horas	42,29	a	1,33

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

6. ADEVA de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Fisher	Valor crítico de Fisher
Regresión	1	8649,91	8649,91	1368,62	4,7E-29
Residuos	34	214,89	6,32		
Total	35	8864,79			

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

**Anexo J.** Porcentaje de carbohidratos solubles del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena)”

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Edad del corte	Hora corte	BLOQUES			SUMA	PROMEDIO
		I	II	III		
45	8	4,30	4,70	12,90	21,90	7,30
45	10	8,80	21,10	5,00	34,90	11,63
45	12	12,90	14,30	7,40	34,60	11,53
45	14	15,90	10,90	21,50	48,30	16,10
45	16	17,10	8,40	20,30	45,80	15,27
45	18	19,10	17,30	18,40	54,80	18,27
60	8	9,20	10,30	6,90	26,40	8,80
60	10	8,50	5,50	6,50	20,50	6,83
60	12	9,90	5,60	10,20	25,70	8,57
60	14	12,20	4,90	6,70	23,80	7,93
60	16	7,10	8,90	4,60	20,60	6,87
60	18	4,70	7,50	6,70	18,90	6,30
Promedio General						10,45
Desviación Estándar						1,76
Coeficiente de Variación						8,45

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign
Total	35,00	968,85	27,68					
Bloques	2,00	4,78	2,39	0,13	3,44	5,72	0,880	ns
Tratamientos	11,00	553,40	50,31	2,70	2,26	3,18	0,023	**
Factor A	1,00	302,76	302,76	16,22	4,30	7,95	0,001	**
factor B	5,00	81,58	16,32	0,87	2,66	3,99	0,514	ns
Int A*B	5,00	169,06	33,81	1,81	2,66	3,99	0,152	ns
Error	22,00	410,67	18,67					

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

3. Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ ), por efecto de la edad del corte

Edad del corte	Media	Rango	EE
45 días	13,35	b	1,02
60 días	7,55	a	1,02

Medias con una letra común no son significativos diferentes ( $p > 0,05$ )

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

4. Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ), por efecto de la hora al corte

HORA DE CORTE	MEDIA	RANGO	EE
08H00	8,05	a	1,76
10H00	9,23	a	1,76
12H00	10,05	a	1,76
14H00	12,02	a	1,76
16H00	11,07	a	1,76
18H00	12,28	a	1,76

**Realizado por:** Oviedo, Álvaro, 2021.

5. Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ ), por efecto de la interacción entre la edad y la hora al corte

Int Edad por hora de corte	Medias	Rango	EE
45 días a las 08 horas	7,30	a	2,49
45 días a las 10 horas	11,63	a	2,49
45 días a las 12 horas	11,53	a	2,49
45 días a las 14 horas	16,10	a	2,49
45 días a las 16 horas	15,27	a	2,49
45 días a las 18 horas	18,27	a	2,49
60 días a las 08 horas	8,80	a	2,49
60 días a las 10 horas	6,83	a	2,49
60 días a las 12 horas	8,57	a	2,49
60 días a las 14 horas	7,93	a	2,49
60 días a las 16 horas	6,87	a	2,49
60 días a las 18 horas	6,30	a	2,49

**Realizado por:** Oviedo, Álvaro, 2021.

6. ADEVA de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Fisher	Valor crítico de Fisher
Regresión	1	302,76	302,76	15,45	0,0004
Residuos	34	666,09	19,59		
Total	35	968,85			

**Realizado por:** Oviedo, Álvaro, 2021.

**Anexo K.** Producción de forraje en materia verde del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena)”

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Edad del corte	Hora corte	BLOQUES			SUMA	PROMEDIO
		I	II	III		
45	8	1,89	1,04	1,76	4,69	1,56
45	10	1,18	1,18	1,44	3,80	1,27
45	12	2,51	2,53	3,33	8,37	2,79
45	14	1,77	2,63	1,78	6,18	2,06
45	16	1,18	3,53	2,57	7,28	2,43
45	18	1,56	1,80	2,77	6,13	2,04
60	8	2,10	1,77	2,81	6,68	2,23
60	10	1,75	1,52	2,46	5,73	1,91
60	12	3,55	3,30	3,45	10,30	3,43
60	14	2,76	3,09	2,64	8,49	2,83
60	16	1,75	2,03	3,09	6,87	2,29
60	18	2,48	2,62	3,62	8,72	2,91
Promedio General						2,31
Desviación Estándar						0,12
Coeficiente de Variación						7,74

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
Total	35,00	20,20	0,58					
Bloques	2,00	2,25	1,12	4,33	3,44	5,72	0,026	ns
Tratamientos	11,00	12,24	1,11	4,28	2,26	3,18	0,002	**
Factor A	1,00	2,97	2,97	11,44	4,30	7,95	0,003	**
factor B	5,00	8,30	1,66	6,39	2,66	3,99	0,001	ns
Int A*B	5,00	0,97	0,19	0,74	2,66	3,99	0,598	ns
Error	22,00	5,71	0,26					

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

3. Medías y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ), por efecto de la edad del corte

Edad del corte	Media	Rango	EE
45 días	2,03	B	0,12
60 días	2,60	A	0,12

Medías con una letra común no son significativos diferentes ( $p > 0,05$ )

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.



4. Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ), por efecto de la hora al corte

HORA DE CORTE	MEDIA	RANGO	EE
08H00	1,90	ab	0,21
10H00	1,59	c	0,21
12H00	3,11	a	0,21
14H00	2,45	b	0,21
16H00	2,36	b	0,21
18H00	2,48	b	0,21

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

5. Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ), por efecto de la interacción entre la edad del corte y la hora al corte

Int Edad por hora de corte	Medias	Rango	EE
45 días a las 08 horas	1,56	a	0,29
45 días a las 10 horas	1,27	a	0,29
45 días a las 12 horas	2,79	a	0,29
45 días a las 14 horas	2,06	a	0,29
45 días a las 16 horas	2,43	a	0,29
45 días a las 18 horas	2,04	a	0,29
60 días a las 08 horas	2,23	a	0,29
60 días a las 10 horas	1,91	a	0,29
60 días a las 12 horas	3,43	a	0,29
60 días a las 14 horas	2,83	a	0,29
60 días a las 16 horas	2,29	a	0,29
60 días a las 18 horas	2,91	a	0,29

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

6. ADEVA de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Fisher	Valor crítico de Fisher
Regresión	1	2,97	2,97	5,86	0,00021
Residuos	34	17,23	0,51		
Total	35	20,20			

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

**Anexo L.** Producción de forraje en materia seca del *Arrhenatherum elatius* (Pasto avena)”

7. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Edad del corte	Hora corte	BLOQUES			SUMA	PROMEDIO
		I	II	III		
45	8	0,47	0,24	0,34	1,05	0,47
45	10	0,33	0,31	0,35	0,99	0,33
45	12	0,73	0,70	0,87	2,30	0,73
45	14	0,44	0,61	0,39	1,44	0,44
45	16	0,29	0,81	0,55	1,65	0,29
45	18	0,41	0,45	0,65	1,51	0,41
60	8	1,00	0,83	1,28	3,11	1,00
60	10	0,82	0,70	1,10	2,62	0,82
60	12	1,70	1,54	1,58	4,82	1,70
60	14	1,26	1,38	1,15	3,79	1,26
60	16	0,84	1,91	1,42	4,17	0,84
60	18	1,15	1,18	1,60	3,93	1,15
Promedio General						0,87
Desviación Estándar						0,12
Coeficiente de Variación						7,74

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

8. Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign
Total	35,00	7,62	0,22					
Bloques	2,00	0,15	0,07	1,57	3,44	5,72	0,230	ns
Tratamientos	11,00	6,45	0,59	12,64	2,26	3,18	0,000	**
Factor A	1,00	5,06	5,06	109,09	4,30	7,95	0,000	**
factor B	5,00	1,29	0,26	5,56	2,66	3,99	0,002	ns
Int A*B	5,00	0,10	0,02	0,43	2,66	3,99	0,819	ns
Error	22,00	1,02	0,05					

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

9. Medías y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Duncan ( $P \leq 0,05$ ) por efecto de la edad del corte

Edad del corte	Media	Rango	EE
45 días	0,50	b	0,05
60 días	1,25	a	0,05

Medías con una letra común no son significativos diferentes ( $p > 0,05$ )

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021

10. Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ ), por efecto de la hora al corte

HORA DE CORTE	MEDIA	RANGO	EE
08H00	0,69	b	0,09
10H00	0,60	c	0,09
12H00	1,19	a	0,09
14H00	0,87	ab	0,09
16H00	0,97	a	0,09
18H00	0,91	ab	0,09

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

11. Medias y asignación de rangos de acuerdo a la prueba de Duncan ( $p \leq 0,05$ ), por efecto de la interacción entre la edad del corte y la hora al corte

Int Edad del corte por hora de corte	Medias	Rango	EE
45 días a las 08 horas	0,35	a	0,12
45 días a las 10 horas	0,33	a	0,12
45 días a las 12 horas	0,77	a	0,12
45 días a las 14 horas	0,48	a	0,12
45 días a las 16 horas	0,55	a	0,12
45 días a las 18 horas	0,50	a	0,12
60 días a las 08 horas	1,04	a	0,12
60 días a las 10 horas	0,87	a	0,12
60 días a las 12 horas	1,61	a	0,12
60 días a las 14 horas	1,26	a	0,12
60 días a las 16 horas	1,39	a	0,12
60 días a las 18 horas	1,31	a	0,12

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

12. ADEVA de la regresión

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Fisher	Valor crítico de Fisher
Regresión	1	5,0625	5,0625	67,32	1,4E-09
Residuos	34	2,5568	0,0752		
Total	35	7,6193			

Realizado por: Oviedo, Álvaro, 2021.

**Anexo E.** Evidencia fotográfica de las estacas para delimitar el área a ocupar



**Anexo F.** Evidencia fotográfica del espacio ya delimitado



**Anexo G.** Evidencia fotográfica de los rótulos para identificar las parcelas



**Anexo H.** Evidencia fotográfica de la Edad de corte 45 días y Tiempo 12 horas



**Anexo I.** Evidencia fotográfica de la delimitación de la zona de estudio



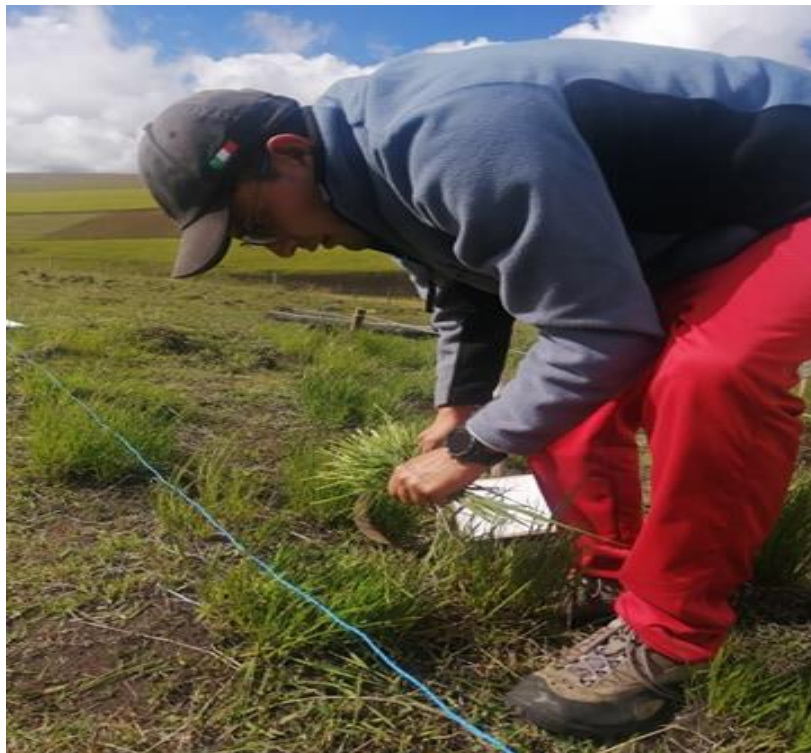
**Anexo J.** Evidencia fotográfica del transepto para iniciar con las medidas



**Anexo K.** Evidencia fotográfica de la toma de medidas de la cobertura basal



**Anexo L.** Evidencia fotográfica de la muestra del pasto a pesar



**Anexo M.** Evidencia fotográfica de la muestra para aplicar al refractómetro

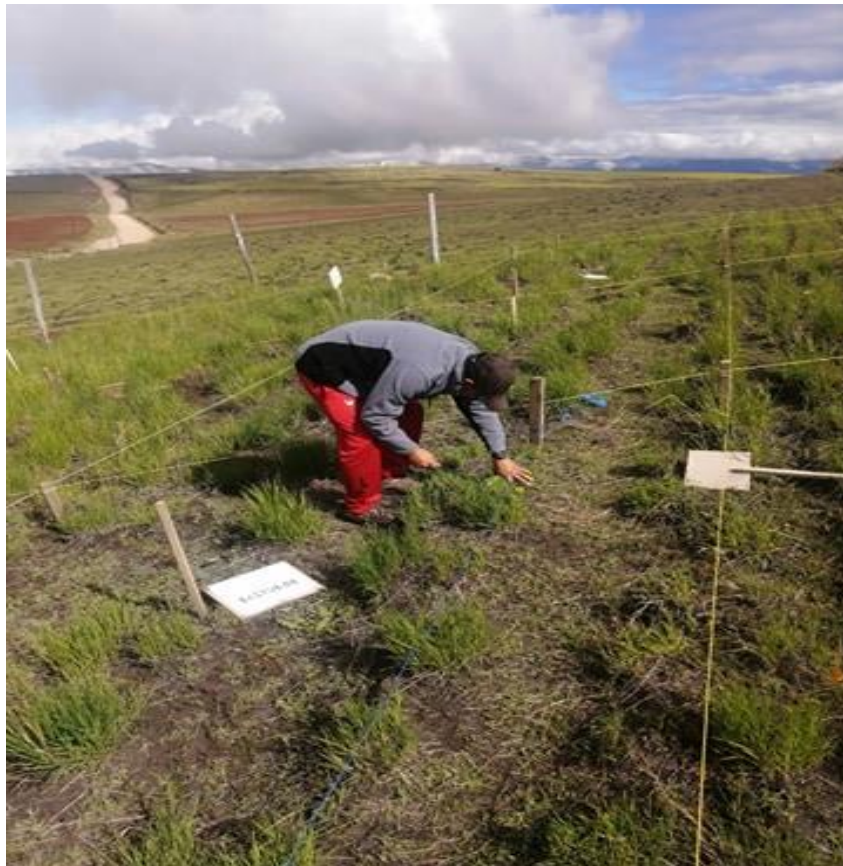


**Anexo N.** Evidencia fotográfica de las parcelas





**Anexo O.** Evidencia fotográfica de la toma de medidas de cobertura aérea



**Anexo P.** Evidencia fotográfica de la Edad 60 días de corte a las 8h00 horas



**Anexo Q.** Evidencia fotográfica del fin de trabajo in situ

