



Estación Experimental Santa Catalina Programa de Ganadería y Pastos

Informe Anual 2021



Mejía – Pichincha – Ecuador
Enero / 2022

INFORME 2021

1. **Programa o Departamento:** Ganadería y Pastos.
2. **Director de la Estación Experimental:** Ing. Jorge Rivadeneira.
3. **Responsable Programa o Departamento en la Estación Experimental:** Ing. Antonio Guacapiña.
4. **Equipo técnico multidisciplinario I+D (Personal del proyecto):** Ing. Arturo Godoy, Dra. Nathalie Amador (Marzo-Agosto 2021), Lcda. Tania Guanin.
5. **Financiamiento:** Gasto Corriente Estación Experimental Santa Catalina y Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO).
6. **Proyectos:**

6.1. Matriz productiva-Ganadería

Resultado: Desarrollo de alternativas tecnológicas sostenibles para el mejoramiento productivo y nutricional de pasturas.

Actividades/Hitos: Se establecieron en campo las siguientes investigaciones:

“Evaluación del comportamiento agronómico, espectral y nutricional de variedades de pastos bajo condiciones climáticas de la sierra centro norte del Ecuador”.

Fuente de financiamiento: Gasto Corriente Estación Experimental Santa Catalina.

Presupuesto: 17.344,93 USD.

Fecha de Inicio: Enero, 2021.

Fecha Final: Diciembre, 2022.

“Identificación de las proporciones de leguminosas asociadas con gramíneas forrajeras que contribuyan al mejoramiento de los sistemas de producción lechera de la serranía ecuatoriana”.

Fuente de financiamiento: Gasto Corriente Estación Experimental Santa Catalina y Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO).

Presupuesto: 10.994,53 USD.

Fecha de Inicio: Octubre, 2020.

Fecha Final: Octubre, 2022.

6.2. Intensificación sostenible de sistemas ganaderos con leguminosas: Plataforma de Cooperación Latinoamericana y del Caribe (CATN/RF-16926-RG)

Resultado: Contribuir al mejoramiento de los sistemas ganaderos de América Latina y el Caribe mediante la adopción de leguminosas forrajeras.

Actividades/Hitos: Conformar, establecer y gestionar la plataforma de cooperación en el uso de leguminosas. Evaluar el impacto del sistema de pasturas con leguminosas en el suelo, en la productividad animal y en las emisiones de gases de efecto invernadero y gestionar el conocimiento y fortalecer las capacidades en el tema.

Se ha identificado y seleccionado praderas bajo varios años de pasturas con leguminosas (*Penisetum clandestinum*, *Rye grass perenne* y *Trifolium repens*) y pasturas sin leguminosas (*Penisetum clandestinum*) ubicadas en la Unidad de Apoyo a la Investigación Pecuaria del Programa de Ganadería y Pastos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.

En las praderas seleccionadas se ha venido dando seguimiento de su comportamiento productivo y calidad forrajera, para poder compararlas entre ellas y también se ha realizado muestreo de suelo y planta para realizar los análisis de Fijación biológica de nitrógeno y secuestro de carbono por parte de las leguminosas.

Fuente de financiamiento: Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO).

Presupuesto: 32.150,00 USD.

Fecha de Inicio: Febrero, 2019.

Fecha Final: Febrero 2024.

6.3. Intensificación Sostenible de la lechería Fontagro (FTG/RF-15940-RG).

Resultado: Desarrollo de modelación, simulación y validación de sistemas de intensificación sostenible de lechería que permitan incrementar la producción de leche en pequeños productores del país.

Actividades/Hitos: Validación, seguimiento y difusión de las mejoras implementadas en la Finca piloto El Suro, para incrementar la producción de leche.

Fuente de financiamiento: Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO).

Fecha de Inicio: Diciembre, 2017.

Fecha Final: Octubre, 2021.

7. Socios estratégicos para investigación: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y Nestle-Ecuador.

8. Participación en eventos:

El personal técnico del Programa de Ganadería del INIAP participó en los siguientes eventos:

- Academia de Ganadería Sostenible desde Mayo a Octubre 2021, mediante 6 talleres virtuales.

También realizó la siguiente capacitación virtual:

- Capacitación a 165 productores de leche de 6 provincias (El Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Napo) en Establecimiento y Manejo Sostenible de Pasturas.

9. Hitos/Actividades por proyecto establecidas en el POA:

A1: Evaluación del comportamiento agronómico, espectral y nutricional de variedades de pastos bajo condiciones climáticas de la sierra centro norte del Ecuador.

A2: Identificación de las proporciones de leguminosas asociadas con gramíneas forrajeras que contribuyan al mejoramiento de los sistemas de producción lechera de la serranía ecuatoriana.

A3: Producción y comercialización de leche cruda de alta calidad y pie de cría.

A1: Evaluación del comportamiento agronómico, espectral y nutricional de variedades de pastos bajo condiciones climáticas de la sierra centro norte del Ecuador

(Protocolo aprobado el 22 de enero del 2021 por Comité técnico - Memorando Nro. INIAP-EESC_DIR-2021-0096-MEM)

1. ANTECEDENTES

La producción ganadera juega un rol importante en el mundo, ya que genera productos básicos para la alimentación humana, entre los que se destaca la leche cuya base fundamental para producirla en forma eficiente, es la nutrición que se brinda a los animales, la cual debe basarse en el uso de productos que no compitan con aquellos de consumo humano, ni con la industria (biocombustibles) (León *et al.*, 2018).

Los pastos son la fuente de alimentación más económica para la ganadería (León *et al.*, 2018). A nivel nacional, el 58.6% de 5'279.614 hectáreas con uso agropecuario corresponde a pastos. El uso del suelo que se maneja a nivel nacional para el desarrollo de potreros cultivados es de 2'381.105 hectáreas que corresponden al 45.06% y de potreros naturales es de 712.747 que corresponden a 13.5% (INEC-ESPAC, 2018).

En la actualidad, el cambio climático está afectando a la producción y productividad agrícola y ganadera, a través del incremento del estrés térmico y de la reducción de la disponibilidad de agua, debido a que las temporadas de lluvias son cada vez más cortas y con reducción en las precipitaciones (IPCC, 2014), lo que contribuye a un desbalance productivo de los pastos y forrajes en el año. Además, la falta de especies forrajeras de buena calidad, adaptadas a las condiciones ambientales prevalecientes en las diversas zonas ganaderas, se señala como uno de los problemas que más limitan el desarrollo de la ganadería, por lo que es necesario identificar variedades de pastos mejoradas que presenten tolerancia y sean capaces de producir forraje en condiciones de sequía estacional, contribuyendo así a mejorar la productividad eficiente de leche en los bovinos de pequeños y medianos productores.

En el Ecuador se ha trabajado realizando estudios de evaluaciones agronómicas con distintas especies y variedades de pastos (mejoradas y naturalizadas), con el propósito de comparar el desarrollo, rendimiento y valor nutricional, para mejorar la calidad del pasto destinado para la alimentación del ganado (Medina, 2009; Velásquez, 2009; Quilligana, 2016). Con estos estudios se ha concluido que cada especie y variedad evaluada tiene un comportamiento y valor nutritivo diferente, a más de diferencias significativas en la adaptación al medio que se afectan con el comportamiento y distribución de las precipitaciones durante el año.

En el estudio realizado por Guacapiña, (2014), en el Programa de Ganadería del INIAP, se determinó el comportamiento agronómico y nutricional de 65 variedades de pastos de la Sierra, donde se tuvo rendimientos promedios en época lluviosa de 2.200 kg MS ha⁻¹ en variedades mejoradas y 1.080 kg MS ha⁻¹ en el kikuyo (pasto naturalizado) y en época seca 1.500 kg MS ha⁻¹ y 600 kg MS ha⁻¹, respectivamente, concluyendo que los pastos son cultivos que se afectan con el comportamiento y distribución de las precipitaciones durante el año.

Por otra parte, en el Ecuador, la teledetección aplicada al desarrollo de las pasturas se ha limitado a escasos trabajos de investigación en pasturas de la Sierra centro norte, donde el uso de los índices espectrales y la relación con plataformas aéreas no tripuladas en pastos reducen notablemente los costos de monitoreo en relación a la agricultura convencional, el uso de geoestadística en la comparación de datos resultantes de sensores remotos determinó que el

análisis mediante plataformas aéreas presenta mejores resultados para la evaluación de las pasturas (Cevallos, 2018).

En lo referido a la calidad nutricional de las pasturas, relacionada con teledetección Gaon, 2018, determinó qué, el uso de radiometría de campo expresado en índices espectrales puede ser usado en el establecimiento de relaciones directas de índices de vegetación y el contenido nutricional de los pastos, correlacionando el grado de madurez de la pastura con la digestibilidad de la misma, estos valores fueron asociados a índices de vegetación, demostrando la gran capacidad que posee el sensoramiento remoto en el análisis durante el desarrollo de las pasturas.

2.1. Objetivo General

Evaluar el comportamiento agronómico, espectral y nutricional de variedades de pastos bajo condiciones climáticas de la sierra centro norte del Ecuador.

2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la adaptabilidad, comportamiento productivo y respuesta espectral en campo de variedades de pastos.
- Evaluar el valor nutritivo de variedades de pastos.
- Identificar variedades promisorias en las diferentes especies de pastos que promuevan la productividad de leche.
- Evaluar el uso eficiente de agua.

3. METODOLOGIA

3.1. Características del sitio experimental

Tabla 1. Características ecológicas, políticas, geográficas y ambientales de la Unidad de Producción de Leche y Pastos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.

Detalle	Característica
Piso altitudinal	Montano
Región altitudinal	Templada
Zona climática	Húmedo – Templado
Provincia	Pichincha
Cantón	Mejía
Parroquia	Cutuglagua
Latitud	00° 22' 00'' S
Longitud	78° 33' 00'' O
Altitud	3058 m
Humedad relativa	79%
Temperatura promedio anual	12 °C
Precipitación media anual época lluviosa	1300 mm
Precipitación media anual época seca	171 mm

Fuente: Cañadas, 1983; INAMHI, 2019.

3.2. Factores en estudio

Variedades de pastos, las cuales fueron agrupadas en 9 especies (Tabla 2).

3.3. Unidad experimental

- Número de repeticiones dentro de cada especie: 3
- Número de tratamientos para Rye grass perenne: 6 variedades
- Número de tratamientos para Rye grass anual: 7 variedades
- Número de tratamientos para Rye grass híbrido: 4 variedades

- Número de tratamientos para Pasto azul: 3 variedades
- Número de tratamientos para Trébol blanco: 2 variedades
- Número de tratamientos para Trébol rojo: 2 variedades
- Número de tratamientos para Llantén: 1 variedad
- Número de tratamientos para Achicoria: 1 variedad
- Número de tratamientos para Kikuyo: 1 variedad
- Número de unidades experimentales: 81
- Área total por parcela: 4 m x 3 m (12 m²)
- Área total de la parcela neta: 10 m²
- Área total del ensayo incluidos caminos: 1285,25 m²

3.4. Tratamientos

Los tratamientos en estudio estuvieron constituidos por las variedades de pastos, los cuales se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Tratamientos a evaluar según la especie

N° Tratamiento	Variiedad	Especies	Nombre científico
T ₁	Albion	Rye grass perenne	<i>Lolium perenne</i>
T ₂	Tetraverde	Rye grass perenne	<i>Lolium perenne</i>
T ₃	Ohau	Rye grass perenne	<i>Lolium perenne</i>
T ₄	Premium	Rye grass perenne	<i>Lolium perenne</i>
T ₅	Pastoral	Rye grass perenne	<i>Lolium perenne</i>
T ₆	Duramas	Rye grass perenne	<i>Lolium perenne</i>
T ₁	Magnun	Rye grass annual	<i>Lolium multiflorum</i>
T ₂	Green leaf	Rye grass annual	<i>Lolium multiflorum</i>
T ₃	Max	Rye grass annual	<i>Lolium multiflorum</i>
T ₄	Pichincha	Rye grass annual	<i>Lolium multiflorum</i>
T ₅	Austral	Rye grass annual	<i>Lolium multiflorum</i>
T ₆	Gulf	Rye grass annual	<i>Lolium multiflorum</i>
T ₇	Tetilia	Rye grass annual	<i>Lolium multiflorum</i>
T ₁	Sabana	Rye gras hibrido	<i>Lolium hybridum</i>
T ₂	Bandito	Rye gras hibrido	<i>Lolium hybridum</i>
T ₃	Tetralite	Rye gras hibrido	<i>Lolium hybridum</i>
T ₄	Shogun	Rye gras hibrido	<i>Lolium hybridum</i>
T ₁	Quick draw	Pasto azul	<i>Dactylis gloerata</i>
T ₂	Potomac	Pasto azul	<i>Dactylis gloerata</i>
T ₃	Baridana	Pasto azul	<i>Dactylis gloerata</i>
T ₁	Ladino gigante	Trébol blanco	<i>Trifolium repens</i>
T ₂	Green	Trébol blanco	<i>Trifolium repens</i>
T ₁	Dynamite	Trébol rojo	<i>Trifolium pratense</i>
T ₂	Oregon	Trébol rojo	<i>Trifolium pratense</i>
T ₁	Tonic	Llantén	<i>Plantago lanceolata</i>
T ₁	Chicory	Achicoria	<i>Cichorium intybus</i>
T ₁		Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i>

Fuente: INIAP, 2021.

3.5. Diseño experimental

Se aplicó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres repeticiones por cada tratamiento.

3.6. Análisis estadístico

Tabla 3. Esquema de ADEVA para las variedades de rye grass perenne.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	17
Tratamientos	5
Repetición	2
Error experimental	10

Fuente: INIAP, 2021.

Tabla 4. Esquema de ADEVA para las variedades de rye grass anual.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	20
Tratamientos	2
Repetición	6
Error experimental	12

Fuente: INIAP, 2021.

Tabla 5. Esquema de ADEVA para las variedades de rye grass híbrido.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	11
Tratamientos	2
Repetición	2
Error experimental	7

Fuente: INIAP, 2021.

Tabla 6. Esquema de ADEVA para las variedades de pasto azul.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	8
Tratamientos	2
Repetición	2
Error experimental	4

Fuente: INIAP, 2021.

Tabla 7. Esquema de ADEVA para las variedades de trébol blanco.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	5
Tratamientos	2
Repetición)	1
Error experimental	2

Fuente: INIAP, 2021.

Tabla 8. Esquema de ADEVA para las variedades de trébol rojo.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	5
Tratamientos	2
Repetición	1
Error experimental	2

Fuente: INIAP, 2021.

Análisis funcional: Se realizó la prueba de Tukey al 5% para los tratamientos dentro de cada especie de pasto que presentó significación estadística. El coeficiente de variación (CV) se expresó en porcentaje.

3.7. Variables evaluadas

Vigor: El vigor de planta se valoró visualmente identificando características como el grosor de tallo y número de macollos por planta. Esto se evaluó antes de cada corte empleando la siguiente escala:

Esquema de Vigor de planta

Valor	Descripción
4	Muy Bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Deficiente

Fuente: Adaptada de Landa, 2019.

Altura de planta: Se seleccionó al azar 10 plantas comprendidas dentro del área útil de cada unidad experimental y se midió desde la base de la planta hasta la punta de la hoja bandera con una cinta métrica. La variable se midió antes de cada corte para determinar el rango de altura promedio registrada en cm.

Rendimiento: Empleando una motoguadaña, se cortó el pasto de cada una de las parcelas de 12 m² (Unidad Experimental), dejando una reserva de 5 cm desde el suelo, para posteriormente pesar todo el pasto cortado y expresarlo en kilogramos de materia verde por parcela y por hectárea. Para evaluar la materia seca se pesó una muestra de 500 g de pasto, la cual fue colocada en una funda plástica sellada para evitar la pérdida de humedad. Se procedió a secar en una estufa con aire forzado a 100 °C durante 12 horas (De La Roza *et al.*, 2012). Para estimar la materia seca se utilizó la siguiente fórmula (Silva, 2011):

Porcentaje de Materia Seca= (peso seco en gramos / peso húmedo en gramos) * 100%

Calidad nutritiva: Se tomó una muestra de un kilogramo de pasto de cada unidad experimental al tercer corte. Las muestras fueron llevadas al laboratorio de Nutrición y Calidad de la EESC para determinar el valor nutricional.

Índices espectrales: Los índices de vegetación son algoritmos efectivos para realizar evaluaciones cuantitativas y cualitativas de las coberturas vegetales de la superficie terrestre, pudiendo analizar el vigor, la dinámica de crecimiento entre otras. Se evaluaron los índices: Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), Índice de vegetación diferencial (DVI); Índice de clorofila verde (CCI); Índice de vegetación de diferencia normalizada verde (GNDVI); Índice de clorofila verde (GCI) e Índice de diferencia de vegetación renormalizada (RDVI); vinculados a los intervalos de aprovechamiento de las pasturas comprendido entre los 30 y 45 días.

Eficiencia del uso de agua: El rendimiento que se obtuvo de cada tratamiento, fue dividido para la cantidad de agua que se utilizó (precipitación) en cada corte y, se expresará en kg ha⁻¹ de rendimiento producido por cada metro cúbico de agua utilizada.

$$EUA = \frac{Y}{AC}$$

Dónde:

EUA = Eficiencia de uso del agua (kg m⁻³).
 Y = Rendimiento (kg ha⁻¹).
 AC = Agua consumida (m⁻³ ha⁻¹).

La información que se obtuvo de la eficiencia del uso del agua correspondieron a cada especie evaluada, para esto se colectaron datos de humedad de suelo mediante el equipo Diviner 2000 con una frecuencia de tres veces por semana. Los datos de precipitación se solicitaron cada mes en la estación meteorológica de INAMHI instalada en la EESC.

3.8. Manejo específico del experimento

a. Análisis de suelo

Para el análisis del suelo se tomó la muestra del lote No. 19 de la Unidad de Apoyo a la Investigación Pecuaria UAIP del Programa de Ganadería. Se recolectaron 10 submuestras a una profundidad de 0,20 m. Posteriormente se mezclaron las muestras y se colectó 1 kg del suelo en una funda plástica limpia, la cual fue correctamente etiquetada. Esta muestra se envió al Departamento de Manejo Suelos y Aguas de la Estación Experimental Santa Catalina para su respectivo análisis químico (INIAP, 2011).

b. Preparación de suelo

Después de 3 semanas se procedió con una labor de arado a una profundidad no mayor de 0,20 m. Una vez que el material vegetal se descompuso, se pasó una rastra de discos y se realizó dos cruces (Rodríguez *et al.*, 2013).

c. Siembra

En cada unidad experimental (12 m²), se sembró las semillas de pastos, dispersando uniformemente las semillas al voleo por cada parcela, finalmente se taparon las semillas utilizando un rastrillo, lo que facilitó que las semillas queden entre 1,5 – 2,0 cm del suelo para protegerles del sol y las lluvias abundantes (Rodríguez *et al.*, 2013). La densidad de siembra fue 45 Kg/ha⁻¹.

d. Fertilización

Se realizaron fertilizaciones de acuerdo a la recomendación que establece el Programa de Ganadería y Pastos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP (Rodríguez *et al.*, 2013).

e. Cortes

El primer corte se realizó aproximadamente a los 90 días después de la siembra a todas las especies, los otros cortes, se realizó dependiendo de la especie en base a los factores fenológicos que tardaron cada planta en estar lista para su nuevo aprovechamiento (Rodríguez *et al.*, 2013).

Los indicativos fenológicos que muestran que las plantas están listas para ser aprovechadas son: Para las especies anuales cuando empezarn a aparecer las primeras inflorescencias y en el caso de especies perennes cuando las plantas legaron a poseer tres hojas por macollo (Rodríguez *et al.*, 2018). Para el pasto azul cuando alcanzó 4 hojas verdaderas estados en el que la composición de nutrientes es muy elevada y la digestibilidad es muy alta (León *et al.*, 2018).

4. RESULTADOS PRELIMINARES

4.1. Rye grass perenne (*Lolium perenne*)

4.1.1. Vigor

La Tabla 9 indica que las seis variedades de rye grass perenne en el análisis de varianza para la variable Vigor de 7 cortes, presentan diferencias significativas ($Pr \leq 0,05$) entre tratamientos y no en repeticiones ($P \geq 0,05$). El promedio en base a la escala de vigor fue 3,17 (bueno) y el coeficiente de variación fue 16,31%.

Tabla 9. Análisis de varianza para vigor de seis variedades de rye grass perenne (*Lolium perenne*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor P
Total	8,50	17			
Tratamiento	5,83	5	1,17	4,38	0,0227 *
Repetición	0,00	2	0,00	0,00	>0,999 ns
Error	2,67	10	0,27		
Promedio	3,17				
CV (%)	16,31				

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

Al realizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 10), para la variable vigor de seis variedades de rye grass perenne se obtuvieron 2 rangos a y b. El tratamiento que presentó el mayor vigor en 7 cortes fue T6 (variedad Duramas) con 4 (Muy bueno). Por el contrario, el tratamiento con menor vigor fue T1 (variedad Albion) con 2,33 (Regular).

Tabla 10. Promedios y pruebas de Tukey al 5% para vigor de seis variedades de Rye grass Perenne (*Lolium perenne*). EESC- Pichincha, 2021.

Tratamientos	Variedades	Promedios	Descripción	Rango
6	Duramas	4,00	Muy bueno	a
4	Premiun	3,67	Bueno	ab
2	Tetraverde	3,33	Bueno	ab
5	Pastoral	3,00	Bueno	ab
3	Ohau	2,67	Regular	ab
1	Albion	2,33	Regular	b

Fuente: INIAP, 2021.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($Pr \leq 0,05$).

4.1.2. Altura de planta

En la Tabla 11 indica que las seis variedades de pastos de rye grass perenne en el análisis de varianza para la variable altura de planta de 7 cortes, presentan diferencias altamente significativas ($Pr \leq 0,01$) entre tratamientos y no presenta significancias ($P \geq 0,05$) para repeticiones. El promedio fue 24,77 cm y el coeficiente de variación fue 11,50%.

Tabla 11. Análisis de varianza para altura de seis variedades de rye grass perenne (*Lolium perenne*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor P
Total	379,11	17			
Tratamiento	289,11	5	57,82	7,12	0,0044**
Repetición	8,78	2	4,39	0,54	0,5986 ns
Error	81,22	10	8,12		
Promedio (cm)	24,77				
CV (%)	11,50				

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

Al analizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 12) para la variable altura de planta de seis variedades de rye grass perenne se obtuvieron 2 rangos a y b. Los valores promedios más altos alcanzados

en los 7 cortes fueron para los tratamientos T6 (variedad Duramas) con 31,67 cm y T5 (variedad Pastoral) con 28,67 cm. Por el contrario, los valores más bajos fueron para T3 (variedad Ohau) y T2 (variedad Tetraverde) con 21,00 cm respectivamente.

Tabla 12. Promedios y prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta de seis variedades de Rye grass perenne (*Lolium perenne*). EESC- Pichincha, 2021.

Tratamientos	Variedades	Promedios (cm)	Rangos
6	Duramas	31,67	a
5	Pastoral	28,67	ab
1	Albion	23,33	b
4	Premiun	23,00	b
2	Tetraverde	21,00	b
3	Ohau	21,00	b

Fuente: INIAP, 2021.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$).

4.1.3. Rendimiento

La Tabla 13 indica que las seis variedades de pastos de Rye grass perenne en el análisis de varianza para la variable Rendimiento promedio en Kilogramos de Materia Seca por hectárea (Kg MS ha^{-1}) de 7 cortes, presenta diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) entre tratamientos y no presenta significancia ($P \geq 0,05$) para repeticiones. El promedio fue $1946,72 \text{ Kg MS ha}^{-1}$ y el coeficiente de variación fue 13,17%.

Tabla 13. Análisis de varianza para Rendimiento promedio (Kg MS ha^{-1}) de seis variedades de Rye grass perenne (*Lolium perenne*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor P
Total	5126081,61	17			
Tratamiento	4436430,28	5	887286,06	13,50	0,0004**
Repetición	32345,44	2	16172,72	0,25	0,7865 ns
Error	32345,44	10	65730,59		
Promedio (Kg MS ha^{-1})	1946,72				
CV (%)	13,17				

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

Al analizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 14) para rendimiento promedio (Kg MS ha^{-1}) de seis variedades de Rye grass perenne, se obtuvieron 4 rangos a, ab, bc y d. Los valores promedios más altos alcanzados en los 7 cortes fueron por los tratamientos T6 (variedad Duramas) con $2859,67$ y T4 (variedad Premiun) con $2344,67 \text{ Kg MS ha}^{-1}$. Por el contrario los valores más bajos fueron para T3 (variedad Ohau) con $1437,33 \text{ Kg MS ha}^{-1}$ y T5 (variedad Pastoral) con $1607,33 \text{ Kg MS ha}^{-1}$.

Los rendimientos obtenidos en este estudio, no se asemejan a los descritos por Villalobos y Sánchez (2010), quienes mencionan en su investigación rendimientos de materia seca pre-pastoreo de $3193 \text{ kg MS ha}^{-1}$ por corte. De acuerdo con (Donaghy & Fulkerson, 2001) el manejo adecuado del pastoreo permite producir grandes cantidades de forraje de alta calidad aprovechable para los animales y que pueda persistir por más tiempo.

Tabla 14. Promedios y prueba de Tukey al 5% para la variable Rendimiento promedio (Kg MS ha⁻¹) de seis variedades de Rye grass perenne (*Lolium perenne*). EESC- Pichincha, 2021.

Tratamientos	Variedades	Promedios (Kg MS ha ⁻¹)	Rangos
6	Duramas	2859,67	a
4	Premiun	2344,67	ab
2	Tetraverde	1768,33	bc
5	Pastoral	1663,00	bc
1	Albion	1607,33	d
3	Ohau	1437,33	d

Fuente: INIAP, 2021.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas (Pr≤0,05).

4.1.4 Calidad nutritiva

La Figura 1 indica los porcentajes de valor nutritivo alcanzados por todos los tratamientos. En lo que se refiere a Humedad, los tratamientos que obtuvieron el mayor porcentaje fueron T6 (variedad Albion) con 76,12% y T3 (variedad Ohau) con 74,84%. Por el contrario los menores valores fueron obtenidos por T1 (variedad Albion) con 73,06% y T4 (variedad Premiun) con 71,55%.

Referente a la Ceniza, los tratamientos que presentaron el mayor porcentaje fueron T4 (variedad Premiun) con 12,34% y T6 (variedad Duramas) con 12,31%. Por el contrario los menores valores fueron obtenidos por T5 (variedad Pastoral) con 9,92% y T1 (variedad Albion) con 9,52%.

En cuanto a Extracto Etéreo los tratamientos que presentaron el mayor porcentaje fueron T4 (variedad Premiun) con 2,98% y T3 (variedad Ohau) con 2,84%. Por el contrario los menores valores fueron obtenidos por T2 (variedad Tetraverde) con 2,68% y T5 (variedad Pastoral) con 2,56%.

Referente a la Proteína, los tratamientos que presentaron el mayor porcentaje fueron T4 (variedad Premiun) con 11,52% y T6 (variedad Duramas) con 10,79%. Por el contrario los menores valores fueron obtenidos por T1 (variedad Albion) con 9,46% y T3 (variedad Ohau) con 8,18%.

En cuanto a Fibra los tratamientos que presentaron el mayor porcentaje fueron T4 (variedad Premiun) con 23,05% y T6 (variedad Duramas) con 22,73%. Por el contrario los menores valores fueron obtenidos por T2 (variedad Tetraverde) con 19,82% y T5 (variedad Pastoral) con 19,48%.

Referente a la Extracto Libre de Nitrógeno, los tratamientos que presentaron el mayor porcentaje fueron T5 (Pastoral) con 57,53% y T3 (variedad Ohau) con 57,48%. Por el contrario los menores valores fueron obtenidos por T6 (variedad Duramas) con 51,45% y T4 (variedad Premiun) con 50,11%.

En cuanto a Fibra Detergente Neutra los tratamientos que presentaron el mayor porcentaje fueron T6 (variedad Duramas) con 46,44% y T4 (variedad Premiun) con 46,85%. Por el contrario los menores valores fueron obtenidos por T2 (variedad Tetraverde) con 39,57% y T5 (variedad Pastoral) con 39,40%.

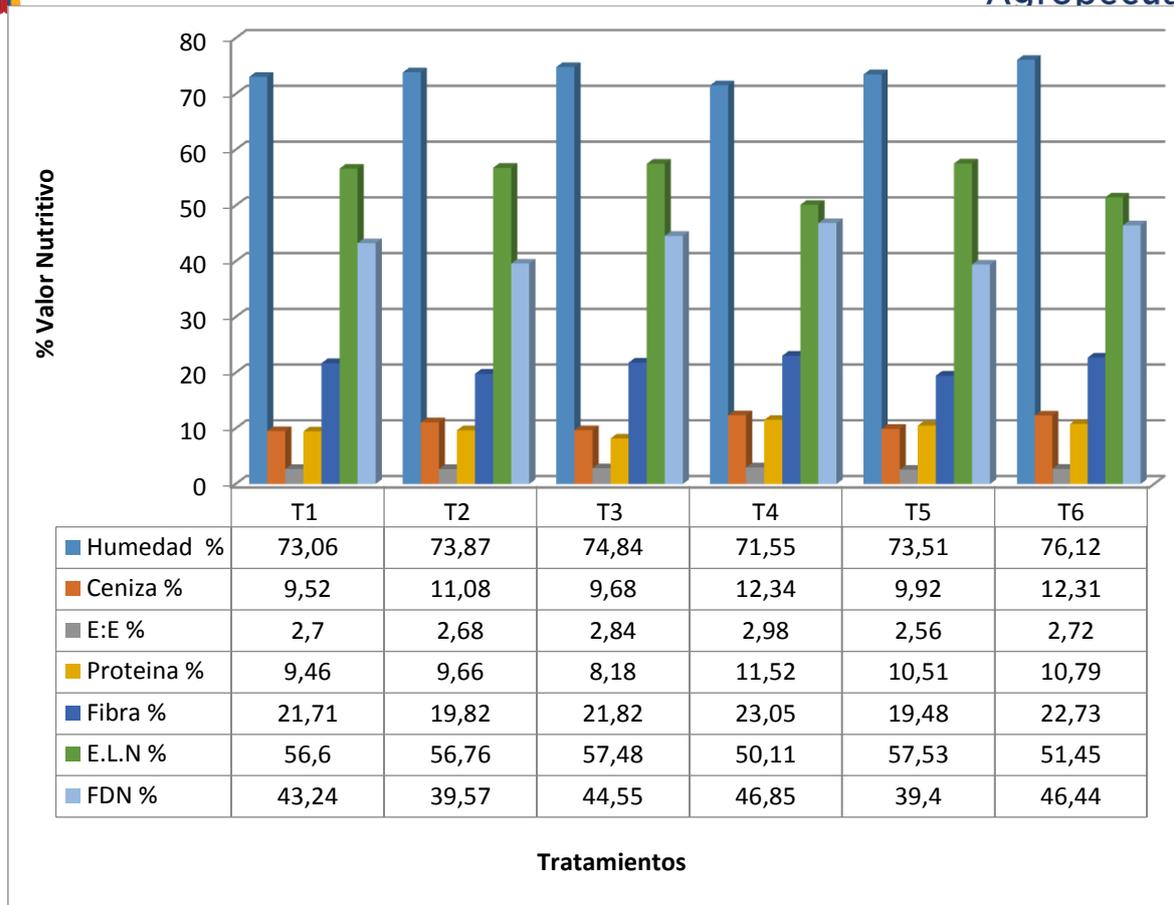


Figura 1. Valor nutritivo y FDN de seis variedades de Rye grass perenne (*Lolium perenne*). EESC-Pichincha, 2021

4.1.5 Índices espectrales

La Tabla 15 indica que las seis variedades de pastos de Rye grass perenne en el análisis de varianza para la variable índices espectrales en los 7 cortes, no presentan diferencias significativas ($P \leq 0,01$) para tratamientos y repeticiones, y si presenta significancias ($P \geq 0,05$) para repetición del índice GCI. El promedio de los 7 cortes fue de 0,85 en NDVI; 45,00 en DVI; 0,80 en GNDVI; 6,11 en RDVI; 8,74 en GCI y 1,75 en CCI. El coeficiente de variación fue de 2,56% para NDVI, 12,96% para DVI, 2,15% para GNDVI, 6,24% para RDVI, 6,89% para GCI y 2,15% para CCI.

Tabla 15. Análisis de varianza para índices espectrales de seis variedades de Rye grass perenne (*Lolium perenne*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	NDVI	DVI	GNDVI	RDVI	GCI	CCI
Total	17						
Tratamiento	5	0,4910 ns	0,3745ns	0,4618 ns	0,3212 ns	0,2018 ns	0,3060 ns
Repetición	2	0.1655ns	0,1169ns	0,1035 ns	0,3560 ns	0,0419*	0,0645 ns
Error	10						
Promedio índice		0,85	45,00	0,80	6,11	8,74	1,75
CV (%)		2,56	12,96	2,15	6,24	6,89	2,15

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

NDVI: Índice de vegetación de diferencia normalizada; DVI: Índice de vegetación diferencial; CCI: Índice de clorofila verde; GNDVI: Índice de vegetación de diferencia normalizada verde; GCI: Índice de clorofila verde y RDVI: Índice de diferencia de vegetación renormalizada.

4.1.6 Eficiencia del uso de agua

La Tabla 16 indica que las seis variedades de pastos de Rye grass perenne en el análisis de varianza para la variable Eficiencia en el uso de agua en los 7 cortes, no presentan diferencias significativas ($P \geq 0,05$) para tratamientos y repeticiones. El promedio de los 7 cortes fue 6,22 kg/m³ y el coeficiente de variación fue 35,14%.

Tabla 16. Análisis de varianza para uso eficiente de agua de seis variedades de Rye grass perenne (*Lolium perenne*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor P
Total	98,56	17			
Tratamiento	14,81	5	2,96	0,62	0,6887 ns
Repetición	35,91	2	17,96	3,75	0,0608 ns
Error	47,83	10	4,78		
Promedio (kg/m³)	6,22				
CV (%)	35.14				

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

4.2. Rye grass anual (*Lolium multitorum*)

4.2.1 Vigor

La Tabla 17 indica que las siete variedades de rye grass anual en el análisis de varianza para la variable Vigor de 7 cortes, presentan diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre tratamientos y no en repeticiones ($P \geq 0,05$). El promedio en base a la escala de vigor fue 3,14 (bueno) y el coeficiente de variación fue 14,17%.

Tabla 17. Análisis de varianza para vigor de siete variedades de rye grass anual (*Lolium multiflorum*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor P
Total	8,57	20			
Tratamiento	5,90	8	0,98	4,96	0,0090 *
Repetición	0,29	2	0,14	0,72	>0,5066 ns
Error	2,38	12	0,20		
Promedio	3,14				
CV (%)	14,17				

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

Al realizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 18), para la variable vigor de siete variedades de rye grass anual (*Lolium multiflorum*) se obtuvieron 3 rangos a, b y c. Los tratamientos que presentaron el mayor vigor en 7 cortes fueron T1 (variedad Magnum) con 4 (Muy bueno) y T5 (variedad Austral) con 3,67(bueno). Por el contrario, los tratamientos con menor vigor fueron T2 (variedad Green leaf) con 2,33 (Regular) y T7 (variedad Tetilia) con 2,67% (Regular).

Tabla 18. Promedios y pruebas de Tukey al 5% para vigor de siete variedades de Rye grass anual (*Lolium multiflorum*). EESC- Pichincha, 2021.

Tratamientos	Variedades	Promedios	Descripción	Rango
1	Magnum	4,00	Muy bueno	a
5	Austral	3,67	Bueno	ab
3	Max	3,33	Bueno	abc
4	Pichincha	3,00	Bueno	abc
6	Gulf	3,00	Bueno	abc
7	Tetilia	2,67	Regular	bc
2	Green leaf	2,33	Regular	c

Fuente: INIAP, 2021.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($Pr \leq 0,05$).

4.2.2. Altura de planta

La Tabla 19 indica que las siete variedades de pastos de rye grass anual en el análisis de varianza para la variable altura de planta de 7 cortes, presentan diferencias altamente significativas ($Pr \leq 0,01$) entre tratamientos y no presenta significancias ($P \geq 0,05$) para repeticiones. El promedio fue 47,00 cm y el coeficiente de variación fue 6,26%.

Tabla 19. Análisis de varianza para altura de planta de siete variedades de rye grass anual (*Lolium multiflorum*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p
Total	958,00	20			
Tratamiento	840,00	6	140,00	16,15	0,0001**
Repetición	14,00	2	7,00	0,81	0,4687 ns
Error	104,00	12	8,67		
Promedio (cm)	47,00				
CV (%)	6,26				

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

Al analizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 20) para la variable altura de planta de siete variedades de rye grass anual se obtuvieron 3 rangos a, b y c. Los valores promedios más altos alcanzados de 7 cortes fueron los tratamientos T1 (variedad Gulf) con 55,33 cm y T5 (variedad Austral) con 52,67 cm. Por el contrario los valores más bajos fueron para T2 (variedad Green leaf) con 36,67 cm y T7 (variedad Tetilia) con 42,67 cm.

Tabla 20. Promedios y prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta de siete variedades de rye grass anual (*Lolium multiflorum*). EESC- Pichincha, 2021.

Tratamientos	Variedades	Promedios (cm)	Rangos
1	Gulf	55,33	a
5	Austral	52,67	a
4	Pichincha	51,00	ab
6	Gulf	48,33	ab
3	Max	43,33	bc
7	Tetilia	42,67	bc
2	Green leaf	36,67	c

Fuente: INIAP, 2021.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($Pr \leq 0,05$).

4.2.3. Rendimiento

La Tabla 21 indica que las siete variedades de pastos de Rye grass anual en el análisis de varianza para la variable Rendimiento promedio en Kilogramos de Materia Seca por hectárea (Kg MS ha⁻¹) de 7 cortes, presentan diferencias altamente significativas ($Pr \leq 0,01$) entre tratamientos y no presenta significancias ($P \geq 0,05$) para repeticiones. El promedio fue 2448,95 Kg MS ha⁻¹ y el coeficiente de variación fue 8,15%.

Tabla 21. Análisis de varianza para Rendimiento promedio (Kg MS ha⁻¹) de siete variedades de Rye grass anual (*Lolium multiflorum*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p
Total	3521926,95	20			
Tratamiento	2658631,62	6	443105,27	11,11	0,0003**
Repetición	384726,95	2	192363,48	4,82	0,290 ns
Error	478568,38	12	39880,70		
Promedio (Kg MS ha⁻¹)	2448,95				
CV (%)	8,15				

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

Al analizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 22) para rendimiento promedio (Kg MS ha⁻¹) de siete variedades de Rye grass anual, se obtuvieron 2 rangos a y b. Los valores promedios más altos alcanzados en los 7 cortes fueron por los tratamientos T1 (variedad Magnum) con 3229,33,67 y T5 (variedad Austral) con 2520,33 Kg MS ha⁻¹. Por el contrario los valores más bajos fueron para T2 (variedad Green leaf) con 2024,00 Kg MS ha⁻¹ y T7 (variedad Tetilia) con 2199,67 Kg MS ha⁻¹.

Tabla 22. Promedios y prueba de Tukey al 5% para la variable Rendimiento promedio (Kg MS ha⁻¹) de seis variedades de Rye grass anual (*Lolium multiflorum*). EESC- Pichincha, 2021.

Tratamientos	Variedades	Promedios (cm)	Rangos
1	Magnum	3229,33	a
5	Austral	2520,33	ab
3	Max	2450,00	ab
4	Pichincha	2441,67	ab
6	Gulf	2277,67	b
7	Tetilia	2199,67	b
2	Green leaf	2024,00	b

Fuente: INIAP, 2021.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($Pr \leq 0,05$).

4.2.4 Calidad Nutritiva

La Figura 2 indica los porcentajes de valor nutritivo alcanzados por todos los tratamientos. En lo que se refiere a Humedad, los tratamientos que obtuvieron el mayor porcentaje fueron T1 (variedad Magnum) con 79,85% y T5 (variedad Austral) con 77,26%. Por el contrario los menores valores fueron obtenidos por T7 (variedad tetilia) con 74,22% y T6 (variedad Gulf) con 74,84%.

Referente a la Ceniza, los tratamientos que presentaron el mayor porcentaje fueron T6 (variedad Gulf) con 9,45% y T7 (variedad Tetilia) y T1 (variedad Magnum) con 9,36% respectivamente. Por el contrario los menores valores fueron obtenidos por T4 (variedad Pichincha) con 8,16% y T3 (variedad Max) con 8,39%.

En cuanto a Extracto Etéreo los tratamientos que presentaron el mayor porcentaje fueron T3 (variedad Max) con 2,49% y T2 (Green leaf) con 2,46%. Por el contrario los menores valores fueron obtenidos por T4 (variedad Pichincha) con 1,89% y T5 (variedad Austral) con 1,95%.

Referente a la Proteína, los tratamientos que presentaron el mayor porcentaje fueron T2 (variedad Green leaf) con 8,62% y T1 (variedad Magnum) con 8,43%. Por el contrario los menores valores fueron obtenidos por T6 (variedad Gulf) con 6,87% y T7 (variedad Tetilia) con 7,48%.

En cuanto a Fibra los tratamientos que presentaron el mayor porcentaje fueron T4 (variedad Pichincha) con 27,65% y T6 (variedad Gulf) con 24,61%. Por el contrario los menores valores fueron obtenidos por T2 (variedad Green leaf) con 17,71% y T7 (variedad Tetilia) con 20,56%.

Referente a la Extracto Libre de Nitrógeno, los tratamientos que presentaron el mayor porcentaje fueron T2 (Green leaf) con 62,31% y T7 (variedad Tetilia) con 60,18%. Por el contrario los menores valores fueron obtenidos por T4 (variedad Pichincha) con 54,72% y T1 (variedad Magnum) con 56,74%.

En cuanto a Fibra Detergente Neutra los tratamientos que presentaron el mayor porcentaje fueron T1 (variedad Magnum) con 42,58% y T5 (variedad Austral) con 40,50%. Por el contrario los menores valores fueron obtenidos por T2 (variedad Green leaf) con 36,50% y T3 (variedad Max) con 38,25%.

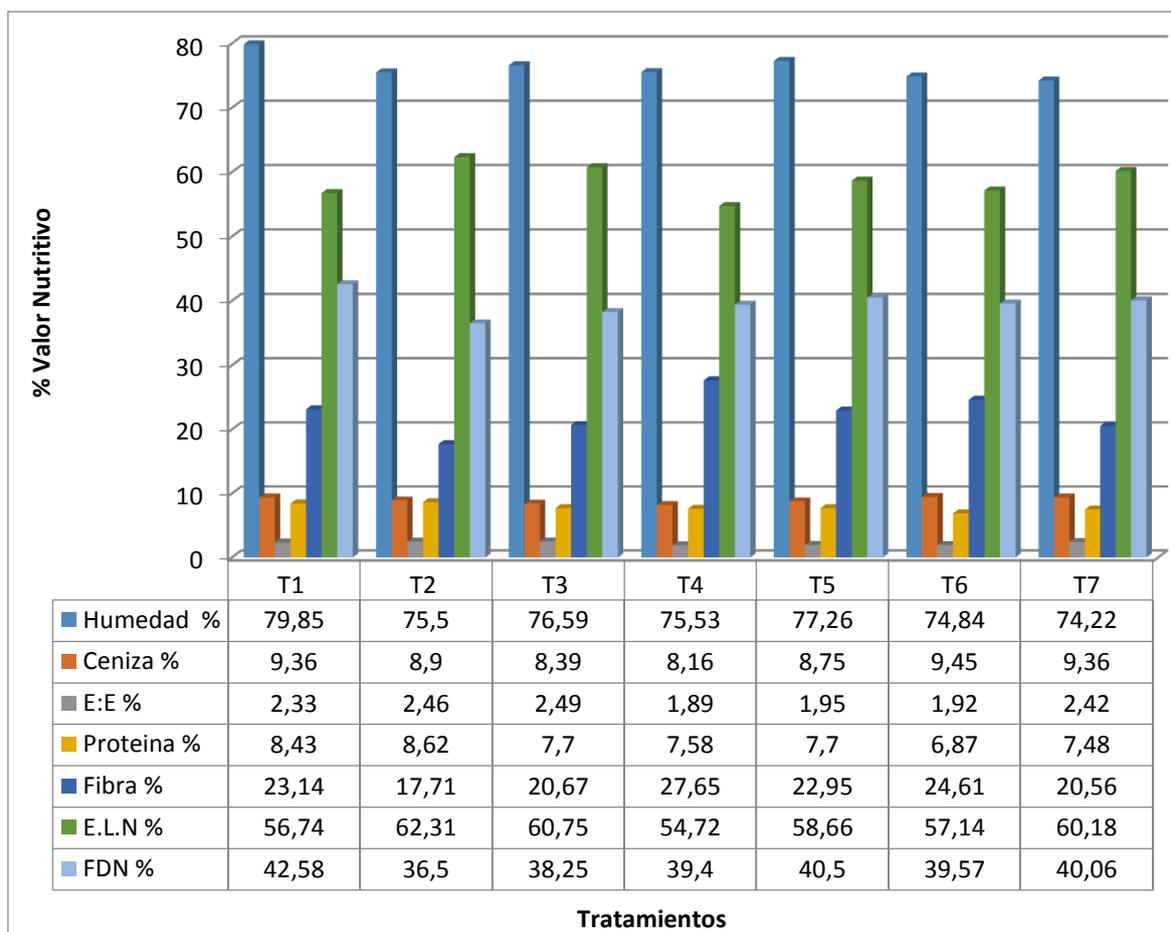


Figura 2. Valor nutritivo y FDN de siete variedades de Rye grass anual (*Lolium multiflorum*). EESC-Pichincha, 2021.

4.2.5 Índices espectrales

La Tabla 23 indica que las siete variedades de pastos de Rye grass anual en el análisis de varianza para la variable índices espectrales de 7 cortes, presentan diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) para tratamientos en el índices CCI y presenta diferencias significativas ($P \geq 0,05$) para tratamientos los índices NDVI, GCI y para repetición el índice GNDVI; no presenta significancias ($P \geq 0,05$) para tratamientos y repeticiones en los índices DVI, GNDVI y RDVII. El promedio de los 7 cortes fue de 0,82 en NDVI; 36,74 en DVI; 0,76 en GNDVI; 5,43 en RDVI; 6,89 en GCI; 1,52 en CCI. El coeficiente de variación fue de 2,03% para NDVI; 11,88% para DVI; 1,92% para GNDVI; 6,73% para RDVI; 6,44% para GCI y 3,11% para CCI.

Tabla 23. Análisis de varianza para índices espectrales de siete variedades de Rye grass anual (*Lolium multiflorum*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	NDVI	DVI	GNDVI	RDVI	GCI	CCI
Total	20						
Tratamiento	6	0,0453*	0.2075 ns	0,0680 ns	0,1447 ns	0,0169*	0,0010**
Repetición	2	0.0585 ns	0,0700 ns	0,0194*	0,1784 ns	0,0050**	0,1158 ns
Error	10						
Promedio Índice		0,82	36,74	0,76	5,43	6,89	1,52
CV (%)		2,03	11,88	1,92	6,73	6,44	3,11

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

NDVI: Índice de vegetación de diferencia normalizada; **DVI:** Índice de vegetación diferencial; **CCI:** Índice de clorofila verde; **GNDVI:** Índice de vegetación de diferencia normalizada verde; **GCI:** Índice de clorofila verde y **RDVI:** Índice de diferencia de vegetación renormalizada.

Al analizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 24) para índices espectrales de siete variedades de Rye grass anual (*Lolium multiflorum*), se obtuvieron 2 rango a y b para NDVI, donde el T2 tiene una media de 0,84 y el T6 con 0,79 por el contrario, los demás tratamientos tienen igual significancia. Para GCI, se obtuvieron 2 rangos a y b, siendo el T7 con mayor media de 7,51; T5 con la más baja de 6.16 y demás comparten mismo rango de significancia. Para CCI se obtuvo 3 rangos a, b y c; los cuales el más alto es para el Te con 1,65 y el mas bajo es para el T5 de 1,39.

Tabla 24. Prueba de Tukey 5% para índices espectrales de siete variedades de Rye grass anual (*Lolium multiflorum*). EESC- Pichincha 2021.

Tratamiento	Variedad	Medias		Medias		Medias	
		NDVI		GCI		CCI	
1	Magnum	0,82	ab	6,76	ab	1,52	abc
2	Green leaf	0,84	b	7,41	ab	1,55	bc
3	Max	0,82	ab	7,28	ab	1,65	c
4	Pichincha	0,80	ab	6,72	ab	1,49	ab
5	Austral	0,81	ab	6,16	a	1,39	a
6	Gulf	0,79	a	6,38	ab	1,48	ab
7	Tetilia	0,83	ab	7,51	b	1,56	bc

Fuente: INIAP, 2021.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$).

4.2.6 Eficiencia del uso de agua

La Tabla 25 indica que las siete variedades de pastos de Rye grass anual en el análisis de varianza para la variable Eficiencia en el uso de agua en los 7 cortes, presentan diferencias altamente significativas ($Pr \leq 0,01$) para repetición y significativas ($P \geq 0,05$) para tratamiento. El promedio de los 7 cortes fue $9,64 \text{ kg/m}^3$ y el coeficiente de variación fue 13,17%.

Tabla 25. Análisis de varianza para uso eficiente de agua de seis variedades de Rye grass perenne (*Lolium anual*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p
Total	103,90	20			
Tratamiento	40,58	6	6,76	4,19	0,0167*
Repetición	43,95	2	21,98	13,62	0,0008**
Error	19,36	12	1,61		
Promedio (kg/m^3)	9,64				
CV (%)	13,17				

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

Al analizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 26) para eficiencia en el uso de agua (kg/m^3) de siete variedades de Rye grass anual, se obtuvieron 2 rangos a y b. Los valores promedios más altos alcanzados en los 7 cortes fueron para el tratamiento T1 (variedad Magnum) con $12,02 \text{ kg/m}^3$. Por el contrario, los valores más bajos fueron para el tratamiento T6 (variedad Gulf) con $7,58 \text{ kg/m}^3$.

Tabla 26. Promedios y prueba de Tukey al 5% para la variable uso eficiente del agua de seis variedades de Rye grass anual (*Lolium multiflorum*). EESC- Pichincha, 2021.

Tratamientos	Variedades	Promedio (kg/m^3)	Rango
6	Gulf	7,58	a
7	Tetilia	8,59	ab
4	Pichincha	9,01	ab
2	Green leaf	9,10	ab
3	Max	10,51	ab
5	Austral	10,69	ab
1	Magnum	12,02	b

Fuente: INIAP, 2021.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($Pr \leq 0,05$).

4.3. Rye grass híbrido (*Lolium hybridum*)

4.3.1 Vigor

La Tabla 27 indica que las cuatro variedades de rye grass híbrido en el análisis de varianza para la variable Vigor de 7 cortes, presentan diferencias significativas ($Pr \leq 0,05$) entre tratamientos y no en repeticiones ($P \geq 0,05$). El promedio en base a la escala de vigor fue 3,33 (bueno) y el coeficiente de variación fue 13,23%.

Tabla 27. Análisis de varianza para vigor de cuatro variedades de rye grass híbrido (*Lolium hybridum*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p
Total	4,67	11			
Tratamiento	3,33	3	1,11	5,71	0,0342 *
Repetición	0,17	2	0,08	0,43	0,6699 ns
Error	1,17	6	0,19		
Promedio	3,33				
CV (%)	13,23				

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

Al realizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 28), para la variable vigor de cuatro variedades de rye grass híbrido se obtuvieron 2 rangos a y b. El tratamiento que presentó el mayor vigor en 7 cortes fue T2 (variedad Bandito) con 4 (Muy bueno). Por el contrario, el tratamiento con menor vigor fue T4 (variedad Shogun) con 2,67 (Regular).

Tabla 28. Promedios y pruebas de Tukey al 5% para vigor de cuatro variedades de Rye grass híbrido (*Lolium hybridum*). EESC- Pichincha, 2021.

Tratamientos	Variedades	Promedios	Descripción	Rango
2	Bandito	4,00	Muy bueno	a
1	Sabana	3,67	Bueno	ab
3	Tetralite	3,00	Bueno	ab
4	Shugon	2,67	Regular	b

Fuente: INIAP, 2021.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$).

4.3.2. Altura de planta

En La Tabla 29 indica que las cuatro variedades de pastos de rye grass híbrido en el análisis de varianza para la variable altura de planta en 7 cortes, presentan diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) entre tratamientos y no presenta para repeticiones ($P \geq 0,05$). El promedio fue 32,33 cm y el coeficiente de variación fue 8,08%.

Tabla 29. Análisis de varianza para altura de planta de cuatro variedades de rye grass híbrido (*Lolium hybridum*). EESC- Pichincha, 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p
Total	590,67	11			
Tratamiento	534,00	3	178,00	26,37	0,0007 **
Repetición	16,17	2	8,08	1,20	0,3651 ns
Error	40,50	6	6,75		
Promedio (cm)	32,33				
CV (%)	8,08				

Fuente: INIAP, 20201

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

Al realizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 30), para la variable altura de planta de cuatro variedades de rye grass híbrido se obtuvieron 2 rangos a y b. El tratamiento que presentó la mayor altura de planta en 7 cortes fue T2 (Variedad Bandito) con 43,67 cm. Por el contrario, el tratamiento con menor altura de planta fue T4 (variedad Shogun) con 26,67 cm.

Tabla 30. Promedios y pruebas de Tukey al 5% para altura de planta de cuatro variedades de grass híbrido (*Lolium hybridum*). EESC- Pichincha, 2021.

Tratamientos	Variedades	Promedios (cm)	Rangos
2	Bandito	43,67	a
1	Sabana	30,33	b
3	Tetralite	28,67	b
4	Shogun	26,67	b

Fuente: INIAP, 2021.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($Pr \leq 0,05$).

4.3.3. Rendimiento

La Tabla 31 indica que las cuatro variedades de pastos de Rye grass híbrido en el análisis de varianza para la variable Rendimiento promedio en Kilogramos de Materia Seca por hectárea (Kg MS ha⁻¹) de 7 cortes, presentan diferencias altamente significativas ($Pr \leq 0,01$) entre tratamientos y no presenta significancias ($P \geq 0,05$) para repeticiones. El promedio fue 2124,25 Kg MS ha⁻¹ y el coeficiente de variación fue 9,45%.

Tabla 31. Análisis de varianza para Rendimiento promedio (Kg MS ha⁻¹) de cuatro variedades de Rye grass híbrido (*Lolium hybridum*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor P
Total	2865008,25	11			
Tratamiento	2496786,75	3	832262,25	20,67	0,0015**
Repetición	384726,95	2	63341,69	1,57	0,2822 ns
Error	126683,38	6	40256,35		
Promedio (Kg MS ha⁻¹)	2124,25				
CV (%)	9,45				

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

Al analizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 32) para rendimiento promedio (Kg MS ha⁻¹) de cuatro variedades de Rye grass híbrido (*Lolium hybridum*), se obtuvieron 2 rangos. El valor promedio más alto alcanzado en los 7 cortes fue por el tratamiento T2 (variedad Bandito) con 2867,33. Por el contrario el valor más bajo fue para T4 (variedad Shogun) con 1628,00 Kg MS ha⁻¹.

Tabla 32. Promedios y prueba de Tukey al 5% para la variable Rendimiento promedio (Kg MS ha⁻¹) de cuatro variedades de Rye grass híbrido (*Lolium hybridum*). EESC- Pichincha, 2021.

Tratamientos	Variedades	Promedios (Kg MS ha ⁻¹)	Rangos
2	Bandito	2867,33	a
1	Sabana	2041,33	b
3	Tetralite	1959,83	b
4	Shogun	1628,00	b

Fuente: INIAP, 2021.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($Pr \leq 0,05$).

4.3.4. Valor nutricional

La Figura 3 indica los porcentajes de valor nutritivo alcanzados por todos los tratamientos. En lo que se refiere a Humedad, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T2 (variedad Bandito) con 81,06%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T3 (variedad Tetralite) con 76,20%.

Referente a la Ceniza, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T3 (variedad Tetralita) con 151,1%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T2 (variedad Bandito) con 9,22%

En cuanto a Extracto Etéreo el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T3 (variedad Tetralite) con 3,39%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T1 (variedad Sabana) con 3,19%.

Referente a la Proteína, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T4 (variedad Shogun) con 10,72%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T2 (variedad Bandito) con 8,31%.

En cuanto a Fibra, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T4 (variedad Shogun) con 24,56%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T1 (variedad Sabana) con 19,77%.

Referente a la Extracto Libre de Nitrógeno, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T1 (variedad Sabana) con 57,11%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T3 (variedad Tetralite) con 49,45%.

En cuanto a Fibra Detergente Neutra, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T3 (variedad Tetralite) con 42,27%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T4 (variedad Shogun) con 36,72%.

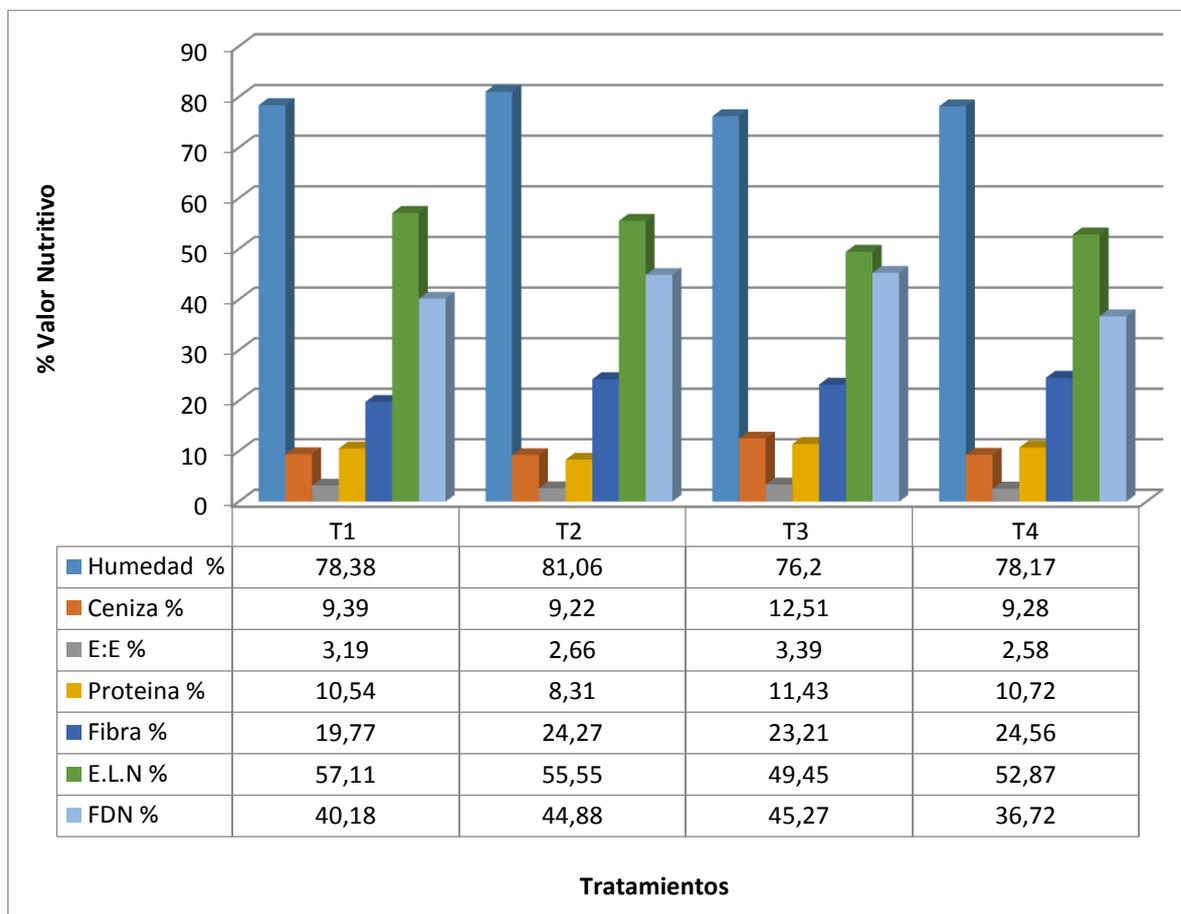


Figura 3. Valor nutritivo y FDN de cuatro variedades de Rye grass hibrido (*Lolium hybridum*). EESC-Pichincha, 2021.

4.3.5. Índices espectrales

La Tabla 33 indica que las cuatro variedades de pastos de Rye grass híbrido en el análisis de varianza para la variable índices espectrales en 7 cortes, presentan diferencias significativas ($P \geq 0,05$) para tratamientos los índices NDVI y GNDVI y para repetición el índice GCI; no presenta significancias ($P \geq 0,05$) para tratamientos y repeticiones en los índices DVI, RDVI y CCI. El promedio de los 7 cortes fue de 0,75 en NDVI; 33,17 en DVI; 0,72 en GNDVI; 4,95 en RDVI; 5,92 en GCI y 1,54 en CCI. El coeficiente de variación fue de 3,04% para NDVI; 11,42% para DVI; 2,34% para GNDVI; 5,41% para RDVI; 8,81% para GCI y 5,87% para CCI.

Tabla 33. Análisis de varianza para índices espectrales de cuatro variedades de Rye grass híbrido (*Lolium hybridum*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	NDVI	DVI	GNDVI	RDVI	GCI	CCI
Total	11						
Tratamiento	3	0,0341*	0,8292 ns	0,0378*	0,3143 ns	0,2018 ns	0,2027 ns
Repetición	2	0,2246ns	0,4647 ns	0,2184 ns	0,2323 ns	0,0419*	0,1819 ns
Error	6						
Promedio Índice		0,75	33,17	0,72	4,95	5,92	1,54
CV (%)		3,04	11,42	2,34	5,41	8,81	5,87

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

NDVI: Índice de vegetación de diferencia normalizada; **DVI:** Índice de vegetación diferencial; **CCI:** Índice de clorofila verde; **GNDVI:** Índice de vegetación de diferencia normalizada verde; **GCI:** Índice de clorofila verde y **RDVI:** Índice de diferencia de vegetación renormalizada.

Al analizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 34) para índices espectrales de cuatro variedades de Rye grass híbrido (*Lolium hybridum*), se obtuvieron 2 rangos a y b para NDVI, los cuales el más alto T4 tiene una media de 0,78 y el más bajo es para el T2 con una media de 0,72. Para GNDVI, se obtuvieron 2 rangos a y b; siendo el T4 con mayor media de 0,74 y T2 con la más baja de 0,60.

Tabla 34. Prueba de Tukey 5% para índices espectrales de variedades de Rye grass híbrido (*Lolium hybridum*). EESC- Pichincha 2021.

Tratamiento	Variedad	Medias NDVI	Medias GNDVI
T1	Sabana	0,74 ab	0,62 ab
T2	Bandito	0,72 a	0,60 a
T3	Tetralite	0,78 ab	0,75 ab
T4	Shugon	0,78 b	0,74 b

Fuente: INIAP, 2021.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$).

4.3.6. Eficiencia del uso de agua

La Tabla 35 indica que las cuatro variedades de pastos de Rye grass híbrido en el análisis de varianza para la variable Eficiencia en el uso de agua en 7 cortes, no presentan diferencias significativas ($P \leq 0,05$) para repeticiones, y presenta diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) para tratamientos. El promedio fue 6,33 kg/m³ y el coeficiente de variación fue 13,23%.

Tabla 35. Análisis de varianza para uso eficiente de agua de seis variedades de Rye grass híbrido (*Lolium hybridum*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor P
Total	48,97	11			
Tratamiento	41,06	3	13,69	19,32	0,0017**
Repetición	3,65	2	1,83	2,58	0,1558 ns
Error	4,97	6	0,71		
Promedio (kg/m³)	6,36				
CV (%)	13.23				

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

Al analizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 36) para eficiencia en el uso de agua (kg/m³) de cuatro variedades de pastos de Rye grass híbrido se obtuvieron 2 rangos a y b. Los valores promedios más altos alcanzados en los 7 cortes fueron por el tratamiento T2 (variedad Bandito) con 9,49. Por el contrario los valores más bajos fueron para T4 (variedad Shugon) con 4,66 kg/m³, T3 (variedad Tetralite) con 5,64 kg/m³ y T1 (variedad Sabana) con 5,65 kg/m³.

Tabla 36. Prueba de Tukey 5% para eficiencia en el uso del agua (kg/m³) Rye grass híbrido (*Lolium hybridum*). EESC- Pichincha 2021.

Tratamientos	Variedades	Promedio(kg/m ³)	Rango
2	Bandito	9,49	a
4	Shugon	4,66	b
3	Tetralite	5,64	b
1	Sabana	5,65	b

Fuente: INIAP, 2021.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$).

4.4. Pasto azul (*Dactylis glomerata*)

4.4.1. Vigor

La Tabla 37 indica que las tres variedades de pasto azul en el análisis de varianza para la variable vigor de 7 cortes, no presentan diferencias significativas ($P \geq 0,05$) entre tratamientos y repeticiones. El promedio en base a la escala de vigor fue 2,33 (Regular) y el coeficiente de variación fue 24,74%.

Tabla 37. Análisis de Análisis de varianza para vigor de tres variedades de pasto azul (*Dactylis glomerata*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p
Total	4,67	8			
Tratamiento	0,00	2	0,00	0,00	0,9999 ns
Repetición	0,17	2	0,33	1,00	0,4444 ns
Error	1,17	4	0,33		
Promedio	2,33				
CV (%)	24,74				

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

4.4.2. Altura de planta

La Tabla 38 indica que las tres variedades de pasto azul en el análisis de varianza para la variable altura de planta de 7 cortes, no presentan diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre tratamientos y repeticiones. El promedio fue 22,66 cm y el coeficiente de variación fue 11,95%.

Tabla 38. Análisis de varianza para altura de planta de tres variedades de pasto azul (*Dactylis glomerata*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p
Total	94,00	8			
Tratamiento	40,67	2	20,33	2,77	0,1756 ns
Repetición	24,00	2	12,00	1,64	0,3025 ns
Error	29,33	4	7,33		
Promedio (cm)	22,66				
CV (%)	11,95				

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

4.4.3. Rendimiento

La Tabla 39 indica que las tres variedades de pasto azul en el análisis de varianza para la variable Rendimiento promedio en Kilogramos de Materia Seca por hectárea (Kg MS ha^{-1}) de 7 cortes, no presentan diferencias significativas ($P \geq 0,05$) y repeticiones. El promedio de siete cortes fue $1324,44 \text{ Kg MS ha}^{-1}$ y el coeficiente de variación fue 23,90%.

Tabla 39. Análisis de varianza para Rendimiento promedio (Kg MS ha^{-1}) de tres variedades de pasto azul (*Dactylis glomerata*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p
Total	1061746,22	8			
Tratamiento	214244,22	2	107122,11	1,07	0,4227ns
Repetición	446657,56	2	223328,78	2,23	0,2237 ns
Error	400844,44	4	100211,11		
Promedio (Kg MS ha^{-1})	1324,44				
CV (%)	23,90				

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

4.4.4. Valor nutricional

La Figura 4 indica los porcentajes de valor nutritivo alcanzados por todos los tratamientos. En lo que se refiere a Humedad, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T3 (variedad Baridana) con 75,58%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T1 (variedad Quick draw) con 69,80%.

Referente a la Ceniza, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T1 (variedad Quick draw) con 18,05%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T2 (variedad Potomac) con 9,83%.

En cuanto a Extracto Etéreo el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T3 (variedad Baridana) con 3,31%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T1 (variedad Quick draw) con 2,57%.

Referente a la Proteína, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T3 (variedad Baridana) con 13,56%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T1 (variedad Quick draw) con 11,28%.

En cuanto a Fibra, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T3 (variedad Baridana) con 24,12%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T1 (variedad Quick draw) con 20,87%

Referente a la Extracto Libre de Nitrógeno, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T2 (variedad Potomac) con 49,99%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T1 (variedad Quick draw) con 47,24%.

En cuanto a Fibra Detergente Neutra, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T2 (variedad Potomac) con 54,49%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T3 (variedad Shogun) con 53,63%.

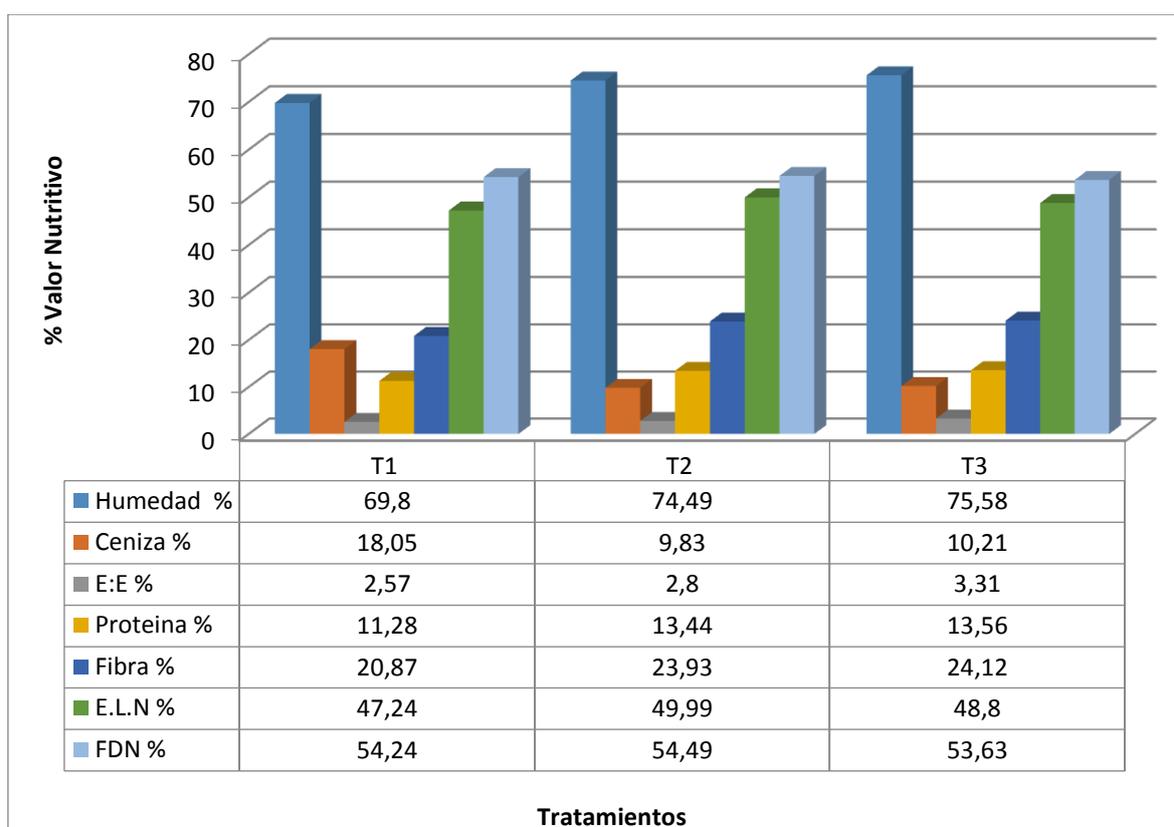


Figura 4. Valor nutritivo y FDN de tres variedades de pasto azul (*Dactylis glomerata*). EESC-Pichincha, 2021.

4.4.5. Índices espectrales

La Tabla 40 indica que las tres variedades de pastos azules en el análisis de varianza para la variable índices espectrales en los 7 cortes, presenta significancias ($P \leq 0,05$) solo para tratamientos en los índices NDVI y repeticiones en NDVI, el resto no presentan diferencias significativas ($P \geq 0,05$). El promedio de los 7 cortes fue de 0,80 en NDVI; 39,53 en DVI, 0,75 en GNDVI; 5,58 en RDVI, 6,28 en GCI y 1,57 en CCI. El coeficiente de variación fue de 2,21% para NDVI; 14,23% para DVI; 2,71% para GNDVI; 7,31% para RDVI; 8,19% para GCI y 5,50% para CCI.

Tabla 40. Análisis de varianza para índices espectrales de tres variedades de pasto azul (*Dactylis glomerata*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	NDVI	DVI	GNDVI	RDVI	GCI	CCI
Total	8						
Tratamiento	2	0,0178*	0,1443 ns	0,2500 ns	0,0786 ns	0,1345 ns	0,0673 ns
Repetición	2	0.0450*	0,2316 ns	0,0845 ns	0,2804 ns	0,0653 ns	0,0528 ns
Error	4						
Promedio Índice		0,80	39,53	0,75	5,58	6,28	1,57
CV (%)		2,21	14,23	2,71	7,31	8,19	5,50

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

NDVI: Índice de vegetación de diferencia normalizada; **DVI:** Índice de vegetación diferencial; **CCI:** Índice de clorofila verde; **GNDVI:** Índice de vegetación de diferencia normalizada verde; **GCI:** Índice de clorofila verde y **RDVI:** Índice de diferencia de vegetación renormalizada.

Al analizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 41) para índices espectrales de tres variedades de Pasto azul (*Dactylis glomerata*), se obtuvieron 2 rangos a y b para NDVI, los cuales el más alto T3 tiene una media de 0,83 y el más bajo es para el T1 con una media de 0,76.

Tabla 41. Prueba de Tukey 5% para índices espectrales de variedades de pasto azul (*Dactylis glomerata*). EESC- Pichincha 2021.

Tratamiento	Variedades	Medias NDVI
1	Quick draw	0,76 a
2	Potomac	0,80 ab
3	Baridana	0,83 b

Fuente: INIAP, 2021.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($Pr \leq 0,05$).

4.4.6. Eficiencia del uso de agua

La Tabla 42 indica que las tres variedades de pastos azul (*Dactylis glomerata*) en el análisis de varianza para la variable Eficiencia en el uso de agua de 7 cortes, no presentan diferencias altamente significativas ($Pr \leq 0,01$) y significativas ($P \leq 0,05$) para tratamientos y repeticiones. El promedio de los seis cortes fue 1,32 Kg/m³ y el coeficiente de variación fue 24,17%.

Tabla 42. Análisis de varianza para uso eficiente de agua de las tres variedades de pastos azul (*Dactylis glomerata*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p
Total	0,79	8			
Tratamiento	0,17	2	0,09	0,86	0,4893ns
Repetición	0,21	2	0,11	1,04	0,4320ns
Error	0,41	4	0,10		
Promedio (Kg/m³)	1,32				
CV (%)	24,17				

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

4.5. Trébol blanco (*Trifolium repens*)

4.5.1. Vigor

La Tabla 43 indica que las dos variedades de trébol blanco en el análisis de varianza para la variable vigor en 7 cortes, no presentan diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre tratamientos y repeticiones. El promedio en base a la escala de vigor fue 2,84 (Regular) y el coeficiente de variación fue 14,41%.

Tabla 43. Análisis de varianza para vigor de dos variedades de trébol blanco (*Trifolium repens*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p
Total	0,83	5			
Tratamiento	0,17	1	1,17	1,00	0,4226 ns
Repetición	0,33	2	0,17	1,00	0,500 ns
Error	0,33	2	0,17		
Promedio	2,84				
CV (%)	14,41				

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

4.5.2. Altura de planta

La Tabla 44 indica que las dos variedades de trébol blanco en el análisis de varianza para la variable altura de planta de 7 cortes, no presentan diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre tratamientos y repeticiones. El promedio fue 20,00 cm y el coeficiente de variación fue 14,14%.

Tabla 44. Análisis de varianza para altura de planta de dos variedades de trébol blanco (*Trifolium repens*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p
Total	44,00	5			
Tratamiento	24,00	1	24,00	3,00	0,2254 ns
Repetición	4,00	2	2,00	0,25	0,8000 ns
Error	16,00	4	8,00		
Promedio (cm)	20,00				
CV (%)	14,14				

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

4.5.3. Rendimiento

La Tabla 45 indica que las dos variedades de trébol blanco (*Trifolium repens*) en el análisis de varianza para la variable Rendimiento promedio en Kilogramos de Materia Seca por hectárea (Kg MS ha^{-1}) de 7 cortes, no presentan diferencias significativas ($P \geq 0,05$) y repeticiones. El promedio de siete cortes fue $1722,42 \text{ Kg MS ha}^{-1}$ y el coeficiente de variación fue 12,03%.

Tabla 45. Análisis de varianza para Rendimiento promedio (Kg MS ha⁻¹) de tres variedades de trébol blanco (*Trifolium repens*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p
Total	1061746,22	5			
Tratamiento	8932,04	1	8932,04	0,21	0,6930ns
Repetición	214338,58	2	107169,29	2,50	0,2860 ns
Error	85846,58	2	42923,29		
Promedio (Kg MS ha⁻¹)	1722,42				
CV (%)	12,03				

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

4.5.4. Valor nutricional

La Figura 5 indica los porcentajes de valor nutritivo alcanzados por todos los tratamientos. En lo que se refiere a Humedad, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T2 (variedad Green) con 85,64%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T1 (variedad Ladino Gigante) con 85,35%.

Referente a la Ceniza, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T2 (variedad Green) con 15,44%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T1 (variedad Ladino Gigante) con 11,08%.

En cuanto a Extracto Etéreo el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T2 (variedad Green) con 2,90%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T1 (variedad Ladino Gigante) con 2,70%.

Referente a la Proteína, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T1 (variedad Ladino Gigante) con 24,83%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T1 (variedad Green) con 21,88%

En cuanto a Fibra, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T2 (variedad Green) con 19,96%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T1 (variedad Ladino Gigante) con 19,87%.

Referente a la Extracto Libre de Nitrógeno, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T1 (variedad Ladino Gigante) con 41,52%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T1 (variedad Green) con 39,82%.

En cuanto a Fibra Detergente Neutra, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T1 (variedad Ladino Gigante) con 34,85%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T2 (variedad Green) con 33,63%.

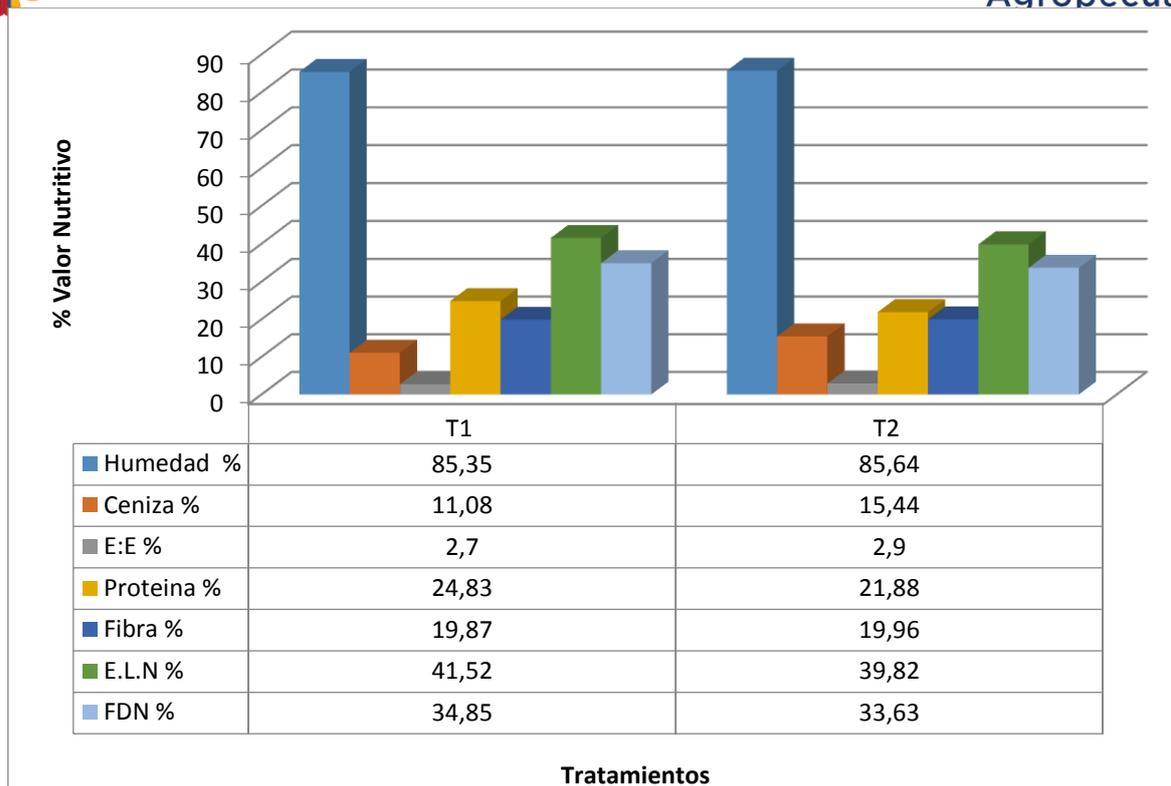


Figura 5. Valor nutritivo y FDN de dos variedades de trébol blanco (*Trifolium repens*). EESC-Pichincha, 2021.

4.5.5. Índices espectrales

La Tabla 46 indica que las dos variedades de trébol blanco en el análisis de varianza para la variable índices espectrales en los 7 cortes, no presentan diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) y presenta significancias ($P \geq 0,05$) para repeticiones los índices DVI y RDVI. El promedio de los 7 cortes fue de 0,83 en NDVI; 29,25 en DVI; 0,78 en GNDVI; 5,97 en RDVI; 7,55 en GCI y 1,78 en CCI. El coeficiente de variación fue de 5,64% para NDVI, 3,29% para DVI, 4,84% para GNDVI, 1,58% para RDVI, 15,41% para GCI y 8,35% para CCI.

Tabla 46. Análisis de varianza para índices espectrales de dos variedades de Trébol blanco (*Trifolium repens*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	NDVI	DVI	GNDVI	RDVI	GCI	CCI
Total	5						
Tratamiento	1	0,4970 ns	0,4864 ns	0,7534 ns	0,3842 ns	0,8994 ns	0,8335 ns
Repetición	2	0,8602 ns	0,0344*	0,8819 ns	0,0270*	0,0653 ns	0,7931 sn
Error	2						
Promedio Indices		0,83	26,25	0,78	5,97	7,55	1,78
CV (%)		5,64	3,29	4,84	1,58	15,41	8,35

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

NDVI: Índice de vegetación de diferencia normalizada; **DVI:** Índice de vegetación diferencial; **CCI:** Índice de clorofila verde; **GNDVI:** Índice de vegetación de diferencia normalizada verde; **GCI:** Índice de clorofila verde y **RDVI:** Índice de diferencia de vegetación renormalizada.

4.5.6. Eficiencia del uso de agua

La Tabla 47 indica que las dos variedades de trébol blanco en el análisis de varianza para la variable Eficiencia en el uso de agua de 7 cortes, no presentan diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) y significativas ($P \geq 0,05$) para tratamientos y repeticiones. El promedio de los seis cortes fue $6,22 \text{ Kg/m}^3$ y el coeficiente de variación fue 35,14%.

Tabla 47. Análisis de varianza para uso eficiente de agua de dos variedades de Trébol blanco (*Trifolium repens*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p
Total	1,36	5			
Tratamiento	0,33	1	0,33	2,20	0,2765 ns
Repetición	0,72	2	0,36	2,38	0,2961 ns
Error	0,30	2	0,15		
Promedio (Kg/m^3)	6,22				
CV (%)	35.14				

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

4.6. Trébol rojo (*Trifolium pratense*)

4.6.1. Vigor

La Tabla 48 indica que las dos variedades de trébol rojo en el análisis de varianza para variable vigor en 7 cortes, no presentan diferencias significativas ($P \geq 0,05$) entre tratamientos y repeticiones. El promedio en base a la escala de vigor fue 3,84 (bueno) y el coeficiente de variación fue 10,68%.

Tabla 48. Análisis de varianza para vigor de dos variedades de trébol rojo (*Trifolium pratense*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor P
Total	0,83	5			
Tratamiento	0,17	1	0,17	1,00	0,4226 ns
Repetición	0,33	2	0,17	1,00	0,5000 ns
Error	0,33	2	0,17		
Promedio	3,84				
CV (%)	10,68				

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

4.6.2. Altura de planta

La Tabla 49 indica que las dos variedades de trébol rojo en el análisis de varianza para la variable altura de planta de 7 cortes, no presentan diferencias significativas ($P \geq 0,05$) entre tratamientos y repeticiones. El promedio fue 26,50 cm y el coeficiente de variación fue 7,70%.

Tabla 50. Análisis de varianza para altura de planta de dos variedades de trébol rojo (*Trifolium pratense*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p
Total	29,50	5			
Tratamiento	0,17	1	0,17	0,04	0,8600ns
Repetición	21,00	2	10,50	2,52	0,2841ns
Error	8,33	4	4,17		
Promedio (cm)	26,50				
CV (%)	7,70				

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

4.6.3. Rendimiento

La Tabla 50 indica que las dos variedades de trébol rojo en el análisis de varianza para la variable Rendimiento promedio en Kilogramos de Materia Seca por hectárea (Kg MS ha^{-1}) de 7 cortes, no presentan diferencias significativas ($P \geq 0,05$) y repeticiones. El promedio de siete cortes fue $2696,25 \text{ Kg MS ha}^{-1}$ y el coeficiente de variación fue 16,17%.

Tabla 50. Análisis de varianza para Rendimiento promedio (Kg MS ha^{-1}) de dos variedades de trébol rojo (*Trifolium pratense*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p
Total	531876,88	5			
Tratamiento	22878,38	1	22878,38	0,12	0,7617ns
Repetición	128868,25	2	64434,13	0,34	0,7468 ns
Error	380130,25	2	190065,13		
Promedio (Kg MS ha^{-1})	2696,25				
CV (%)	16,17				

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

4.6.4. Valor nutricional

La Figura 6 indica los porcentajes de valor nutritivo alcanzados por todos los tratamientos. En lo que se refiere a Humedad, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T1 (variedad Dynamite) con 87,02%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T2 (variedad Ladino Oregon) con 83,51%.

Referente a la Ceniza, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T1 (variedad Dynamite) con 13,34%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T2 (variedad Ladino Oregon) con 11,38%.

En cuanto a Extracto Etéreo el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T1 (variedad Oregon) con 3,01%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T2 (variedad Dynamite) con 2,93%.

Referente a la Proteína, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T1 (variedad Dynamite) con 25,52%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T2 (variedad Oregon) con 31,96%.

En cuanto a Fibra, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T2 (variedad Oregon) con 17,74%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T1 (variedad Ladino Dynamite) con 17,70%.

Referente a la Extracto Libre de Nitrógeno, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T2 (variedad Oregon) con 44,00%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T1 (variedad Dynamite) con 40,43%.

En cuanto a Fibra Detergente Neutra, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T1 (variedad Dynamite) con 35,55%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T2 (variedad Oregon) con 34,42%.

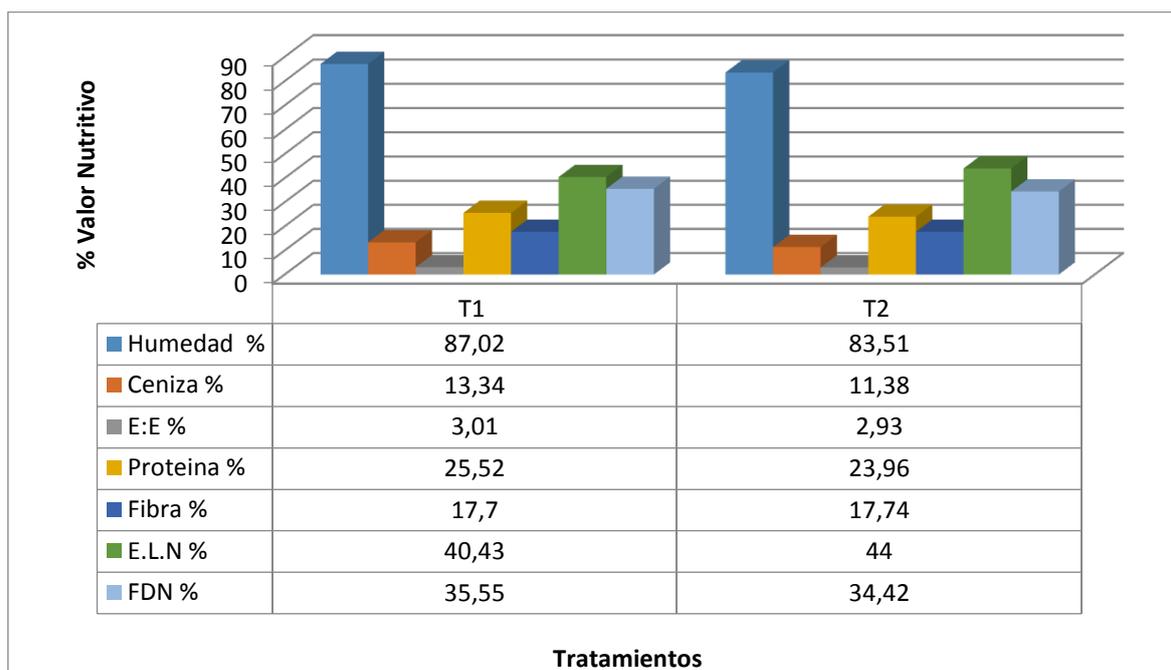


Figura 6. Valor nutritivo y FDN de dos variedades de trébol rojo (*Trifolium pratense*). EESC-Pichincha, 2021.

4.6.5. Índices espectrales

La Tabla 51 indica que las dos variedades de trébol rojo en el análisis de varianza para la variable índices espectrales en los 7 cortes, presentan diferencias altamente significativas ($Pr \leq 0,01$) para tratamientos en los índices NDVI, GNDVI y RDVI y presenta significancias ($P \geq 0,05$) para tratamientos en el índice DVI Y GCI. Para tratamintos en el indice CCI no presenta diferencias. Para repeticiones no hay difernecias significativas. El promedio de los 7 cortes fue de 0,84 en NDVI; 47,85 en DVI; 0,78 en GNDVI; 6,27 en RDVI, 8,10 en GCI; 1,96 en CCI. El coeficiente de variación fue de 1,28% para NDVI; 6,17% para DVI; 1,05% para GNDVI; 2,05% para RDVI; 5,43% para GCI y 2,91% para CCI.

Tabla 51. Análisis de varianza para índices espectrales de dos variedades de trébol rojo (*Trifolium pretense*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	NDVI	DVI	GNDVI	RDVI	GCI	CCI
Total	5						
Tratamiento	1	0,0099**	0,0193*	0,0085**	0,0051**	0,0408*	0,0551ns
Repetición	2	0,3338 ns	0,3105 ns	0,2385 ns	0,1646 ns	0,2852 ns	0,1865 ns
Error	2						
Promedio Índice		0,84	47,85	0,78	6,27	8,10	1,96
CV (%)		1,28	6,17	1,05	2,05	5,43	2,91

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

NDVI: Índice de vegetación de diferencia normalizada; DVI: Índice de vegetación diferencial; CCI: Índice de clorofila verde; GNDVI: Índice de vegetación de diferencia normalizada verde; GCI: Índice de clorofila verde y RDVI: Índice de diferencia de vegetación renormalizada.

Al analizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 52) para índices espectrales de dos variedades de Trébol rojo (*Trifolium pratense*), se obtuvieron 2 rangos a y b para NDVI, DVI, GNDVI, RDVI y GCI; los cuales comparten el mismo rango, el más alto es para T2 y el rango más bajo es para el T1

Tabla 52. Prueba de Tukey 5% para índices espectrales de dos variedades de Trébol rojo (*Trifolium pratense*). EESC- Pichincha 2021.

Tratamiento	Variedad	Medias	Medias	Medias	Medias	Medias
		NDVI	DVI	GNDVI	RDVI	GCI
T1	Dynamyte	0,80 a	39,31 a	0,74 a	5,54 a	1,24 a
T2	Oregon	0,88 b	56,40 b	0,82 b	7,00 b	8,96 b

Fuente: INIAP, 2021.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($Pr \leq 0,05$).

4.6.6. Eficiencia del uso de agua

La Tabla 53 indica que las dos variedades de trébol rojo en el análisis de varianza para la variable Eficiencia en el uso de agua en los 7 cortes, no presentan diferencias altamente significativas ($Pr \leq 0,01$) y significativas ($P \geq 0,05$) para tratamientos y repeticiones. El promedio de los 7 cortes fue 2,68 kg/m³ y el coeficiente de variación fue 5,04%.

Tabla 53. Análisis de varianza para uso eficiente de agua de dos variedades de Trébol rojo (*Trifolium pratense*). EESC- Pichincha 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor P
Total	0,58	5			
Tratamiento	0,28	1	0,28	6,80	0,1209 ns
Repetición	0,21	2	0,11	2,59	0,2785 ns
Error	0,08	2	0,04		
Promedio (kg/m³)	2,68				
CV (%)	5,04				

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

4.7. Llantén (*Plantago lanceolata*)

4.7.1. Vigor

El vigor en 7 cortes del Llantén variedad Tonic en base a la escala fue de 3 (bueno) lo que nos indica que es una planta vigorosa.

4.7.2. Altura de planta

La altura de planta promedio de 7 cortes del Llantén (*Plantago lanceolata*), variedad Tonic fue de 28,00 cm.

4.7.3. Rendimiento

El rendimiento de materia seca por hectárea en 7 cortes fue de 2173,33 Kg MS ha⁻¹

4.7.4. Valor nutricional

El valor nutricional fue: 79,47% Humedad; 13,25% Ceniza; 1,50% E.E; 13,80 % Proteína; 23,61% Fibra; E.L.N 47,85 y 25,55% FDN.

4.7.5. Índices espectrales

Los índices espectrales de los 7 cortes fueron de 0,83 en NDVI; 38,56 en DVI; 0,77 en GNDVI; 5,60 en RDVI; 7,25 en GCI y 1,83 en CCI.

4.7.6. Eficiencia del uso de agua

La eficiencia de uso de agua fue de 2,63 kg/m³.

4.8. Achicoria (*Chicorium intybus*)

4.8.1. Vigor

El vigor en 7 cortes de la Achicoria variedad Tonic en base a la escala fue de 3.33 (bueno) lo que nos indica que es una planta vigorosa.

4.8.2. Altura de planta

La altura de planta promedio de 7 cortes de la Achicoria variedad Tonic fue de 19,00 cm.

4.8.3. Rendimiento

El rendimiento de materia seca por hectárea en 7 cortes fue de 1624,42 Kg MS ha⁻¹.

4.8.4. Valor nutricional

El valor nutricional fue: 79,47% Humedad; 13,25% Ceniza; 1,50% E.E; 13,80 % Proteína; 23,61% Fibra; E.L.N 47,85 y 28,62% FDN.

4.8.5. Índices espectrales

Los índices espectrales de los 7 cortes fueron de 0,82 en NDVI; 41,86 en DVI; 0,75 en GNDVI; 5,78 en RDVI; 6,28 en GCI y 1,60 en CCI.

4.8.6. Eficiencia del uso de agua

La eficiencia de uso de agua fue de 1,71 kg/m³.

4.9. Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)

4.9.1. Vigor

El vigor de 7 cortes del Kikuyo, en base a la escala fue de 3 (bueno) lo que nos indica que es una planta vigorosa.

4.9.2. Altura de planta

La altura de planta promedio de 7 cortes del Kikuyo fue de 25,00 cm.

4.9.3. Rendimiento

El rendimiento de materia seca por hectárea en 7 cortes fue de 2502,00 Kg MS ha⁻¹

4.9.4. Valor nutricional

El valor nutricional fue: 78,52% Humedad; 10,72% Ceniza; 2,51% E.E; 14,05 % Proteína; 33,94% Fibra; E.L.N 38,78 y 58,75% FDN.

4.9.5. Índices espectrales

Los índices espectrales de los 7 cortes fueron de 0,80 en NDVI; 36,30 en DVI; 0,75 en GNDVI; 5,37 en RDVI; 7,25 en GCI y 1,75 en CCI.

4.9.6. Eficiencia del uso de agua

La eficiencia de uso de agua fue de 2,09 kg/m³.

5. CONCLUSIONES

Se concluye que las variedades de pasto de las especies evaluadas de rye grass perenne, rye grass anual, rye grass híbrido, pasto azul, trébol blanco, trébol rojo, llantén, achicoria y kikuyo presentaron un comportamiento agronómico y valor nutricional diferente, bajo las condiciones climáticas de la sierra centro norte del Ecuador.

La mayor altura de planta, vigor y rendimiento forrajero se presentó en las variedades de rye grass perenne Duramas, rye grass anual Gulf y Magnum, rye grass híbrido Bandito, pasto azul Potomac, trébol blanco Ladino gigante y trébol rojo Dynamite.

El Llantén, la Achioria y kikuyo, mostraron un vigor bueno, lo que nos indica que son plantas vigorosas que pueden producir buena cantidad de biomasa.

Los índices empleados (NDVI, DVI, CCI, GNDVI, GCI), presentan diferencias según las variedades en las especies, no todos reaccionan de igual forma durante los 7 cortes de las pasturas.

Entre variedades de las especies se presentan diferencias estadísticas con respecto al uso eficiente del agua, con excepción del rye grass perenne, pasto azul, trébol blanco y trébol rojo.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar las variedades de pastos bajo otras condiciones de clima y de suelo de la serranía ecuatoriana, para determinar la adaptabilidad, comportamiento productivo e índices espectrales.

7. LITERATURA CITADA

Cañadas, L. (1983). El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. Programa Nacional de Regionalización -PRONAREG- y Ministerio de Agricultura y Ganadería -MAG. Quito, Ecuador.

Cevallos et al., "A NDVI Analysis Contrasting Different Spectrum Data Methodologies Applied in Pasture Crops Previous Grazing – A Case Study from Ecuador," 2018 International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG), Ambato, 2018, pp. 126-135.

De la Roza, B., Martínez, A y Argentería, G. (2012). Determinación de materia seca en pastos y forrajes a partir de la temperatura de secado para análisis. p.19.

Gaon, S. (2018). Contraste de los índices de vegetación por radiometría en relación a la digestibilidad in situ de dos gramíneas forrajeras. Universidad de Fuerzas Armadas ESPE. Sangolquí Ecuador. pp. 91.

Gonzales, K. (2017). Pastos y forrajes. Valor nutricional. p. 2-3.

Guacapiña, A. (2014). Evaluación del comportamiento agronómico y nutricional de 65 variedades de pastos de la sierra. Tesis previa para la obtención del título de Ingeniero Agropecuario. IASA I. ESPE. p. 55- 87.

INAMHI. (2019). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Estadística Climatológica. Datos meteorológicos correspondientes al periodo Enero-Diciembre 2019. Estación Izobamba. Mejía, Ecuador..

INEC-ESPAC. (2018). Visualizador de estadísticas y censos. Informe Ejecutivo.

INIAP. (2011). Tríptico para la toma de muestras para análisis de suelos, laboratorio de suelos. Estación Experimental Central de la Amazonía. Centro de Investigations y Capacitation. p.1-2

IPCC. (2014). Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. p. 1435.

Medina, C. (2009). Evaluación morfológica y nutricional de cinco variedades de rye grass bianual en lugares representativos de las zonas ganaderas de leche en las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Cotopaxi. p. 66-69.

Landa, M. (2019). Evaluación del efecto del ácido acetilsalicílico en el comportamiento productivo de siete especies forrajeras. Tesis previa para la obtención del título de Ingeniero Agropecuario. IASA I. ESPE. p. 32-43.

León, R., Bonifaz, N. y Gutiérrez F. (2018). Pastos y Forrajes del Ecuador. Siembra y producción de pasturas. 1era Edición. Editorial Universitaria Abya-Yala Quito, Ecuador.

Rodríguez, L., Clavijo F., Llanagrí, P. y Godoy A. (2013). Manejo de pastos para pequeños y medianos productores en la sierra centro del Ecuador. Programa Nacional de Ganadería. Quito, Ecuador.

Quillagana, S. (2016). Comparación productiva de tres cultivares de rye grass perenne (Lolium perenne) en términos de producción y calidad, Tambillo- Ecuador. p. 27-32.

Silva, N. (2011). ¿Cómo medir la materia seca de los forrajes ensilados? Tulare, California.

Velásquez, P. (2009). Evaluación morfológica y nutricional de cinco variedades de rye grass bianual en lugares representativos de las zonas de producción de leche de las provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha. p. 66-69.

A2: Identificación de las proporciones de leguminosas asociadas con gramíneas forrajeras que contribuyan al mejoramiento de los sistemas de producción lechera de la serranía ecuatoriana.

(Protocolo aprobado el 26 de mayo del 2020 por Comité técnico - Memorando Nro. INIAP-EESC_DIR-2020-0636-MEM)

1. ANTECEDENTES

Uno de los sectores productivos y económicos más importante en el Ecuador es el agropecuario, dentro del cual se destaca la ganadería como una actividad fundamental que genera empleo y es la fuente de ingresos principalmente para pequeños y medianos ganaderos (Clavijo, 2015). Esta actividad, también, contribuye a la seguridad alimentaria nacional (León et al., 2018).

Según datos del ESPAC-INEC (2018), la población bovina en el Ecuador asciende a 4.1 millones cabezas de ganado, la misma que se desarrolla aproximadamente en 3.1 millones de hectáreas, de las cuales, el 77% (2.39 millones) son pastos cultivados y el resto son pasturas naturales. Esta significativa proporción se explica porque el pasto constituye la principal fuente de alimentación más económica, tanto para el ganado lechero y ganado de carne que se crían en el país.

El 51.99% de la producción de ganado bovino en el Ecuador es llevada a cabo por pequeños ganaderos, el 38.15% por medianos y el 9.86% por grandes (CIMNE-INNER-INIAP, 2017). La mayor producción se encuentra en manos de pequeños y medianos ganaderos y sus sistemas productivos se desarrollan en ambientes deficientes de nutrientes, particularmente de nitrógeno (N), con escaso manejo de pastoreo, mala calidad del forraje y baja carga animal, que usualmente son menores que una vaca por hectárea, lo que hacen que su productividad, tanto lechera como cárnica sea baja (Clavijo, 2015). Esta baja productividad también está asociada con ciertas amenazas que la hacen insostenible, las principales son: (1) pérdidas de suelo y riesgos de desertificación; (2) aumento de contaminantes y de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) como Metano (CH₄), por fermentación entérica y por el suelo; por Óxido Nitroso (N₂O) emitido desde el suelo a partir de N edáfico o de excretas; y Dióxido de Carbono (CO₂) por cambio de uso de la tierra; y (3) extensión de la frontera agropecuaria (Foley et al., 2011).

Las actividades agropecuarias y prácticas agrícolas relacionadas, contribuyen con una parte importante del total nacional de las emisiones de GEI de muchos países (Janzen et al., 2006). En el caso de Ecuador, entre 1994 y 2012 el sector agrícola ha sido la principal fuente de emisiones de N₂O a escala nacional (95.70%). Las emisiones de N₂O son causadas principalmente por el uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos (MAE, 2017).

En la región de la serranía ecuatoriana se requiere promover actividades que ayuden al incremento de la producción lechera y la prevención y mitigación de efectos ambientales indeseables de las actividades ganaderas, a través del adecuado manejo de la nutrición de los animales mediante el uso de leguminosas forrajeras, las mismas que provee un mejoramiento en la fertilidad del suelo, aumenta la sostenibilidad del sistema productivo por su aporte gratis de N, a través de su fijación biológica de la atmósfera (FBN) que se estima entre 40 y 170 kg N ha⁻¹ año⁻¹, equivalente al aplicar entre 1,7 y 7,4 sacos de urea cada año (Anglade et al., 2015) y por la mejora de la oferta forrajera, del valor nutritivo y valor alimenticio de las pasturas que pueden ser aprovechados por la naturaleza digestiva de los rumiantes.

Por lo tanto, para revertir esta situación, las leguminosas forrajeras cumplen un papel importante ya que además de ser una alternativa como fuente de proteína y mejorar la productividad animal, también aportan tomando el N libre y fijándolo al suelo (Calderón, 2016). Esto contribuye a

mejorar la producción ganadera y al aumento en la eficiencia de uso del carbono y calidad nutritiva de los pastizales (Carrero, 2012).

Con este estudio, se busca demostrar el beneficio de la inclusión de leguminosas en las pasturas, como una alternativa viable para mejorar la productividad animal en los sistemas ganaderos de pequeños y medianos productores de leche de la serranía ecuatoriana, así como también se podría reducir la intensidad de emisiones de GEI, ya que hay una menor emisión de metano entérico y posibles incrementos en el almacenaje de carbono en el suelo, con los consiguientes efectos benéficos sobre la capa de ozono.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Identificar las proporciones de leguminosas asociadas con gramíneas forrajeras que contribuyan al mejoramiento de los sistemas de producción lechera de la serranía ecuatoriana.

2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de cuatro proporciones de leguminosas en asocio con gramíneas sobre el impacto en el suelo, calidad de forraje y productividad animal.

3. METODOLOGIA

3.1. Características del sitio experimental

Tabla 1. Características ecológicas, políticas, geográficas y ambientales de la Unidad de Producción de Leche y Pastos de la Estación Experimental Santa Catalina (Pichincha)

Detalle	Característica
Piso altitudinal	Montano
Región altitudinal	Templada
Zona climática	Húmedo - Templado
Provincia	Pichincha
Cantón	Mejía
Parroquia	Tambillo
Latitud	00° 25' 56.23'' S
Longitud	78° 34' 24.71'' O
Altitud	2901 m
Humedad relativa	79%
Temperatura promedio anual	12 °C
Precipitación promedio anual	1300 mm

Fuente: INAMHI, 2020

3.2. Factores en estudio

Los factores en estudio fueron cuatro proporciones de leguminosas en asociación con gramíneas mismas que se presentan en la Tabla 2

3.3. Unidad experimental

- Número de repeticiones: 3
- Número de tratamientos: 4
- Número de unidades experimentales (parcelas): 12
- Área total por parcela: 361 m²
- Área total de laparcela 400 m² (20m x 20 m)
- Área total del experimento: 2800 m²

3.4. Tratamientos

Los tratamientos estuvieron constituidos por las cuatro proporciones de leguminosas y gramíneas asociadas, representadas en porcentaje % (Tabla 2).

Tabla 2. Tratamientos en estudio de la identificación de las proporciones de leguminosas asociadas con gramíneas forrajeras que contribuyan al mejoramiento de los sistemas de producción lechera de la serranía ecuatoriana.

Tratamiento	Descripción
T ₁	0% Trébol blanco y 100 % de Rye grass perenne
T ₂	10% Trébol blanco y 90 % de Rye grass perenne
T ₃	20% Trébol blanco y 80 % de Rye grass perenne
T ₄	30% Trébol blanco y 70 % de Rye grass perenne

Fuente: INIAP 2020.

3.5. Diseño experimental

Se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones.

3.5. Análisis estadístico

Tabla 3. Esquema de ADEVA para las variedades de rye grass perenne.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	11
Tratamientos	3
Repeticición	2
Error experimental	6

Fuente: INIAP, 2020

3.6. Variables evaluadas

Rendimiento: Se evaluó el rendimiento en cada parcela neta antes de cada pastoreo empleando un cuadrante metálico de 0.25 m² (0.50 m x 0.50 m) para registrar el peso promedio de rendimiento y estimarlo en kg MV ha⁻¹ en cada aprovechamiento (Pineda, 2003). Para evaluar la materia seca se pesó una muestra de 500 g de pasto, la cual se colocó en una funda plástica sellada para evitar la pérdida de humedad. Se procedió a secar en una estufa con aire forzado a 100° C durante 12 horas. Para estimar la materia seca se utilizó la siguiente fórmula (Silva, 2011):

Porcentaje de materia seca= (peso seco en gramos / peso húmedo en gramos) x 100%

Calidad forrajera: Se tomó una muestra de un kilogramo de pasto de cada unidad experimental en época seca. Las muestras fueron llevadas al laboratorio de Nutrición y Calidad de la E.E.S.C. para determinar el valor nutricional.

Productividad animal: En cada aprovechamiento, se puso a pastorear 2 animales en producción de raza Holstein (PV 540 Kg aproximadamente) entre 2 y 4 partos de segundo tercio de lactancia para cada tratamiento durante un periodo experimental de 2 días. Para esta prueba los animales se sometieron previamente a pastorear en praderas de pasturas solo con gramíneas para que no haya ninguna influencia en la producción de leche al momento de pastorear las parcelas en estudio (Castro et al., 2008). La cantidad de leche se midió diariamente en los animales que se emplearon en cada unidad experimental, expresada como litros por vaca por día (l vaca⁻¹día⁻¹) (Castro et al., 2008). La información obtenida fue tabulada y analizada estadísticamente.

3.7. Manejo específico del experimento

a. Análisis de suelo

Para el análisis del suelo se tomó la muestra del lote del N. 31. Se recolectaron 10 submuestras a una profundidad de 20 cm. Posteriormente se mezclaron las muestras y se colectó 1 kg del suelo en una funda plástica limpia, la cual fue correctamente etiquetada. Esta muestra se envió al Departamento de Manejo Suelos y Aguas de la Estación Experimental Santa Catalina para su respectivo análisis químico (INIAP, 2011).

b. Preparación del suelo

Para la preparación del suelo se inició aplicando herbicida (Glifosato 2 l ha⁻¹), con el propósito de controlar efectivamente posibles contaminaciones con otras especies. Después de 3 semanas se procedió con una labor de arado a una profundidad no mayor de 0,20 m. Una vez que el material vegetal se descompuso, se pasó una rastra de discos realizando dos cruces (Rodríguez et al., 2013).

c. Delimitación de parcelas

Se delimitaron 12 parcelas experimentales con las siguientes dimensiones; 20 m de ancho por 20 m de largo siendo cada parcela de 400 m².

d. Siembra

Las semillas fueron distribuidas uniformemente al voleo en forma manual en cada parcela (400 m²), finalmente se realizó el tapado de las semillas utilizando un rastrillo permitiendo que la semillas queden entre 1.5 - 2.0 cm del suelo para protegerlas del sol y de las lluvias abundantes (Rodríguez et al., 2013).

e. Fertilización

Se realizaron fertilizaciones de fondo, desarrollo y mantenimiento del experimento de acuerdo a la recomendación que establece el Programa de Ganadería y Pastos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP. Para la siembra se aplicó por hectárea 3 sacos de 18-46-0; para el desarrollo 2 sacos de urea a los 45 días después de la siembra y para el mantenimiento 2 sacos de 15-15-15 cada dos cortes; un saco de sulfato de calcio, un saco de sulfato de magnesio y un saco de bórax cada seis meses.

f. Corte de igualación

Se realizó un corte de igualación aproximadamente a los 70 días después de la siembra con la ayuda de una motoguadaña dejando un residual de 5 cm, con el fin de que haya un rebrote vigoroso para el pastoreo y a la vez que se controle las malezas.

g. Pastoreo

Se realizó el pastoreo directo entre los 30 a 35 días, esto dependió del estado fenológico que tardó cada planta en estar lista para su nuevo aprovechamiento (León et al., 2018). Para el rye grass perenne cuando alcanzó tres hojas por macollo y en el trébol blanco cuando empezó a aparecer las primeras inflorescencias. En estos estados la composición de nutrientes es muy elevada y la digestibilidad es muy alta (Rodríguez et al., 2013).

4. RESULTADOS PRELIMINARES

4.1. Rendimiento

En La Tabla 4 indica que las cuatro proporciones de leguminosas y gramíneas en el análisis de varianza para la variable rendimiento, no presentan diferencias significativas ($P \geq 0,05$) entre tratamientos y repeticiones El promedio fue 3395.86 Kg MS ha⁻¹ y el coeficiente de variación fue 10,48%.

Tabla 4. Análisis de varianza para la variable rendimiento de cuatro proporciones de leguminosas y gramíneas asociadas.EESC- Pichincha, 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p
Total	1661772,92	11			
Tratamiento	683976,92	3	227992,31	1,80	0,2473 ns
Repetición	217802,67	2	108901,33	0,86	0,4696 ns
Error	759993,33	6	126665,56		
Promedio (KgMS ha⁻¹)	3395,58				
CV (%)	10,48				

Fuente: INIAP, 2020.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

4.2. Calidad Forrajera

La Figura 1 indica los porcentajes de valor nutritivo alcanzados por todos los tratamientos. En lo que se refiere a Humedad, el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje fue T4 (30% Trébol blanco y 70 % de Rye grass perenne) con 85,26%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T2 (10% Trébol blanco y 90 % de Rye grass perenne) con 83,17%.

Referente a Referente a la Ceniza, el tratamiento que presentó el mayor porcentaje fue T4 (30% Trébol blanco y 70 % de Rye grass perenne) con 13,64%. Por el contrario menor valor fue obtenido por T2 (10% Trébol blanco y 90 % de Rye grass perenne) con 8,94%.

En cuanto a Extracto Etéreo el tratamiento que presentó el mayor porcentaje fue T3 (20% Trébol blanco y 80 % de Rye grass perenne) con 2,62%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T4 (30% Trébol blanco y 70 % de Rye grass perenne) con 2,48%.

Referente a la Proteína, el tratamiento que presentó el mayor porcentaje fue T4 (30% Trébol blanco y 70 % de Rye grass perenne) con 15,86%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T1 (0% Trébol blanco y 100 % de Rye grass perenne) con 8,75%.

En cuanto a Fibra el tratamiento que presentó el mayor porcentaje fue T1 (0% Trébol blanco y 100 % de Rye grass perenne) con 26,82% .Por el contrario el menor valor fue obtenido por T4 (30% Trébol blanco y 70 % de Rye grass perenne) con 23,76%

Referente a la Extracto Libre de Nitrógeno, el tratamiento que presentó el mayor porcentaje fue T2 (10% Trébol blanco y 90 % de Rye grass perenne) con 52,66%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T4 (30% Trébol blanco y 70 % de Rye grass perenne) con 44,26%.

En cuanto a Fibra Detergente Neutra el tratamiento que presentó el mayor porcentaje fueron T2 (10% Trébol blanco y 90 % de Rye grass perenne) con 50,33%. Por el contrario el menor valor fue obtenido por T1 (0% Trébol blanco y 100 % de Rye grass perenne) con 47,95%.

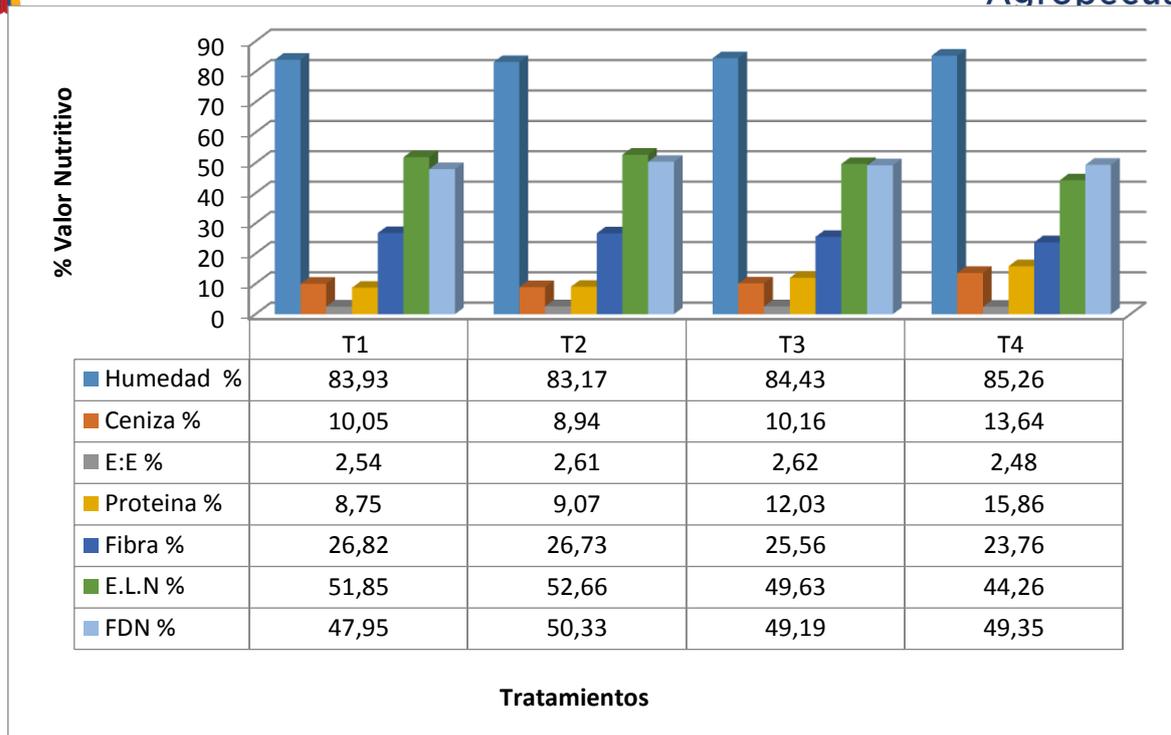


Figura 1. Valor nutricional de cuatro proporciones de leguminosas y gramíneas asociadas EESC-Pichincha, 2021.

4.2. Productividad animal

En La Tabla 5 indica que las cuatro proporciones de leguminosas y gramíneas en el análisis de varianza para la variable productividad animal, presentan diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) entre tratamientos y no presenta para repeticiones ($P \geq 0,05$). El promedio fue $1,43 \text{ l vaca}^{-1} \text{ día}^{-1}$ y el coeficiente de variación fue 14,28%.

Tabla 5. Análisis de varianza para la variable productividad animal ($\text{l vaca}^{-1} \text{ día}^{-1}$) de cuatro proporciones de leguminosas y gramíneas asociadas. EESC- Pichincha, 2021.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Valor F	Valor p
Total	11,12	11			
Tratamiento	10,69	3	3,56	86,09	<0,0001 **
Repetición	0,19	2	0,09	2,23	0,1882 ns
Error	0,25	6	0,04		
Promedio ($\text{l vaca}^{-1} \text{ día}^{-1}$)	1,43				
CV (%)	14,28				

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0,01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0,05$).

Al realizar la prueba de Tukey al 5% (Tabla 6), para la variable productividad animal de cuatro cuatro proporciones de leguminosas y gramíneas se obtuvieron 3 rangos. El tratamiento que presentó la mayor productividad fue T4 (30% Trébol blanco y 70 % de Rye grass perenne) con $2,87 \text{ l vaca}^{-1} \text{ día}^{-1}$. Por el contrario, el tratamiento con menor productividad fue T1 (0% Trébol blanco y 100 % de Rye grass perenne) con $0,40 \text{ l vaca}^{-1} \text{ día}^{-1}$.

Tabla 6. Promedios y pruebas de Tukey al 5% para la variable productividad animala (l vaca⁻¹día⁻¹) de cuatro proporciones de leguminosas y gramíneas asociadas.EESC-Pichincha, 2021.

Tratamientos	Descripción	Medias	Rangos
4	30% Trébol blanco y 70 % de Rye grass perenne	2,87	a
3	20% Trébol blanco y 80 % de Rye grass perenne	1,63	b
2	10% Trébol blanco y 90 % de Rye grass perenne	0,80	c
1	0% Trébol blanco y 100 % de Rye grass perenne	0,40	c

Fuente: INIAP, 2021.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas (Pr≤0,05)

5. CONCLUSIONES

Se concluye que las cuatro proporciones de leguminosas y gramíneas, no presentan diferencias significativas en el rendimiento forrajero bajo las condiciones medioambientales de le EESC.

El análisis proximal que se realizó para cada proporción, se encontró que para el contenido de proteína el mejor tratamiento fue T4 (30% Trébol blanco y 70 % de Rye grass perenne).

La mayor productividad se presentó en la proporción conformada por el 30% Trébol blanco y 70 % de Rye grass perenne, lo que nos indica que las leguminosas incrementa la producción de leche por el aporte de proteína.

5. RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar en mezcla forrajera entre leguminosas y gramíneas con el fin de fortalecer la productividad del sector ganadero del país mediante el mejoramiento de la nutrición y productividad de los animales.

6. LITERATURA CITADA

Anglade J.; G. Billen; J. Garnier. (2015). Relationships for estimating N₂ fixation in legumes: incidence for N balance of legume-based cropping systems in Europe. *Ecosphere* 6 (3), p. 1–24.

Calderón, M. (2016). Efecto de la utilización con las asociaciones de gramíneas – leguminosas en pasto y forraje, hatos bovinos de le ESPAM. p. 25-33.

Carrero, J. (2002). Importancia de las leguminosas forrajeras.

Castro, R.; Mojica, R.; León, J.; Pabón, M.; Carulla, F.; Cárdenas, R. (2008). Productividad de pasturas y producción de leche bovina bajo pastoreo de gramíneas y gramíneas + *lotus uliginosus* en Mosquera, Cundinamarca. *Rev. Med. Vet. Zoot.* 2008. 55:9-21.

Clavijo, F. (2015). Implementación de tecnologías sostenibles para el incremento del rendimiento de las pasturas. Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE. Sangolquí, Ecuador. p. 42-51.

CIMNE-INER-INIAP, (2017). Línea Base Programa Nacional de Biogás Ecuador. p. 22.

Foley, J.; Brauman, K.; Cassidy, E.; Johnston, M. (2011). Solution for a cultivated plante. *Nature*. p. 478.

Gonzales, K. (2017). Valor nutricional de los pastos. Recuperado de: <https://zoovetesmipasion.com/pastos-y-forrajes/valor-nutricional-los-pastos/>

Janzen, H.; Campbell, C.; Ellert, B.; Bremer, E. (1997). *Soil organic matter dynamics and their relationship to soil quality*. *Developments in Soil Science*, 25, 277-292.

- INAMHI, (2020). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Estadística Climatológica. Datos meteorológicos correspondientes al periodo Enero-Diciembre 2019. Estación Izobamba. Mejía, Ecuador.
- INEC-ESPAC. (2018). Visualizador de estadísticas y censos. Informe Ejecutivo.
- INIAP, (2011). Tríptico para la toma de muestras para análisis de suelos, laboratorio de suelos. Estación Experimental Central de la Amazonia. Centro de Investigaciones y Capacitación.
- IPCC. (2000). Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- MAE. (2017). Tercera Comunicación Nacional del Ecuador a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Ministerio del Ambiente de la República del Ecuador. Quito, Ecuador. p. 630.
- Morales, A; León, J; Cárdenas, E; Afanador, G; & Carulla, J. (2013). Milk chemical composition, matter dry in vitro digestibility and production in cows fed alone grasses or associated Lotus uliginosus La Sabana de Bogot. Revista de La Facultad de Medicina Veterinaria Y de Zootecnia, 60(1), p. 32–48.
- León, R.; Bonifaz, N.; y Gutiérrez F. (2008). “Pastos y Forrajes del Ecuador. Siembra y producción de pasturas”. 1era Edición. Editorial Universitaria Abya-Yala. Quito, Ecuador.
- Perrin, E.; Winkerlamann, D.; Moscardi, J.; Anderson, J. (1976). Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. México DF.,MX, CYMNT, Folleto de Información No. 27 p. 54.
- Pineda, L. (2003). Método para la estimación de rendimiento forrajero. Universidad de Costa Rica. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Facultad de Zootecnia.
- Pintado, J y Vásquez C. (2016). Relaciones entre composición botánica, disponibilidad y la producción de leche en vacas a pastoreo en los sistemas de producción en el cantón Cuenca. Universidad de cuenca. Facultad de ciencias agropecuarias. p. 71-75.
- Rodríguez, L Clavijo F. Llanagrí, P. y Godoy A., (2013). Manejo de pastos para pequeños y medianos productores en la sierra centro del Ecuador. Programa Nacional de Ganadería. Quito, Ecuador.
- Silva, N. (2011). ¿Cómo medir la materia seca de los forrajes ensilados? Tulare, California.
- Woodward, S.; Waghorn, G. Attwood, G.; & Li, D. (2010). Ryegrass to lucerne - effects of dietary change on intake, milk yield and rumen microflora bacteria of dairy cows. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production, Vol 70, 70(1). p. 57–61.

A3: Producción y comercialización de leche cruda de alta calidad y pie de cría.

El Programa de Ganadería y Pastos de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP cuenta con un hato lechero bovino libre de brucelosis y tuberculosis, compuesto por alrededor de 207 animales, repartidos en diferentes cuentas como son: rejo, vacas secas, vaconas vientres, vaconas fierros, terneras entre 3 y 6 meses, terneras entre 0 y 3 meses de edad y toro reproductor. La cuenta del rejo es ordeñada dos veces al día, produciendo leche de alta calidad, de acuerdo a acuerdo a las normas y parámetros establecidos por parte de la Empresa ECUAJUGOS S.A.

Bajo este contexto, la producción anual de leche obtenida al **31 diciembre del 2021** en la Unidad de Apoyo a la Investigación Pecuaria del Programa de Ganadería y Pastos de la Estación Experimental Santa Catalina, fue de **293.431 litros**, con un promedio mensual de **24.452,58 litros** y un promedio diario de **803,92 litros**. El promedio de vacas ordeñadas fue de **75,76** y el promedio de producción vaca/día fue de **10,61 litros**.

Del total de litros producidos, **258.109 litros** se comercializó a ECUAJUGOS a un valor de **\$0,51** por litro de leche, generando un monto total de venta de leche de **\$ 131.635,59**. El resto de leche producida fue para la alimentación de terneras y leche con antibiótico que correspondieron a **35.322 litros**.

Existe un incremento de la producción de leche comparado al año 2020 que fue de **20.964** litros. Esto se debe a que La Unidad de Apoyo a la Investigación Pecuaria del Programa de Ganadería y Pastos, a pesar de que enfrenta serios problemas climáticos (Lluvias fuertes), y de invasiones, se logró realizar un plan de conservación de forrajes para la alimentación del hato bovino Lechero que maneja la Unidad.

Por otra parte, el valor por venta de semovientes (Pie de cría y animales de descarte) fue de **\$ 11.107,20**.

Los ingresos totales por venta de leche y semovientes fueron de **\$ 142.742,79**.