

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA



## TESIS

### EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y VALOR PROTEICO EN SIETE GRAMÍNEAS FORRAJERAS

Para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

Presentado por la Bachiller:

**FLOR DE MARIA TERRONES RIOS**

Asesor:

**DR. ROY ROGER FLORIÁN LESCANO**

Co-Asesor:

**ING. MG. SC. WILLIAM CARRASCO CHILÓN**

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2022**

**EVALUACIÓN DEL  
RENDIMIENTO PRODUCTIVO  
Y VALOR PROTEICO EN SIETE  
GRAMÍNEAS FORRAJERAS**

## **DEDICATORIA**

### **A Dios.**

Por ser mi guía en todo momento, por haber tomado mi mano en este camino llamado vida.

### **A mi Madre.**

Quien supo enseñarme a seguir mis metas en la vida; y quien desde el cielo me acompaña día con día y hace que cada paso que doy, cada logro sea tan importante por ella. Mamá Matilde (q.e.p.d.), gracias a ti soy lo que soy, y te viviré eternamente agradecida.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por llenar mi vida de bendiciones e iluminar siempre mis días, darme la fortaleza necesaria en los momentos más difíciles para alcanzar mis metas.

Agradezco a mi Mamá que desde el cielo cuida de mí en todo momento en mi vida.

Agradezco de manera especial a mis Asesores:

Al Dr. Roy Roger Florián Lezcano. Ing. Mg. Sc. William Carrasco Chilón por brindarme todas las facilidades y enseñanzas para llevar a cabo la presente tesis.

Al personal del programa de pastos, que me brindo la ayuda necesaria para el desarrollo de la tesis.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL .....	v
Índice de Tablas.....	vii
Índice de Figuras .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN .....	11
CAPITULO I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN .....	13
1.1. Planteamiento del problema.....	13
1.2. Formulación del problema .....	14
1.3. Justificación.....	14
CAPITULO II: OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
2.1. Objetivo general .....	15
2.2. Objetivos específicos.....	15
CAPITULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	16
3.1. Hipótesis de Investigación .....	16
3.2. Variables.....	16
CAPITULO IV: MARCO TEÓRICO.....	17
4.1. Antecedentes .....	17
4.2. Bases teóricas .....	21
4.2.1. Pastizales.....	21
4.2.2. Gramíneas .....	21
4.2.3. Capacidad de adaptación de gramíneas .....	21
4.2.4. Descripción de las gramíneas instaladas .....	22
4.2.5. Rendimiento productivo .....	25
4.2.6. Composición química y valor nutricional.....	26
CAPITULO V: METODOLOGÍA .....	29
5.1. Localización .....	29
5.2. Tipo de investigación.....	30
5.3. Materiales y equipos.....	30
5.3.1. Material Biológico.....	30

5.3.2. Fertilizantes.....	31
5.3.3. Materiales de campo y gabinete. ....	31
5.3.4. Materiales de escritorio.....	31
5.4. Diseño metodológico .....	31
5.4.1. Diseño experimental.....	31
5.4.2. Diseño estadístico .....	33
5.4.3. Instalación del experimento .....	33
5.5. Parámetros evaluados .....	36
5.5.1. Producción de forraje .....	36
5.5.2. Determinación de Materia seca:.....	36
5.5.3. Composición química.....	37
5.6. Análisis e interpretación de datos.....	37
CAPITULO VI: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
6.1. Producción de forraje verde .....	38
6.2. Frecuencia de cortes y edad de las pasturas al corte.....	40
6.3. Rendimiento de materia seca .....	41
6.4. Biomasa.....	42
6.5. Análisis químico y nutricional .....	43
CAPITULO VII: CONCLUSIONES.....	46
CAPITULO IX: RECOMENDACIONES.....	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	48
ANEXOS .....	52

## Índice de Tablas

Tabla 1. Estudios relevantes de gramíneas forrajeras desarrolladas en Cajamarca. ....	20
Tabla 2. Valores de germinación, pureza y densidad de siembra de los siete cultivares de gramíneas. ....	35
Tabla 3. Valores promedio del rendimiento de forraje verde para las siete especies de gramíneas forrajeras. ....	38
Tabla 4. Frecuencia de corte para cada uno de los tratamientos. ....	40
Tabla 5. Valores promedio para el rendimiento de materia seca (%) de los tratamientos. ....	41
Tabla 5. Valores promedio para el rendimiento de biomasa de los tratamientos. ....	42
Tabla 6. Promedios de los valores de Proteína, Fibra Cruda, Extracto etéreo, ELN y Cenizas para los tratamientos de gramíneas forrajeras. ....	43
Tabla 8. Resultados de los análisis bromatológicos. ....	52
Tabla 9. Análisis de Varianza para el Forraje Verde.....	53
Tabla 10. Análisis de Varianza para Forraje Verde t/ha/año.....	53
Tabla 11. Análisis de Varianza para materia seca (%).....	53
Tabla 12. Análisis de Varianza para la biomasa Kg/ha/corte.....	53
Tabla 13. Análisis de Varianza para biomasa (kg/ha/año).....	53
Tabla 14. Análisis de Varianza para cenizas.....	54
Tabla 15. Análisis de Varianza para proteína bruta.....	54
Tabla 16. Análisis de Varianza para extracto etéreo.....	54
Tabla 17. Análisis de Varianza para fibra cruda.....	54
Tabla 18. Análisis de Varianza para ELN.....	54

## Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación del campo experimental. -----	30
Figura 2. Croquis de distribución de los tratamientos en el campo experimental -----	32
Figura 3. Evaluación del rendimiento de forraje verde por metro cuadrado. ----	56
Figura 4. Evaluación de rendimiento de forraje verde de los cultivares. -----	56
Figura 5. Rendimiento de Materia seca. -----	57

## RESUMEN

Las gramíneas forrajeras son la base fundamental para la alimentación animal, especialmente en la zona de sierra peruana, la disponibilidad de pasturas es una gran problemática; en tanto, el presente trabajo tuvo como objetivo la evaluación del rendimiento productivo y valor nutricional de siete gramíneas forrajeras: Rye Grass Tama, Rye Grass Nui, *Dactylis Glomerata* Potomac, Rye Grass Ecotipo Cajamarquino, Genotipo G43, Genotipo G58 y Festuca, las cuales están disponibles en nuestra región. Para ello, se realizó el estudio mediante un diseño en bloques completamente randomizado con 7 tratamientos en tres bloques, la evaluación se realizó durante 5 cortes en un año, la fertilización se realizó con un contenido de 16,22 ppm de fósforo, 335 ppm de potasio, con un nivel de 2,35% de materia orgánica y el pH<sup>+</sup> de 7.1. El poder germinativo de las semillas fue desde 85 a 92%, y se sembraron las variedades según las recomendaciones de la ficha técnica de cada una. La comparación de los tratamientos se realizó mediante análisis de varianza y la comparación de medias mediante la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ). Para el rendimiento de biomasa en forraje verde y materia seca el Genotipo 58 de *Lolium multiflorum* L. logró el mejor rendimiento con 151,3 t/ha/año y con 25893,2 kg/ha/año respectivamente. Además, se determinó que el periodo entre cosechas es de 37 días para las variedades de *Lolium multiflorum* L., el mismo que se desarrolló en función de la fase fenológica para aprovechamiento. Por otro lado, para el valor nutritivo similar al rendimiento las variedades de *Lolium multiflorum* L. y el *Dactylis glomerata* tienen mejores niveles de proteína, respecto a la festuca, lo que las convierte en alto potencial para la instalación de estos cultivares con la finalidad de mejores rendimientos en la ganadería lechera. En conclusión, las especies de gramíneas tienen buenos rendimientos productivos y alto valor nutricional, y su calidad está en función al momento de aprovechamiento, mostrando los *Lolium* spp. un menor periodo entre corte por ende una mayor velocidad en su crecimiento, siendo mucho más adaptados a las condiciones ambientales del valle interandino.

**Palabras Clave:** Gramíneas forrajeras, productividad forrajera, edad de corte, valor nutritivo, disponibilidad forrajera.

## ABSTRACT

Forage grasses are the fundamental basis for animal feed, especially in the Peruvian highlands, the availability of pastures is a major problem; therefore, the present work was aimed at evaluating the productive performance and nutritional value of seven forage grasses: Rye Grass Tama, Rye Grass Nui, *Dactylis Glomerata* Potomac, Rye Grass Ecotipo Cajamarquino, Genotype G43, Genotype G58 and *Festuca*, which are available in our region. *Dactylis Glomerata* Potomac, Rye Grass Ecotipo Cajamarquino, Genotype G43, Genotype G58 and *Festuca*, which are available in our region. For this, the study was conducted using a completely randomized block design with 7 treatments in three blocks, the evaluation was carried out during 5 cuts in one year, the fertilization was done with a content of 16.22 ppm of phosphorus, 335 ppm of potassium, with a level of 2.35% of organic matter and pH+ of 7.1. The germination power of the seeds ranged from 85 to 92%, and the varieties were sown according to the recommendations of the technical data sheet of each variety. Comparison of treatments was done by analysis of variance and comparison of means by Tukey's test ( $p < 0.05$ ). For biomass yield in green forage and dry matter, Genotype 58 of *Lolium multiflorum* L. achieved the best yield with 151.3 t/ha/year and 25893.2 kg/ha/year, respectively. In addition, it was determined that the period between harvests is 37 days for the varieties of *Lolium multiflorum* L., which was developed according to the phenological stage for utilization. On the other hand, for the nutritive value like the yield, the varieties of *Lolium multiflorum* L. and *Dactylis glomerata* have better levels of protein, with respect to fescue, which makes them high potential for the installation of these cultivars with the purpose of better yields in dairy cattle. In conclusion, the species of grasses have good productive yields and high nutritional value, and their quality is a function of the time of use, showing *Lolium* spp. a shorter period between cuts and therefore a higher speed in their growth, being much more adapted to the environmental conditions of the inter-Andean valley.

**Keywords:** Forage grasses, forage productivity, cutting age, nutritive value, forage availability.

## INTRODUCCIÓN

Cajamarca es una zona altamente ganadera, dedicada en su mayoría a la ganadería lechera y tiene un alto potencial para el incremento de los niveles productivos. La región Cajamarca es la primera cuenca productora de leche en el Perú, pues en el 2016 llegó a producir alrededor de 352 076 toneladas de leche cruda, con un rendimiento de 2 203 kg/vaca/año (MINAGRI, 2017), contribuyendo con el 17,9 % de la oferta de leche fresca a nivel nacional y el 13 % de la carne de ganado vacuno en el 2018 (BCR, 2019). Por ello, se debe considerar de vital importancia que los ganaderos puedan tener diferentes alternativas y estrategias para la alimentación de sus animales, y así disponer de diversos recursos forrajeros adaptados a las condiciones agro-climatológicas de la zona del valle de Cajamarca, con la perspectiva de seguir mejorando los niveles productivos y como consecuencia lograr incrementar la producción lechera.

La ganadería en sierra se desarrolla bajo condiciones ambientales complicadas y complejas, debido a que en algunas zonas de ladera se ven afectadas por las sequías extendidas, y como consecuencia la producción de pasturas se merma, por lo tanto, la oferta de forrajes en cantidad y calidad disminuye desde mayo hasta octubre creando un desbalance. Esto se relaciona con la baja producción de leche, menor condición corporal de las vacas y la deficiente capacidad reproductiva, por ende, disminuyen los ingresos económicos del productor. Una de las estrategias propuestas por los agentes vinculados al sector ganadero es la implementación de mecanismos de conservación de forrajes (ensilado, henificado) para mantener la producción lechera en las épocas de escasez o

sequía, y así mantener de manera constante los niveles de leche y carne producidos (MINAG, 2011).

Las extensas áreas de tierra del valle y ladera de las cuencas lecheras en Cajamarca están cubiertas por pasturas raigrás anual (*Lolium multiflorum* L.) “ecotipo cajamarquino” asociadas con trébol blanco (*Trifolium repens* L.) variedad Ladino, constituyen principalmente la base de la alimentación del ganado vacuno; sin embargo, en las dos últimas décadas esta asociación de gramínea y leguminosa ha perdido sus características productivas y nutricionales, debido a un manejo inadecuado de los suelos y las pasturas (Vallejos, 2009). Asimismo, no se han explorado con suficiencia algunas otras alternativas para incorporar otras especies de gramíneas al piso forrajero de la sierra norte; por tanto, teniendo en cuenta la necesidad de disponer de nuevas y mejores alternativas forrajeras para las condiciones ambientales y topográficas de la sierra, se ejecutó el presente trabajo de investigación con el objetivo de determinar el rendimiento productivo y valor proteico de siete gramíneas, para las condiciones de los valles en la sierra, por tal razón se realizó dicha investigación en el valle Cajamarquino.

## CAPITULO I

### PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del problema

La ganadería de las cuencas lecheras de Cajamarca basa su alimentación en pasturas establecidas, principalmente de la asociación ryegrass “ecotipo cajamarquino” más trébol blanco, pudiendo lograr rendimientos bajos que van desde 6 y 8 toneladas de forraje verde (FV) en una hectárea por corte en la mejor época del año (época lluviosa), con estos rendimientos se limita la disponibilidad de forrajes en cantidad y calidad, a esto se suma la poca disponibilidad de especies forrajeras anuales y perennes que presenten características de alto rendimiento, buen valor nutritivo y sobre todo adaptadas a las condiciones ambientales de la región.

Por lo tanto, el principal problema identificado que afecta a la ganadería de la sierra y en específico de Cajamarca es la falta de alimento en cantidad y de calidad (altos niveles de proteína), y así lograr una mayor producción de leche; como consecuencia los productores logren mejores beneficios económicos y mejor calidad de vida. Bajo esta problemática se ha formulado el enfoque de este trabajo de investigación con la finalidad de evaluar el rendimiento y valor proteico de siete gramíneas forrajeras con el afán de tener información que ayude a los productores abordar la demanda alimenticia para el ganado en la zona ganadera de Cajamarca

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuáles son las gramíneas forrajeras perennes que presentan un mejor rendimiento productivo y valor proteico bajo las condiciones ambientales de la campiña de Cajamarca?

## **1.3. Justificación**

El presente trabajo de investigación se justifica porque pretende dar a conocer los niveles productivos y calidad nutricional que poseen las gramíneas forrajeras, permitiendo que los ganaderos tengan un alimento de buena calidad y cantidad. Considerando que la ganadería es rentable a base de pasturas, que al asociar gramíneas y leguminosas proveen un alimento completo y balanceado al ganado (energía y proteína) cubriendo los requerimientos nutricionales de los animales, así mismo, por su bajo costo y amigable con el medio ambiente. Por consiguiente, la producción de pastos de buena calidad, buen rendimiento y con técnicas adecuadas de manejo nos permiten desarrollar una ganadería rentable debido a que la fuente más económica de alimento son las pasturas, en comparación con la explotación de animales confinados o consumiendo concentrados y dietas altas en granos, motivo por el cual nos permitirá reducir las brechas de los factores que influyen en el logro de los incrementos productivos como puede ser leche, carne y otros subproductos.

## **CAPITULO II**

### **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. Objetivo general**

Evaluar el rendimiento productivo y valor proteico de siete gramíneas en las condiciones del distrito baños del inca, Cajamarca.

#### **2.2. Objetivos específicos**

- Determinar el rendimiento productivo en siete gramíneas forrajeras perennes.
- Determinar el valor proteico a través de la composición química en siete gramíneas forrajeras perennes.

## CAPITULO III

### HIPÓTESIS Y VARIABLES

#### 3.1. Hipótesis de Investigación

Las siete variedades de gramíneas forrajeras perennes en estudio presentan altos rendimientos productivos y buen valor proteico en las condiciones del distrito baños del inca, Cajamarca.

**Hipótesis Nula (Ho):** Las siete variedades de gramíneas forrajeras perennes en estudio presentan similar rendimiento productivo y valor proteico en las condiciones del distrito baños del inca, Cajamarca.

$$\text{Ho: } T1 = T2 = T3 = T4 = T5 = T6 = T7$$

**Hipótesis alternativa (Ha):** Las siete variedades de gramíneas forrajeras perennes en estudio presentan diferente rendimiento productivo y valor proteico en las condiciones del distrito baños del inca, Cajamarca.

$$\text{Ha: } T1 \neq T2 \neq T3 \neq T4 \neq T5 \neq T6 \neq T7$$

#### 3.2. Variables

- Valor proteico.
- Rendimiento productivo.

## CAPITULO IV

### MARCO TEÓRICO

#### 4.1. Antecedentes

Dentro de la producción de gramíneas en Cajamarca y sobre todo en la sierra o zona altoandina, se han encontrado trabajos, donde se evalúan cultivos de pasturas de manera de monocultivo con la finalidad de determinar los rendimientos; es así como Vallejos *et al.* (2020) Realizaron una investigación en 22 genotipos de raigrás (*Lolium spp.*) en tres pisos altoandinos en la provincia de Santa Cruz - Cajamarca, en la cual reportaron rendimientos de biomasa de 7662 kg de MS/ha/año con una tasa de crecimiento de 21,0 kg MS/ha/día con *Lolium perenne L.*, asimismo el *Lolium multiflorum L.*, puede lograr hasta 9041 kg MS/ha/año y 24,8 kg MS/ha/día para biomasa y tasa de crecimiento respectivamente.

Por otro lado, Villegas-Yrigoín (2016) reportó que el ryegrass “ecotipo Cajamarquino” (*Lolium multiflorum L.*) logra un mayor rendimiento de forraje verde con 15,31 t/ha/corte y materia seca con 3,66 t/ha/corte, así mismo altos niveles de proteína (16.54 %), sobre las variedades de *Lolium multiflorum L.* Winter Star, Belinda, Calibra, Maverick, Tama, Angus 1 y Nui; y el *Dactylis glomerata var. Potomac*, en la localidad de Pomacochas en Amazonas. Asimismo, Vásquez *et al.* (2017) determinaron que el *Lolium Multiflorum L.* “ecotipo cajamarquino” puede lograr hasta 176,51 t/ha/año y un nivel de materia seca del 23,94%, con valores superiores a

las especies de *Dactylis glomerata* y *Festuca arundinacea* y a las variedades de *Lolium spp.* importadas. Pero el ryegrass ecotipo cajamarquino con niveles de Nitrógeno de 120 kg/ha y Fosforo de 80 kg/ha, puede llegar a producir hasta 20 908 kg de FV/ha/corte (Cotrino-Altamirano, 2019).

En otras especies de gramíneas evaluadas como monocultivo o asociaciones se muestran diversos resultados; por tanto, Posada-Ochoa *et al.* (2013) evaluaron el establecimiento de ryegrass (*Lolium spp.*) en potreros de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), y determinaron que el *Lolium* puede llegar a rendir hasta 18,9% de proteína bruta y un FDN de hasta 40,6%, no mostrando diferencias entre genotipo anual diploide y tetraploide. Sin embargo, Quispe y Cárdenas (2010) concluyen que la variedad de ryegrass anual Tetraploide Bestford puede lograr un rendimiento promedio de 2.79 Kg de FV/m<sup>2</sup>, siendo superiores a los ryegrass diploides Sonik, Graze, Gulf y al Festilolium.

Además, se han encontrado algunos estudios en las últimas 5 décadas en pasturas en la región, lo que puede permitirnos los avances y rendimientos de la incorporación de nuevas especies o la evolución a los rendimientos actuales para la campaña de Cajamarca, tal como se observa en la Tabla 1. En los últimos años de investigación se ha logrado la liberación de una nueva variedad de *Lolium multiflorum* L. en la región de Cajamarca denominado INIA 910-KUMYMARCA semi-perenne, la cual llega a producir 20,71 t de FV/ha/corte, 4,19 t de MS/ha/corte, proporcionando un valor proteico de 14,7%, con una frecuencia de cosecha o pastoreo de 30 a 45 días (MINAGRI, 2020).

Las gramíneas forrajeras también permiten el desplazamiento de especies no deseadas, es el caso de la *Festuca dolichophylla* influye para disminuir la *Aciachne pulvinata*, en hasta un 43% (Paucar-Sulica, 2019). También la Festuca puede llegar a proporcionar rendimientos de 8765 kg MS/ha/corte en la primera campaña y 6678 kg MS/ha/corte en la segunda campaña (Pérez y Estelrich, 2020). Asimismo, el pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) variedad Potomac puede llegar a producir hasta 21,086 kg MS/ha/corte, con una tasa neta de forraje de 91 kg MS/ha/día en condiciones de 2240 msnm (Villareal-González *et al.*, 2014).

Tabla 1. Estudios relevantes de gramíneas forrajeras desarrolladas en Cajamarca.

<b>Especie</b>	<b>Variedad</b>	<b>Indicadores productivos</b>	<b>Fuente</b>
<i>Festuca arundinacea</i>	Dementer	25400 kg de FV/ha/corte	Barandiarán (1975)
<i>Festuca pratensis</i>	S-23	13670 kg de FV/ha/corte	
<i>Lolium multiflorum</i> L.	Ecotipo	77851 kg de FV/ha/año. 23634 kg de MS/ha/año.	Tirado y Chávez (1977)
	Cajamarquino	23160 kg de FV/ha/corte. 6093 kg de MS/ha/corte	
<i>Festuca arundinacea</i>	K-31	30694 kg de FV/ha/corte. 9073 kg de MS/ha/corte.	Tirado (1977)
<i>Festuca arundinacea</i>	S-170	45660 kg de FV/ha/año. 12605 kg de MS/ha/año	Higaonna (1978)
<i>Lolium multiflorum</i> L.	Ecotipo Cajamarquino	42519 kg de FV/ha/año. 11084 kg de MS/ha/año	
<i>Lolium multiflorum</i> L.	LMBI-95-08	Altura planta 86,1 cm. Área foliar 4,9 cm. 4,55 t de MS/ha/corte. 20,7 % de proteína. 17,51% de fibra cruda.	INIA (2005)
<i>Lolium multiflorum</i> L.	Ecotipo	16542 kg de FV/ha/corte.	Salazar (1984)
	Cajamarquino	3242 kg de MS/ha/corte.	
<i>Dactylis glomerata</i>	Bopa	19200 kg de FV/ha/corte.	Barandiarán
<i>Lolium perenne</i> L.	Nui	22500 kg de FV/ha/corte.	(1981)
<i>Lolium multiflorum</i> L.	Sonick	30800 de FV/ha/corte. 13.63% de proteína. 93,4 macollos/planta	Acuña (2013)
	Kingston	28400 kg de FV/ha/corte. 13,22% de proteína. 68,2 macollos/planta	
	Ecotipo Cajamarquino	28700 kg de FV/ha/corte. 11.56% de proteína. 79.55 macollos/planta.	
<i>Lolium multiflorum</i> L.	Ecotipo Cajamarquino	4,5 t de MS/ha/corte. 10,86% de proteína.	INIA (2014)

FV=Forraje Verde; MS=Materia Seca.

## **4.2. Bases teóricas**

### **4.2.1. Pastizales**

Los pastizales son uno de los principales componentes de la biomasa de la Tierra y la vegetación nativa de hasta el 40% de la superficie terrestre de la Tierra. Los pastizales son ecológica y económicamente importantes porque proporcionan bienes y servicios ecosistémicos críticos a escala local, regional y global. Además, éstos son diversos y difíciles de definir. La composición principal y dominante de los pastizales son las gramíneas las mismas que se componen de diversas y múltiples especies, además de las leguminosas. Estos ecosistemas son los que sustentan una comunidad animal diversa entre ellos la producción y sostenibilidad de la ganadería (Blair, Nippert y Briggs, 2014).

### **4.2.2. Gramíneas**

Las gramíneas representan a uno de los grupos de plantas vasculares más diversos, los que se adaptan a diversos y diferentes hábitats y se asocian a diversas herbáceas para formar los pastizales. Se señala que hay alrededor de 702 géneros y 9675 especies de gramíneas. Por su gran adaptabilidad y diversidad esta familia cumple un papel fundamental en el aspecto económico a nivel mundial (Davila-aranda, Sánchez y Cabrera, 1993).

### **4.2.3. Capacidad de adaptación de gramíneas**

Las gramíneas en general son muy variables en su capacidad de adaptación a las condiciones abióticas. El caso de la resistencia a la sequía es un atributo crucial de las plantas, en el caso del *Lolium*

*multiflorum* es un pasto forrajero caracterizado por un bajo nivel de resistencia al estrés abiótico, mientras que *Festuca arundinacea* es reconocida como una especie con resistencia a la sequía, incluyendo estrategias de tolerancia y evita el estrés, y una de las grandes ventajas es que estas dos especies se pueden cruzar entre sí, para lograr una mejor resistencia para condiciones del cambio climático (Perlikowski *et al.*, 2019).

Por otro lado, la tolerancia a las heladas es el componente principal de la resistencia a condiciones extremas que se presentan en la sierra del Perú, Por ello la capacidad de las gramíneas para desarrollar aclimatación para el rendimiento fotosintético a baja temperatura es variable, y es afectado por condiciones de tolerancia (Augustyniak *et al.*, 2018), lo que hace que algunas de éstas no muestren un alto nivel de rendimiento productivo.

#### **4.2.4. Descripción de las gramíneas instaladas**

##### **4.2.4.1. Rye grass Tama (Tetraploide)**

Creada, estabilizada y seleccionada en Nueva Zelanda por la “Grassland División” y muy utilizada en Perú. Alto vigor de plántulas que le permiten ser el ryegrass de más rápido establecimiento de todas las existentes en el mercado mundial y además su buena rusticidad. Si bien su mayor producción en primavera posee también buena producción invernal. Alta producción y elevado valor nutritivo con alta digestibilidad y potabilidad. Se conserva muy bien como ensilaje y como heno. Resistente al virus del enanismo amarillo de la cebada y moderadamente susceptible a roya (Villegas-Yrigoín, 2016).

#### **4.2.4.2. Rye grass Nui (Diploide)**

Es una variedad diploide perenne, utilizada para pastoreo, además utilizado para heno y ensilaje. Tiene la mejor tolerancia a las bajas temperaturas. Posee un buen comportamiento en asociaciones con otras especies y se adapta a diversas condiciones climáticas y de suelo, aunque no tiene mucha resistencia a la sequía. Su velocidad de crecimiento, buen rebrote y macollado le permiten tolerar sistemas de pastoreo continuo. Tendencia al espigado al primer año (Villegas-Yrigoín, 2016).

#### **4.2.4.3. Dactylis Potomac (Diploide)**

Tipo forrajero y para césped perenne. Es nativo de la parte oeste y central de Europa, en la década de 1830 algunos colonizadores del oeste de Virginia reconocieron el valor del forraje y la tolerancia a la sombra, se puede utilizar para heno, para cortar en verde, para ensilaje y para pastura. Produce forraje muy palatable y de alto valor nutritivo, puede alcanzar un valor nutritivo cercano al de la alfalfa. Produce una gran cantidad de hojas. Muestra alta tolerancia a la mayoría de las enfermedades y plagas comunes de las praderas. Es una especie que se ha naturalizado en casi todos los continentes y es de uso común para la producción de forraje y heno (Bushman *et al.*, 2011).

#### **4.2.4.4. Rye Grass Ecotipo Cajamarquino (Diploide)**

Es el resultado del cruzamiento del Rye grass italiano con el Rye grass perenne. Es de fácil establecimiento, tanto en el valle como en la jalca

de la zona andina de Cajamarca. Permite producir forraje verde en 45 o 60 días, luego del segundo corte. Se utiliza para corte, pastoreo, se henifica y ensila. La densidad de siembra es de 25 a 30 kilogramos de semilla por hectárea (INIA, 2014).

#### **4.2.4.5. *Festuca arundinacea***

Es una gramínea perenne adaptada a un amplio rango de ambientes y sus principales características son: tolerancia a la sequía, tolerancia al calor, crecimiento de verano, tolerancia a insectos, a suelos orgánicos y suelos salinos; es compatible con tréboles con tolerancia a suelos excesivamente húmedos, pero es sensible a la irrigación. Los nuevos cultivares producen hojas suaves con mayor palatabilidad y valor nutritivo produciendo una alta performance en producción de ovinos, ganado de carne y leche (Gibson y Newman, 2001).

Comparado con el dactylis y el Rye Grass la festuca alta tiene una mejor tolerancia a los suelos húmedos y pesados y soporta cortos períodos de anegamiento. La persistencia de la festuca alta depende en gran parte del uso de fertilizantes, de un correcto pastoreo y del medio ambiente, logrando perdurar de 6 a 10 años. Para tener éxito la festuca debe establecerse correctamente ya que esta es más lenta en establecerse que el rye grass perenne, es muy susceptible a la profundidad de siembra y es un pobre competidor con la mayoría de las malezas y la fertilidad del suelo debe mantenerse en un buen nivel para lograr un buen desempeño productivo (Monsiváis-Morales, 2013)

#### **4.2.5. Rendimiento productivo**

El rendimiento productivo de las especies forrajeras y en especial de las gramíneas va depender de múltiples aspectos que actúan de manera asociada, entre estas se encuentra los aspectos de interacción entre el genotipo y ambiente; por ello, la adaptabilidad puede ajustarse a características fisiológicas y morfológicas en un cierto rango de variabilidad climática. Bajo este esquema, el cambio climático altera la plasticidad fenotípica de una planta, esto promueve los cambios en la respuesta productiva al clima o al estrés del manejo; esto permite que las especies tengan diferentes resultados en función de localización y las practicas agronómicas (Baron y Bélanger, 2020).

##### **4.2.5.1. Biomasa**

La biomasa es la cantidad de materia vegetal que se encuentra en un determinado espacio y tiempo, se expresa en unidades de peso de materia seca por superficie (g/m<sup>2</sup>, kg/ha, etc.), normalmente se mide la parte aérea por la dificultad de acceder a la materia subterránea (rizomas, bulbos, raíces, etc.) y porque es la sección de la planta que tiene interés para uso pastoral, se puede distinguir la biomasa verde de la materia seca (necromasa), se considera un parámetro importante para evaluar el interés pastoral de las distintas comunidades vegetales y la potencialidad de su aprovechamiento por el ganado (Gómez, 2008).

#### **4.2.5.2. Altura de planta.**

La altura de la planta mide la elevación de la planta desde la superficie del suelo hasta las inflorescencias, esta medición junto con la cobertura vegetal puede realizarse a lo largo de un transecto o en puntos seleccionados al azar, es importante esta medida debido a que definen el nivel fisionómico y sistemático de las comunidades y vegetaciones; la altura y cobertura guardan una estrecha relación con el rendimiento de biomasa de un pasto y condicionan el régimen de pastoreo por los distintos requerimientos y adaptaciones de los herbívoros (Gómez, 2008).

#### **4.2.5.3. Tasa de crecimiento**

Los pastos que tienen menores frecuencias de pastoreo generan acumulaciones relativamente altas de biomasa. El mayor rendimiento anual (tasa de crecimiento) ocurre con la mayor frecuencia de pastoreo, debido a la mejor capacidad de rebrote en periodos cortos (Vallejos, 2009).

#### **4.2.6. Composición química y valor nutricional**

El valor nutritivo de las pasturas radica en conocer sus propiedades cualitativas y cuantitativas, que son resultado de factores intrínsecos de la planta como la composición química, digestibilidad, factores ambientales, factores propios de animal, la interacción entre pasturas y el animal (Sánchez *et al.*, 2008); se considera que la pastura posee un alto valor nutritivo cuando esta tienen una alta concentración de nutrientes,

son muy digestibles y permiten un elevado consumo por consideraciones de alta palatabilidad (Teuber *et al.*, 2006).

#### **4.2.6.1. Digestibilidad**

En los cultivos forrajeros, el 50-80% de la MS son carbohidratos, Los principales tipos de carbohidratos son los sacáridos estructurales insolubles celulosa y hemicelulosa, o las formas de almacenamiento tales como almidón y polímeros solubles en agua, lo que en diferentes proporciones dentro del cultivo forrajero alteran su digestibilidad especialmente si la estructura de la pared celular restringe la digestión por parte de la población microbiana o limita la penetración de la pared celular de la planta (Capstaff y Miller, 2018). De los principales cultivos forrajeros en particular el *Lolium perenne*, tienen una alta digestibilidad debido al alto contenido de azúcar soluble junto con el bajo contenido de lignina (Ruckle *et al.*, 2017).

#### **4.2.6.2. Proteínas**

La disponibilidad de nitrógeno (N) para los animales proviene principalmente de las proteínas del forraje. La proteína suele ser abundante en la forma principal de ribulosa-1,5-bisfosfato carboxilasa/oxigenasa, aunque las cantidades relativas varían entre especies forrajeras. Además, en el forraje se pueden encontrar otros compuestos que contienen N, como ácidos nucleicos, nitratos y amoníaco (Capstaff y Miller, 2018).

#### 4.2.6.3. Contenido de fibras

Los niveles de fibra detergente neutro (FDN) y la FDN digestible (FDND) se relacionan con los enlaces químicos específicos, principalmente de éster y éter ligado *para*-cumárico (pCA) y ácido ferúlico (FA) en forrajes. Además, el contenido de lignina detergente ácida (LDA) y su relación con el FDN no explica completamente la variabilidad observada en FDND. Asimismo, se ha determinado que el FA esterificado y el pCA esterificado se correlacionaron negativamente con todas las fracciones de fibra medidas tanto en materia seca como en base FDN. El contenido de lignina y los enlaces químicos explican la mayor parte de la variación en la velocidad y la extensión de la digestión del FDN, Por otro lado, la digestibilidad de la fibra del forraje está influenciada por los vínculos entre la lignina y los sacáridos estructurales, y probablemente varían según las condiciones agronómicas de la planta (Raffrenato *et al.*, 2017).

## **CAPITULO V**

### **METODOLOGÍA**

#### **5.1. Localización**

La presente investigación se realizó en la “Estación Experimental INIA - Baños del Inca”, Pertenece al Distrito Baños del Inca, Provincia y Departamento de Cajamarca (Figura 1). Presenta un clima cálido y templado con una temperatura promedio anual de 12.8 ° C, con extremos de 7° C. Cajamarca presenta un clima (Cwb) templado de montaña con invierno seco (verano suave) según la clasificación climática por el sistema de Köppen-Geiger. Por otro lado, según la clasificación natural de los suelos, pertenece al orden: Vertisolls, suborden: Aquerts, gran grupo: Dystraquerts, subgrupo: Chromic Dystraquerts y unidad: Vertisoles; con la capacidad de uso mayor como tierras aptas para cultivos en limpio (A2) (Poma y Alcántara, 2012)

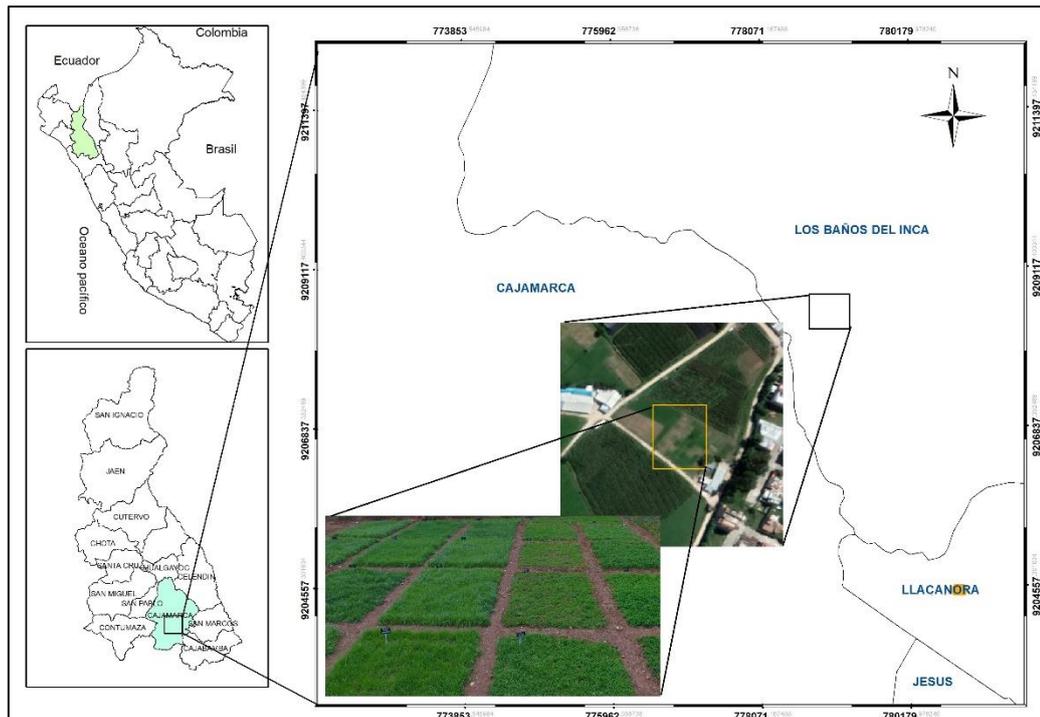


Figura 1. Ubicación del campo experimental.

## 5.2. Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación corresponde a la investigación aplicada, de nivel de investigación experimental, cuyo objetivo permite demostrar hipótesis explicativas.

### Tipo de estudio

- Tipo de investigación: Experimental.
- Área de investigación: Producción de pastos y forrajes.
- Línea de investigación: Producción de gramíneas.

## 5.3. Materiales y equipos

### 5.3.1. Material Biológico

Como material biológico se emplearon las semillas de las especies: Rye Grass Tama, Rye Grass Nui, Dactylis Glomerata Potomac, Rye Grass

Ecotipo Cajamarquino, Genotipo G43, Genotipo G58 y Festuca arundinacea.

### **5.3.2. Fertilizantes**

Los fertilizantes empleados para el mantenimiento de los cultivos fueron: Guano de Isla, Superfosfato triple de calcio ( $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), Cloruro de potasio (KCl) y Urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ).

### **5.3.3. Materiales de campo y gabinete.**

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se utilizaron: Balanza de campo, cuadrante ( $1\text{m}^2$ ), regla centimetrada, Wincha, Hoces, bolsas de polietileno y papel, libreta de campo, lápiz y cámara fotográfica. Además, en gabinete, se utilizaron una balanza de precisión y una estufa MRC.

### **5.3.4. Materiales de escritorio**

Entre los materiales de escritorio empleados fueron: Lapiceros y lápices, cuaderno y fichas de registro, calculadora y computadora portátil para el procesamiento de datos.

## **5.4. Diseño metodológico**

### **5.4.1. Diseño experimental**

En la presente investigación se utilizó un diseño de bloques completos al Azar (DBCA), con 7 tratamientos y 3 bloques en estudio, haciendo un total de 21 Unidades experimentales en evaluación. Así mismo se asignaron los 7 tratamientos de la siguiente manera: T1 = *Lolium multiflorum* L. Var.

“Tama”, T2 = *Lolium perenne* L. Var. “Nuí”, T3 = *Dactylis Glomerata* Var. “Potomac”, T4 = *Lolium multiflorum* L. “Ecotipo Cajamarquino”, T5 = *Lolium multiflorum* L. “Genotipo G43”, T6 = *Lolium multiflorum* L. “Genotipo G58” y T7 = *Festuca arundinacea*.

El croquis experimental de los tratamientos se detalla en la Figura 2.

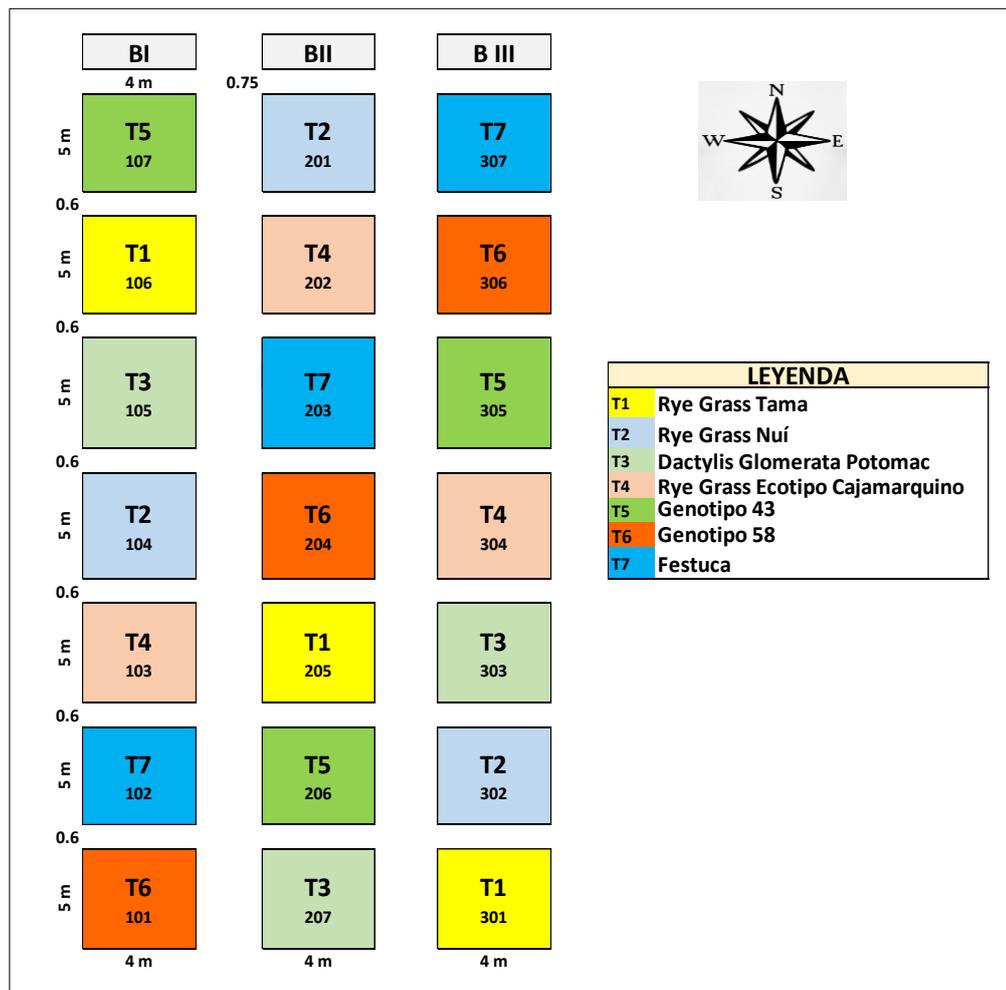


Figura 2. Croquis de distribución de los tratamientos en el campo experimental

**Área Total:** El área total utilizada para el trabajo de investigación fue de 546 metros cuadrados.

### 5.4.2. Diseño estadístico

El diseño utilizado para este experimento fue de bloques completamente al Azar (DBCA), el mismo que utiliza el siguiente modelo plasmado en la Ecuación 1.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

$\mu$  = Media del parámetro evaluado (nivel productivo o valor nutricional).

$\tau_i$  = Efecto del tratamiento (Especies y variedades de gramíneas).

$\beta_j$  = Efecto del bloque.

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental.

### 5.4.3. Instalación del experimento

#### 5.4.3.1. Caracterización del suelo

Previo a la instalación de los cultivos se realizó el análisis de suelos con la finalidad de conocer las condiciones de fertilidad de éstos, se tomaron muestras representativas del suelo del campo experimental, las cuales se derivaron al laboratorio del de análisis de suelos de la EEA-Baños del Inca.

Los valores del análisis de suelo fueron los siguientes:

Fosforo (ppm) = 16.22

Potasio (ppm) = 335.0

pH<sup>+</sup> = 7.1

Materia orgánica (%) = 2.35

Con estos valores, y basados en las necesidades nutricionales de los cultivares, se realizaron las siguientes recomendaciones: Nitrógeno de 65 kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de 90 kg/ha y K<sub>2</sub>O de 60 kg/ha

#### **5.4.3.2. Preparación del suelo**

La preparación del terreno se realizó 15 días antes de instalar los cultivares en la parcela del experimento, se realizó el arado con tractor, con la finalidad de instalar adecuadamente los tratamientos en un suelo descompactado.

#### **5.4.3.3. Poder Germinativo y densidad de siembra**

El análisis del poder germinativo de las semillas se evaluó durante 16 días, el procedimiento consistió en que todas las semillas fueron colocadas en cajas Petri conteniendo papel absorbente humedecido, donde se colocaron 100 semillas separadas en cada uno de los tratamientos, con tres repeticiones. Luego se determinó el número de semillas que lograron germinar obteniéndose los datos que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Valores de germinación, pureza y densidad de siembra de los siete cultivares de gramíneas.

<b>Tratamiento</b>	<b>Germinación (%)</b>	<b>Pureza (%)</b>	<b>Valor Cultural</b>	<b>Densidad Siembra</b>
T1	85%	99	84.15	33.66
T2	85%	99	84.15	33.66
T3	85%	92	78.2	31.28
T4	78%	88	68.64	27.456
T5	91%	90	81.9	32.76
T6	92%	91	83.72	33.488
T7	92%	90	82.8	33.12

T1 = *Lolium multiflorum* L. Var. "Tama", T2 = *Lolium perenne* L. Var. "Nui", T3 = *Dactylis Glomerata* Var. "Potomac", T4 = *Lolium multiflorum* L. "Ecotipo Cajamarquino", T5 = *Lolium multiflorum* L. "Genotipo G43", T6 = *Lolium multiflorum* L. "Genotipo G58" y T7 = *Festuca arundinacea*

La cantidad de semilla fue relacionada al área de la parcela, relacionado a la densidad por hectárea. Luego, se realizó la siembra en forma manual, depositándose la semilla al voleo, para finalmente ser tapada con rastrillo.

#### **5.4.3.4. Mantenimiento de los cultivos**

No se realizó ningún riego por ser conducido bajo condiciones de seco, es decir esperando las lluvias.

**Fertilización:** Se realizó la misma fertilización a las siete variedades de gramíneas en estudio acorde a las recomendaciones del análisis de suelo.

**Labores culturales:** se realizó deshierbas manuales, según la presencia de malezas.

## 5.5. Parámetros evaluados

### 5.5.1. Producción de forraje

El rendimiento de forraje verde se realizó con la metodología del cuadrante, donde en cada parcela se tomaron tres muestras aleatorias, con la finalidad de obtener un promedio por cada unidad experimental. La evaluación del rendimiento se realizó durante 5 cortes consecutivos con la finalidad de minimizar el error experimental, asimismo, se evaluaron los periodos para la frecuencia de corte promedio de cada uno de los tratamientos, los cortes se realizaron en función de la etapa fenológica de cada una de las especies, con la finalidad de aprovechar al momento óptimo para alimentación animal.

### 5.5.2. Determinación de Materia seca:

Los valores de materia seca se obtuvieron teniendo en cuenta la metodología de la AOAC, donde se colocaron las muestras de forraje verde (100 g a 105°C de temperatura) en una estufa (MRC) durante un periodo de 25 horas. Posterior a ello, se realizaron los cálculos de rendimientos de biomasa que proporcionaban los cultivares en cada uno de los cortes, el mismo que fue proyectado por metro cuadrado y por hectárea.

El cálculo del rendimiento de materia seca (Ecuación 2), fue el siguiente:

$$\text{Materia seca (\%)} = \frac{\text{Peso final (g)}}{\text{Peso inicial (g)}} \times 100 \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 2}$$

### **5.5.3. Composición química**

Simultáneamente a la obtención del porcentaje de materia seca, se procedió a deshidratar 200 g de cada muestra a 60°C durante 48 horas, para luego ser derivadas al laboratorio de análisis de forrajes y suelos de la EEA. Baños del Inca, con la finalidad de realizar su análisis bromatológico al laboratorio de suelos para su análisis bromatológico.

La metodología empleada para el análisis de proteína fue la AOAC 984.13, par extracto etéreo la AOAC 920.39, para Fibra cruda la AOAC 962.09 y para cenizas la AOAC 942.05 (AOAC, 2012; Thiex *et al.*, 2003; AOAC, 1990; AOAC, 2000)

### **5.6. Análisis e interpretación de datos**

Los datos obtenidos de las fichas de campo se digitalizaron y se almacenaron de manera ordenada en un libro de Excel (paquete Office 365, Microsoft). Luego se realizó las pruebas del cumplimiento de supuestos de verificación de la normalidad y homogeneidad de varianzas. Para comparar las diferencias entre los tratamientos se realizó un análisis de varianzas (ANAVA) mediante el modelo lineal general (GLM) teniendo como fuentes de variación los tratamientos y los bloques, según el modelo de la Ecuación 1; Para la comparación entre tratamientos se realizó la prueba de alta diferencia significativa (HSD) de Tukey ( $p < 0.05$ ). Los análisis estadísticos se realizaron en el software Minitab V. 18.

## CAPITULO VI

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 6.1. Producción de forraje verde

La producción de forraje verde en Kg/ha se puede visualizar en la Tabla 3 en el cual se muestran los valores del rendimiento de forraje verde en kilogramos por metro cuadrado, por hectárea y el rendimiento por corte y por año, donde se puede visualizar que el Rye Grass *Var. Tama*, obtuvo los valores más altos con 15312.9 kg/ha/corte, pero el genotipo 58 (*Lolium Multiflorum L.*, Mejorado) logra un mejor rendimiento anual con 151.3 t/ha/año.

Tabla 3. Valores promedio del rendimiento de forraje verde para las siete especies de gramíneas forrajeras.

Tratamientos	Forraje Verde		
	Kg/m <sup>2</sup>	Kg/ha/corte	t/ha/año
Rye Grass Tama	1.53 a	15312.9 a	139.0 ab
Genotipo 58	1.40 ab	14041.7 ab	151.3 a
Genotipo 43	1.18 bc	11753.0 bc	126.379 ab
Dactylis Glomerata Potomac	1.13 c	11332.0 c	95.585 d
Festuca	1.12 c	11225.3 c	99.250 cd
Lolium Ecotipo Cajamarquino	1.11 c	11139.0 c	121.340 bc
Raigrás Nui	1.09 c	10853.3 c	96.269 cd

Letras diferentes representan diferencias significativas (HSD – Tukey,  $p < 0.05$ ).

Se puede visualizar que el Rye Grass Var. Tama, obtuvo los valores más altos con 1.53 Kg/m<sup>2</sup>, 15312.9 kg/ha/corte y 139.0 t/ha/año, mientras que Quispe (2010) obtuvo un valor superior al reportado en el presente trabajo de 2.79 Kg/m<sup>2</sup>. Posiblemente se deba que dicho autor realizó su estudio utilizando Nitrógeno en dicha pastura. Por otro lado, Morales (1985) encontró la producción de 7 725.138 kg ha por año a 8 778.742 kg por año ya que utilizó utilizando urea, superfosfato triple de calcio y cloruro de potasio.

Los resultados encontrados para el genotipo 58 (*Lolium Multiflorum* L., Mejorado) fueron 1.40 kg/m<sup>2</sup>, 14041.7 kg/ha/corte y 151.3 t/ha/año, fueron menores a los encontrados por Roncal (1983) con 2.71 kg/m<sup>2</sup>, 27 126 kg/ha/corte, debiéndose a que dicho autor fertilizó con superfosfato simple de calcio, úrea y cloruro de potasio.

En este estudio el rendimiento de forraje verde de dicha especie es de 1.18 Kg/m<sup>2</sup>, 11753.0 kg/ha/corte, estos fueron menores a los encontrados por Barandiarán (1975) con 1.36 Kg/m<sup>2</sup>, 13 670 kg/ha/corte, posiblemente se deba a que el terreno estuvo en mejores condiciones climatológicas, mientras que Higaonna (1978) obtuvo 42 519 kg F.V. ha<sup>-1</sup> por año.

Se puede visualizar que el *Dactylis Glomerata* Potomac obtuvo 1.13 Kg/m<sup>2</sup>, 11332.0 kg/ha/corte, no existiendo diferencias estadísticas significativas con respecto a las gramíneas *Festuca* con 1.12 Kg/m<sup>2</sup> y 11225.3 kg/ha/corte, *Lolium* Ecotipo Cajamarquino con 1.11 Kg/m<sup>2</sup> y 11139.0 kg/ha/corte Raigrás Nui concerniente a 1.09 Kg/m<sup>2</sup> y 10853.3 kg/ha/corte, ya descritos en párrafos anteriores.

## 6.2. Frecuencia de cortes y edad de las pasturas al corte

En la Tabla 4 se muestran la frecuencia de corte Promedio por cada especie o tratamiento.

Tabla 4. Frecuencia de corte para cada uno de los tratamientos.

Tratamientos	Frecuencia de corte
Festuca	45
Raigrás Nuí	45
Dactylis Glomerata Potomac	44
Rye Grass Tama	44
Genotipo 43	37
Genotipo 58	37
Lolium EC	37

Como se detalla en la Tabla 4, se muestran la frecuencia de corte Promedio por cada especie o tratamiento, mediante el análisis HSD Tukey ( $p < 0.05$ ) que indica que existen diferencias estadísticas. Se muestran las medias, los cuales se describen a continuación:

En los siete tratamientos realizados, la frecuencia de corte fue de 45 días para la festuca y Raigrás Nuí, mientras que para Dactylis Glomerata Potomac y Rye Grass Tama fue de 44 días, y el corte de menor tiempo de 37 días fue para Genotipo 43, Genotipo 58 y Lolium EC. Variando la frecuencia de cortes.

### 6.3. Rendimiento de materia seca

En la Tabla 5 se muestran los valores promedio de materia seca (%) obtenidas en los siete cultivares de los tratamientos asignados.

Tabla 5. Valores promedio para el rendimiento de materia seca (%) de los tratamientos.

Tratamiento	Materia Seca (%)
Raigrás Nui	23.43 a
Festuca	21.84 ab
Dactylis Glomerata Potomac	19.42 bc
Genotipo 43	18.38 c
Genotipo 58	18.22 c
Lolium EC	17.77 c
Rye Grass Tama	16.52 c

Como se detalla en la Tabla 4, se presenta el rendimiento de materia seca, mediante el análisis HSD Tukey ( $p < 0.05$ ) que indica que existen diferencias estadísticas. Se muestran las medias, los cuales se describen a continuación:

#### **Raigrás Nui**

El Raigrás Nui obtuvo un promedio de 23.43 (%) de materia seca, siendo superior al reportado por Llanos (1982) que encontró 14.72%, así mismo Villegas (2016) indica un 26.50 (%) quizá porque no se utilizó el abono orgánico.

#### **Festuca**

Durante el estudio podemos observar que la Festuca obtuvo un promedio de 21.84 (%) de materia seca siendo menor al reportado Vásquez (2017) 27.39 (%). por otro lado, Galoc-Cava (2017) encontró un 33,6 (%) de materia seca, quizás porque es una gramínea tolerante a la sequía, tolerancia al calor, crecimiento de

verano, tolerancia a insectos, a suelos orgánicos y suelos salinos; es compatible con tréboles con tolerancia a suelos excesivamente húmedos, pero es sensible a la irrigación.

### Genotipo 43

Los resultados encontrados para el Genotipo 43 fue de 18.38 % de materia seca los cuales fueron similares a las especies de Genotipo 58 con 18.22 %, Lolium EC 17.77 % y ryegrass Tama 16.52 %, esto quiere decir que no existió diferencias estadísticamente significativas, pueda ser porque al darse un movimiento más activo de los minerales en el suelo, se refleje de igual forma en el contenido mineral de la planta.

### 6.4. Biomasa

En la Tabla 6 se detallan los valores de biomasa de los siete tratamientos .

Tabla 6. Valores promedio para el rendimiento de biomasa de los tratamientos.

Tratamientos	Kg/ha/corte	Kg MS/ha/año
Genotipo 58	2484.51 a	25893.2 a
Raigrás Nuí	2438.55 ab	21078.7 ab
Rye Grass Tama	2408.32 ab	21609.9 ab
Festuca	2353.07 ab	20046.5 b
Dactylis Glomerata Potomac	2205.56 ab	18499.9 b
Genotipo 43	2109.73 ab	21967.6 ab
Lolium EC	1921.32 ab	20303.6 b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (HSD Tukey,  $p < 0.05$ )

Como se detalla en la Tabla 5, se presenta el rendimiento de Biomasa, mediante el análisis HSD Tukey ( $p < 0.05$ ) que indica que existen diferencias estadísticas. Se muestran los promedios, los cuales se describen a continuación:

Al comparar los siete tratamientos sobre rendimiento de biomasa, se puede observar que la única diferencia significativa de las siete especies solo se presenta en el genotipo 58 con 2484.51 Kg/ha/corte y 25893.2 Kg/ Ms/ha/año, en los demás tratamientos no existen diferencias estadísticamente significativas, posiblemente las demás especies transforman en mayor concentración la energía radiante del Sol en energía química a través de la fotosíntesis.

## 6.5. Análisis químico y nutricional

Los valores de composición nutricional se muestran a continuación en la

Tabla 7. Promedios de los valores de Proteína, Fibra Cruda, Extracto etéreo, ELN y Cenizas para los tratamientos de gramíneas forrajeras.

Tratamiento	Proteína	Fibra Cruda	Extracto etéreo	ELN	Cenizas
Genotipo 43	14.89 a	21.32	6.23	45.66 cd	12.25 a
Lolium EC	14.22 ab	22.07	6.89	45.06 d	11.75 a
Genotipo 58	14.20 ab	21.22	6.92	45.92 cbd	11.75 a
Dactylis Glomerata Potomac	13.83 ab	22.72	6.52	45.32 cd	11.63 ab
Rye Grass Tama	12.77 abc	21.21	6.36	48.80 ab	10.88 ab
Rye Grass Nui	12.08 bc	23.04	6.04	49.23 a	9.63 b
Festuca	10.96 c	23.28	6.16	48.37 abc	11.25 ab

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (HSD Tukey,  $p < 0.05$ )

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (HSD Tukey,  $p < 0.05$ )

Como se detalla en la Tabla 6, se presenta los valores de Proteína, Fibra Cruda, Extracto etéreo, ELN y Cenizas para los tratamientos de gramíneas forrajeras, mediante el análisis HSD Tukey ( $p < 0.05$ ) que indica que existen diferencias estadísticas. Se muestran los promedios, los cuales se describen a continuación:

## **Proteína**

Los resultados de proteína con respecto a la especie genotipo 43 es 14.89 % es menor, comparada con el estudio de Posada (2013) que es 18.8 %, además para el Lolium EC es 14.22 %, Genotipo 58 con 14.20 %, seguidamente Dactylis Glomerata Potomac con 13.83 %. Por su parte Vallejos (2020) reporta que ambas proteínas son adecuadas para la alimentación del ganado al pastoreo en la sierra, Rye Grass Tama con 12.77 %, Rye Grass Nui con 12.08 % finalmente la Festuca con 10.96 %.

## **Fibra Cruda**

Las medidas obtenidas con respecto a fibra cruda, la especie que contiene mayor porcentaje es la Festuca con 23.28 %, luego Rye Grass Nui con 23.04, después Dactylis Glomerata Potomac fue de 22.72, Lolium EC con 22.07 %, al Genotipo 43 es de 21.32 %, Genotipo 58 con 21.22 %, y el que obtuvo menos fibra cruda fue Rye Grass Tama con 21.21 %, es el residuo libre de cenizas que resulta del tratamiento en caliente con ácidos y bases fuertes.

## **Extracto etéreo**

Como se detalla para el extracto etéreo el Rye Grass Nui fue mejor a los demás tratamientos con 6.04 %, seguidamente de la Festuca con 6.16 %, el Genotipo 43 con 6.23 %, luego el Rye Grass Tama con 6.36 %, además el Dactylis Glomerata Potomac fue de 6.52 %, del Lolium con 6.89 %, Genotipo 58 con 6.92% con mejores resultados comparada con Llanos (1982) que es de 3.7 %, además para el Rye Grass Tama 6.36 %, Rye Grass Nui 6.04 %, Festuca 6.16%, se puede observar que el menor número es el mejor en la alimentación de los animales.

## **ELN**

Con el estudio realizado encontramos medidas para Genotipo 43 fue de 45.66%, continuando el Lolium EC con 45.06 %, para Genotipo 58 con 45.92 %, Dactylis Glomerata Potomac fue de 45.32, para Rye Grass Nui fue de 49.23 %, siendo inferior al encontrado por Galoc (2017) que encontró 55.43 %. Es por ello que Villegas (2016) afirma que el Rye grass Nui (Diploide), variedad diploide perenne,

utilizada para pastoreo, además utilizado para heno y ensilaje, tiene la mejor tolerancia a las bajas temperaturas también Posee un buen comportamiento en asociaciones con otras especies y se adapta a diversas condiciones climáticas y de suelo; y en Festuca se encontró 48.37 %.

### **Cenizas**

Mediante el estudio realizado la Festuca con 11.25 % no tiene diferencias significativas con respecto a las especies como Dactylis Glomerata Potomac fue de 11.63 %, según los estudios de Anon (2014) es una especie que produce una gran cantidad de hojas. Muestra alta tolerancia a la mayoría de las enfermedades y plagas comunes de las praderas, además Rye Grass Tama con 10.88 %, por su parte Villegas (2016) es una especie de alto vigor de plántulas que le permiten ser el rye grass de más rápido establecimiento de todas las existentes en el mercado mundial y además su buena rusticidad, posiblemente en las demás especies utilizaron más sales minerales o menores como en el caso de Rye Grass Nui con 9.63 %.

## CAPITULO VII

### CONCLUSIONES

- Para el rendimiento productivo de las siete gramíneas se determinó que respecto a la producción del forraje verde el Ryegrass Var. Tama, obtuvo los valores más altos con 1.53 Kg/m<sup>2</sup>, 15312.9 kg/ha/corte y 139.0 t/ha/año. En cuanto al rendimiento de Materia Seca el Raigrás Nui obtuvo un promedio de 23.43 % de materia seca. En cambio, para la biomasa (materia seca) se puede observar que la única diferencia significativa de las siete especies solo se presenta en el genotipo 58 con 2484.51 Kg/ha/corte y 25893.2 Kg/Ms/ha/año.
- En cuanto al análisis bromatológico, se presenta los valores de Proteína, Fibra Cruda, Extracto etéreo, ELN y Cenizas para los tratamientos de gramíneas forrajeras, mediante el análisis HSD Tukey ( $p < 0.05$ ) que indica que existen diferencias estadísticas.

## CAPITULO IX

### RECOMENDACIONES

- ♣ Seguir evaluando *Lolium multiflorum* L. Var. "Tama", por más tiempo.
- ♣ Probar en áreas más extensas y épocas del año el Rye grass Tama.
- ♣ Seguir Evaluando las Variedades *Lolium multiflorum* L. "Ecotipo cajamarquino" 14.22, *Lolium multiflorum* L." Genotipo G43"14.89, *Lolium multiflorum* L. "Genotipo G58" 14.20.que sobresalen en porcentaje de proteína.
- ♣ Seguir evaluando las variedades festuca 23.28, *Lolium perenne* L. Var "Nui" 23.04, *Dactylis Glomerata* Var. "Potomac" 22.72. que sobresalen en porcentaje de fibra.
- ♣ Realizar más experimentos en diferentes localidades de diferente latitud con diferentes agricultores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anon. (2014) Orchard Potomac (*Dactylis Glomerata*). México: Semillas San Francisco.
2. AOAC (1990b) Fiber (crude) in animal feed. AOCS-AOAC Method 962.09. In Official Methods of Analysis of AOAC International (15th ed., p. 80). Arunton, Virginia 22201, USA.
3. AOAC (2000) Ash of Animal Feed. AOAC Official Methods 942.05. Journal of AOAC International, 857(1942), 2000.
4. AOAC (2012) Método 928.08 – “Kjeldahl method”. In G. W. Latimer (Ed.), Official Methods of Analysis of AOAC International (19th ed., pp. 5, (39.1.15)). Arunton, Virginia 22201, USA.
5. Augustyniak, A. *et al.* (2018) “Insight into cellular proteome of *Lolium multiflorum*/*Festuca arundinacea* introgression forms to decipher crucial mechanisms of cold acclimation in forage grasses”, *Plant Science*, 272(February), pp. 22–31.
6. Baron, V. S. y Bélanger, G. (2020) “Climate, Climate-Change and Forage Adaptation”, *Forages*, II, pp. 151–186.
7. BCR [Banco Central de Reserva del Perú] (2019) Encuentro económico: Informe Económico y Social; Región Cajamarca. Cajamarca. Disponible en: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Proyeccion-Institucional/Encuentros-Regionales/2019/cajamarca/ies-cajamarca-2019.pdf>
8. Blair, J., Nippert, J. y Briggs, J. (2014) “Grassland Ecology”, en Monson, R. K. (ed.) *Ecology and the Environment*. New York, NY: Springer New York, pp. 389–423. doi: 10.1007/978-1-4614-7501-9\_14.
9. Bushman, B. S. *et al.* (2011) “Orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) EST and SSR marker development, annotation, and transferability”, *Theoretical and Applied Genetics*, 123(1), pp. 119–129. doi: 10.1007/s00122-011-1571-2.
10. Capstaff, N. M. y Miller, A. J. (2018) “Improving the yield and nutritional quality of forage crops”, *Frontiers in Plant Science*, 9(April), pp. 1–18. doi: 10.3389/fpls.2018.00535.

11. Cotrina-Altamirano, Y. (2019) Análisis de la investigación en pastos y forrajes en la región Cajamarca. Cajamarca, Perú: UNC.
12. Davila-aranda, P., Sánchez, J. y Cabrera, L. (1993) “Las gramíneas: características generales e importancia”, Boletín, IBUG, 1(6), pp. 397–421.
13. Galoc-Cava, N. (2017) “Caracterización nutricional de trece variedades de pastos naturalizados de la región Amazonas”. Chachapoyas - Perú: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Tesis de pregrado.
14. Gibson, A. D. J. y Newman, J. A. (2001) “Festuca arundinacea Schreber (F. elatior L. ssp. arundinacea (Schreber) Hackel)”, British Ecological Society, 89(2), pp. 304–324.
15. Gómez, D. (2008) “Métodos para el estudio de los pastos, su caracterización ecológica y valoración”, pp. 75–109.
16. Higaonna, O. R. (1978) “Avances de la Investigación en el área Pecuaria – El Proyecto de Pastos y Forrajes”. Boletín Informativo. Estación Experimental de Cajamarca. Cajamarca – Perú. Pág. 8.
17. MINAG. (2011) Conservación de forrajes. Lima: Biblioteca nacional del Perú.
18. MINAGRI. (2017) Anuario Estadístico de la Producción Agrícola y ganadera 2016. Disponible en: <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=produccion-agricola>
19. MINAGRI. (2020) “MINAGRI desarrolla primer super pasto ryegrass con alta calidad genética para alimentación de ganado”. Cajamarca - Perú: INIA.
20. Paucar-Sulica, S. P. (2019) “Efecto de la revegetación con Festuca dolichophylla en la disminución de Aciachne pulvinata en un área de pastoreo de una comunidad campesina en la región de Huancavelica”. Huancavelica - Perú: UNH.
21. Pérez, G. y Estelrrich, C., (2020) Producción de cultivares de festuca: segundo año de evaluación, Bolivar - Buenos Aires: AER Bolivar, INTA.
22. Perlikowski, D. *et al.* (2019) “Structural and metabolic alterations in root systems under limited water conditions in forage grasses of Lolium-

- Festuca complex”, *Plant Science*, 283(March), pp. 211–223. doi: 10.1016/j.plantsci.2019.02.001.
23. Posada-Ochoa, S., Cerón, J. M., Arenas, J., Hamedt, J. F., y Álvarez, A. (2013) Evaluación del establecimiento de ryegrass (*Lolium* sp.) en potreros de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) usando la metodología de cero labranzas. Medellín - Colombia: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, Escuela de Producción Agropecuaria.
24. Quispe, P y Cárdenas, P. (2010) Evaluación Productiva de Nuevas Variedades de Gramíneas Forrajeras, en Condiciones de Cajamarca. Tesis de pregrado. Cajamarca – Perú. Pág. 68.
25. Raffrenato, E. *et al.* (2017) “Effect of lignin linkages with other plant cell wall components on in vitro and in vivo neutral detergent fiber digestibility and rate of digestion of grass forages”, *Journal of Dairy Science*, 100(10), pp. 8119–8131.
26. Ruckle, M. E. *et al.* (2017) “Diurnal leaf starch content: An orphan trait in Forage legumes”, *Agronomy*, 7(1), pp. 1–15.
27. Sánchez, T. *et al.* (2008) “Valor nutritivo de los componentes forrajeros de una asociación de gramíneas mejoradas y *Leucaena leucocephala*”, *Pastos y Forrajes*, 31(3), pp. 271–281.
28. Teuber, N., Parga, J., Balocchi, O., Anwandter, V., Canseco, C., Abarzúa, A. Lopetegui, J. (2006) Manejo del pastoreo. Chile.
29. Thiex, N. J., Anderson, S., y Gildemeister, B. (2003). Crude fat, diethyl ether extraction, in feed, cereal grain, and forage (Randall/Soxtec/Submersion method): Collaborative study. *Journal of AOAC International*, 86(5), 888–898.
30. Vallejos, L. (2009) “Efecto de la fertilización fosforada y frecuencia de pastoreo sobre el valor nutritivo de la dieta y comportamiento ingestivo de las vacas Holstein en pasturas de ryegrass-trébol en Cajamarca”. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú. 117 pp.
31. Vallejos-Fernández, L. A., Alvarez, W. Y., Paredes-Arana, M. E., Pinares-Patiño, C., Bustíos-Valdivia, J. C., Vásquez, H. y García-Ticllacuri, R. (2020) “Comportamiento productivo y valor nutricional de 22 genotipos de raigrás (*Lolium* spp.) en tres pisos altoandinos del norte de Perú”, *Scientia Agropecuaria*, 11(4), pp. 537-545.

32. Vásquez, H., Quilcate, C., y Manuel, O. (2017) “Evaluación de quince variedades de gramíneas forrajeras para el mejoramiento alimenticio del ganado bovino en la cuenca ganadera Florida”. Revista de Investigación en Ciencia y Biotecnología Animal, 1(1), 69-75.
33. Villareal-González, J. A., Hernández-Garay, A., Martínez-Hernández, P. A., Guerrero Rodríguez, J., y Velasco Zebadúa, E. (2014) “Rendimiento y calidad de forraje del pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) al variar la frecuencia e intensidad de pastoreo”. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 5(2), 231-245.
34. Villegas Yrigoín, N. Y. (2016) “Selección de gramíneas forrajeras perennes para el mejoramiento alimenticio de ganado bovino en el distrito de florida, Pomacochas-Bongará-Amazonas”. Cajamarca, Perú: UNC.

## ANEXOS

Tabla 8. Resultados de los análisis bromatológicos.



"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año de la Universalización de la Salud"

### LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS, AGUAS, ABONOS Y PASTOS

NOMBRE : PNI PASTOS Y FORRAJES  
 PROCEDENCIA : BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA FECHA: 13/02/2020  
 TIPO DE MUESTRA : PASTOS

RESULTADOS DEL ANÁLISIS:

Descripción de la muestra	Código Laboratorio	Humedad %	Materia seca %	Cenizas %	Proteína %	Extracto Etéreo %	Fibra %	ELN %
T1 Rye Grass Tama	PX011-EEBI-20	86,98	13,02	10,00	13,56	6,87	19,71	49,86
T2 Rye Grass Nui	PX012-EEBI-20	86,50	13,50	10,25	12,19	6,45	19,50	51,61
T3 Dactylis Glometata Potomac	PX013-EEBI-20	85,22	14,78	10,00	16,28	6,03	21,07	46,62
T4 Rye Grass Ecotipo Cajamarquino	PX014-EEBI-20	85,62	14,38	10,50	16,34	6,81	22,38	43,97
T5 Genotipo 43 - Lolium Multiflorum	PX015-EEBI-20	85,47	14,53	11,25	16,39	5,53	21,26	45,57
T6 Genotipo 58 - Lolium Multiflorum	PX016-EEBI-20	85,97	14,03	10,75	15,81	6,90	20,06	46,48
T7 Festuca - Arundinacea	PX017-EEBI-20	85,80	14,20	11,00	11,50	5,42	23,58	48,50

\* La toma de muestras es responsabilidad del usuario

Instituto Nacional de Innovación Agraria  
Jefe Laboratorio de Suelos

Jr. Wiracocha s/n Baños del Inca - Cajamarca  
 T: (076) 348648; Fax: (076) 348386.  
 E-mail: [binca@inia.gob.pe](mailto:binca@inia.gob.pe)  
[www.inia.gob.pe](http://www.inia.gob.pe)  
[www.minagri.gob.pe](http://www.minagri.gob.pe)



"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año de la Universalización de la Salud"

### LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS, AGUAS, ABONOS Y PASTOS

NOMBRE : PNI PASTOS Y FORRAJES  
 PROCEDENCIA : BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA FECHA: 13/02/2020  
 TIPO DE MUESTRA : PASTOS

RESULTADOS DEL ANÁLISIS:

Descripción de la muestra	Código Laboratorio	Humedad %	Materia seca %	Cenizas %	Proteína %	Extracto Etéreo %	Fibra %	ELN %
T1 Rye Grass Tama	PX018-EEBI-20	85,08	14,92	11,75	11,97	5,84	22,70	47,74
T2 Rye Grass Nui	PX019-EEBI-20	84,16	15,84	9,00	11,96	5,62	26,58	46,84
T3 Dactylis Glometata Potomac	PX020-EEBI-20	82,94	17,06	13,25	11,38	7,00	24,36	44,01
T4 Rye Grass Ecotipo Cajamarquino	PX021-EEBI-20	86,00	14,00	13,00	12,09	6,97	21,76	46,18
T5 Genotipo 43 - Lolium Multiflorum	PX022-EEBI-20	85,05	14,95	13,25	13,38	7,26	21,37	44,74
T6 Genotipo 58 - Lolium Multiflorum	PX023-EEBI-20	85,26	14,74	12,75	12,59	6,94	22,37	45,35
T7 Festuca - Arundinacea	PX024-EEBI-20	82,06	17,94	11,50	10,41	6,89	22,97	48,23

\* La toma de muestras es responsabilidad del usuario

Instituto Nacional de Innovación Agraria  
Jefe Laboratorio de Suelos

Jr. Wiracocha s/n Baños del Inca - Cajamarca  
 T: (076) 348648; Fax: (076) 348386.  
 E-mail: [binca@inia.gob.pe](mailto:binca@inia.gob.pe)  
[www.inia.gob.pe](http://www.inia.gob.pe)  
[www.minagri.gob.pe](http://www.minagri.gob.pe)



Tabla 9. Análisis de Varianza para el Forraje Verde

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamiento</b>	6	0.53745	0.089575	11.67	0.000
<b>Bloque</b>	2	0.10133	0.050665	6.60	0.012
<b>Error</b>	12	0.09213	0.007677		
<b>Total</b>	20	0.73091			

Tabla 10. Análisis de Varianza para Forraje Verde t/ha/año

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Asignación</b>	6	8876.7	1479.45	19.16	0.000
<b>Bloque</b>	2	777.9	388.94	5.04	0.026
<b>Error</b>	12	926.5	77.21		
<b>Total</b>	20	10581.1			

Tabla 11. Análisis de Varianza para materia seca (%)

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Asignación</b>	6	106.783	17.797	16.36	0.000
<b>Bloque</b>	2	2.336	1.168	1.07	0.372
<b>Error</b>	12	13.053	1.088		
<b>Total</b>	20	122.172			

Tabla 12. Análisis de Varianza para la biomasa Kg/ha/corte

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Asignación</b>	6	755209	125868	3.38	0.035
<b>Bloque</b>	2	168400	84200	2.26	0.147
<b>Error</b>	12	447162	37264		
<b>Total</b>	20	1370772			

Tabla 13. Análisis de Varianza para biomasa (kg/ha/año)

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Asignación</b>	6	96238627	16039771	4.78	0.010
<b>Bloque</b>	2	15546666	7773333	2.32	0.141
<b>Error</b>	12	40262404	3355200		
<b>Total</b>	20	152047697			

Tabla 14. Análisis de Varianza para cenizas

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamiento</b>	6	13.205	2.2009	4.01	0.020
<b>Bloque</b>	2	8.254	4.1272	7.52	0.008
<b>Error</b>	12	6.589	0.5491		
<b>Total</b>	20	28.049			

Tabla 15. Análisis de Varianza para proteína bruta

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamiento</b>	6	35.166	5.8609	8.05	0.001
<b>Bloque</b>	2	23.895	11.9473	16.40	0.000
<b>Error</b>	12	8.740	0.7284		
<b>Total</b>	20	67.801			

Tabla 16. Análisis de Varianza para extracto etéreo

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamiento</b>	6	2.2073	0.3679	1.22	0.363
<b>Bloque</b>	2	0.4738	0.2369	0.78	0.479
<b>Error</b>	12	3.6287	0.3024		
<b>Total</b>	20	6.3098			

Tabla 17. Análisis de Varianza para fibra cruda

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamiento</b>	6	14.52	2.421	1.27	0.340
<b>Bloque</b>	2	15.12	7.561	3.97	0.048
<b>Error</b>	12	22.88	1.906		
<b>Total</b>	20	52.52			

Tabla 18. Análisis de Varianza para ELN

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamiento</b>	6	58.574	9.762	8.42	0.001
<b>Bloque</b>	2	7.905	3.953	3.41	0.067
<b>Error</b>	12	13.916	1.160		
<b>Total</b>	20	80.395			

## CALCULOS DE FERTILIZACIÓN

Según recomendaciones de Laboratorio.

<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
65kg/ ha	90 kg/ha	60kg/ha

1) CALCULO PARA EL NITROGENO:

100 Kg G.I	_____	10 Kg N
X	_____	65 Kg N

Ley de Guano de Isla:

<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
10	10	2

X= 650 Kg G.I

Cada Parcela mide 20 m2:

Por lo tanto 650 Kg G.I	_____	10000m2
X	_____	20 m2

X = 1.3 Kg G.I/ Parcela

**Conclusión: cada parcela necesita 1.3 Kg de Guano de Isla.**

2). CALCULO PARA FOSFORO (P2O5)

100 Kg SFT \_\_\_\_\_ 60 Kg P

X \_\_\_\_\_ 90 Kg P

**X= 150 KG SFT**

150 Kg SFT \_\_\_\_\_ 10000 m2

X \_\_\_\_\_ 20 m2

**X = 0.300 kg SFT**

**Cada parcela mide 20m2 por lo tanto se utilizará 0.3 kg de SFT para la siembra.**

3). CALCULO PARA POTASIO (K2O)

100 Kg CLP \_\_\_\_\_ 60 Kg

X \_\_\_\_\_ 60 Kg

**X = 100 Kg**

100 Kg \_\_\_\_\_ 10000m2

x \_\_\_\_\_ 20m2

**x= 0.200 Kg CLP**



**Figura 3. Evaluación del rendimiento de forraje verde por metro cuadrado.**



**Figura 4. Evaluación de rendimiento de forraje verde de los cultivares.**



**Figura 5. Rendimiento de Materia seca.**