

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**“ADAPTABILIDAD DE TRES VARIEDADES DE AVENA
FORRAJERA (*Avena sativa L.*), EN DOS SISTEMAS DE
SIEMBRA, PARA DETERMINAR LA COMPOSICIÓN
NUTRICIONAL, EN EL DISTRITO SONCHE,
AMAZONAS, 2019”**

AUTOR:

Br. Wilson Guimac Rojas

ASESORES:

ASESOR: Ing. MSc. Lizette Daniana Méndez Fasabi

CO-ASESOR: Ing. MSc. Wilmer Bernal Mejía

CHACHAPOYAS- PERÚ

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**“ADAPTABILIDAD DE TRES VARIEDADES DE AVENA
FORRAJERA (*Avena sativa L.*), EN DOS SISTEMAS DE
SIEMBRA, PARA DETERMINAR LA COMPOSICIÓN
NUTRICIONAL, EN EL DISTRITO SONCHE,
AMAZONAS, 2019”**

AUTOR:

Br. Wilson Guimac Rojas

ASESORES:

ASESOR: Ing. MSc. Lizette Daniana Méndez Fasabi

CO-ASESOR: Ing. MSc. Wilmer Bernal Mejía

CHACHAPOYAS- PERÚ

2019

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis a Dios Padre celestial por haberme dado la vida, salud, fuerza de voluntad y brindarme la oportunidad para que realizara un sueño difícil de poder lograr.

A mi padre Juan José Guimac Huamán quien me dio fortaleza e inspiración para alcanzar mi objetivo. A mis hermanos Celmira Guimac rojas y Melvin Guimac Rojas porque de forma directa e indirecta tuvieron que sacrificarse para apoyarme tanto emocional y económicamente, para hacer realidad mi sueño de ser profesional.

A mi madre, Miguelina Rojas Poquioma que, por su sacrificio, apoyo económico, valentía, consejos y oraciones me ayudaron a ver un sueño hecho realidad y el haber estado en todo momento a mi lado para terminar este proyecto de mi vida.

Wilson Guimac Rojas

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios nuestro creador por haber derramado su gracia y amor sobre mi vida, por darme la sabiduría, inteligencia y conocimiento durante mi formación profesional y por ser mi guía en el camino del saber y orientar mis pasos por el sendero del éxito.

A mis padres y hermanos, por la incondicional confianza, amor y cariño que me demuestran día a día. Por impulsarme a continuar y lograr mis metas, porque creyeron en mí y siempre me dieron ejemplos dignos de superación y entrega en los momentos más difíciles de mi carrera.

A nuestra Alma Mater “Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas” y en especial a la “Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias”, a la Escuela Profesional de “Ingeniería Agrónoma” por permitirme ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva para el país.

A los docentes de la “Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias”, a la Escuela Profesional de “Ingeniería Agrónoma” por transmitirme sus sabias enseñanzas y por los valores inculcados que contribuyeron en mi desarrollo profesional.

Agradezco a la asesora Ing. MSc. Lizette Daniana Méndez Fasabi, por las orientaciones y conocimientos académicos que me proporcionó en la investigación y que con su apoyo y dedicación incondicional hizo posible la realización de nuestro trabajo de tesis. Al co-asesor Ing. MSc. Wilmer Bernal Mejía por compartir sus conocimientos sobre la investigación y por su exigencia y sus consejos que sin duda me ha sido de mucho provecho.

A los señores miembros del jurado evaluador, por sus aportes científicos y su acertada colaboración en la evaluación y corrección del informe de investigación.

Hago extensivo mi agradecimiento a todos mis amigos y a todas aquellas personas que, de una u otra forma, colaboraron en la realización de esta investigación, y a mi pueblo querido que me vio nacer, donde estude y donde a pesar de la pobreza he pasado los momentos más lindos de mi vida.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

Rector

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

Vicerrector Académico

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

Vicerrectora de Investigación

Ing. MSc. ERICK ALDO AQUIÑIVIN SILVA

**Decano de la Facultad
de la Ingeniería y Ciencias Agrarias**

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

El docente de la UNTRM-A que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada “Adaptabilidad de tres variedades de avena forrajera (*Avena sativa*), en dos sistemas de siembra, para determinar la composición nutricional, en el distrito Sonche, Amazonas, 2018” del Bachiller en Ingeniería Agrónoma egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM-A.

▪ **Br. Wilson Guimac Rojas**

El docente de la UNTRM-A que suscribe da su visto bueno para que la mencionada sea presentada al jurado evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el acto de sustentación de tesis.

Chachapoyas febrero del 2019



Ing. MSc. Lizette Daniana Méndez Fasabi

Docente de la UNTRM-A

VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE TESIS

El docente de la UNTRM-A que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada “Adaptabilidad de tres variedades de avena forrajera (*Avena sativa L.*), en dos sistemas de siembra, para determinar la composición nutricional, en el distrito Sonche, Amazonas, 2018” del Bachiller en Ingeniería Agrónoma egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM-A.

▪ **Br. Wilson Guimac Rojas**

El docente de la UNTRM-A que suscribe da su visto bueno para que la mencionada sea presentada al jurado evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el acto de sustentación de tesis.

Chachapoyas febrero del 2019

Ing. MSc. Wilmer Bernal Mejía

Docente de la UNTRM-A

JURADO EVALUADOR DE TESIS

Ing. Guillermo Idrogo Vásquez

Presidente

Ing. Mg. Sc. Walter Daniel Sánchez Aguilar

Secretario

Ing. MSc. Erick Aldo Auquiñivin Silva

Vocal

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS.....	vi
VISTO BUENO DEL CO-ASESOR DE TESIS.....	vii
JURADO EVALUADOR DE TESIS.....	viii
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	xvii
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT	xix
I. INTRODUCCIÓN	20
II. MATERIALES Y MÉTODOS	25
2.1. Lugar de ejecución.....	25
2.2. Características edafoclimáticas de la zona.....	25
2.2.1. Clima.....	25
2.2.2. Topografía y vegetación	25
2.2.3. Suelo	25
2.2.4. Hidrología.....	26
2.3. Periodo de ejecución del experimento	26
2.4. Materiales e instrumentos utilizados.....	27

2.4.1. Materiales de campo	27
a. Material vegetal	27
b. Herramientas y equipos	27
2.4.2. Materiales de oficina.....	28
2.5. Objeto de estudio	29
2.6. Diseño de investigación	29
2.6.1. Descripción del diseño experimental.....	29
2.6.2. Tratamientos:	30
2.6.3. Tamaño del área experimental.....	31
2.6.4. Características del área experimental	31
2.7. Población.....	32
2.8. Muestra	32
2.9. Muestreo	32
2.10. Métodos	33
2.10.1. Método de muestreo para determinar el rendimiento de forraje verde (FV).	
33	
2.10.2. Método para determinar la composición nutricional de la avena forrajera	
(<i>Avena sativa L.</i>).	33
2.11. Instrumentos de recolección de datos	34
2.12. Técnicas	34
2.12.1. Técnica para determinar el rendimiento de materia seca.....	34
2.13. Procedimiento	35
2.13.1. Elección del área experimental	35
2.13.1.1. Muestreo y análisis de suelos.....	35
2.13.1.2. Preparación del terreno	35
2.13.1.3. Delimitación y medición de las parcelas	36
2.13.1.4. Tamaño del terreno.	36
2.13.1.5. Colocación de letreros en las parcelas	36

2.13.1.6.	Siembra	36
2.13.1.7.	Control de malezas.....	37
2.13.1.8.	Riegos	37
2.13.1.9.	Control de plagas y enfermedades	37
2.13.1.10.	Momento de corte.....	38
2.13.1.11.	Muestreo para la identificación y selección de la muestra.	38
2.13.1.12.	Etiquetado de las muestras	39
2.14.	Variables evaluadas	39
2.14.1.	Adaptabilidad de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>)	39
2.14.2.	Determinación del rendimiento de forraje verde de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>).....	39
2.14.3.	Determinación del rendimiento de materia seca (%) de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>)	39
2.14.4.	Determinación de la composición nutricional de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>).....	40
2.14.5.	Determinación de los parámetros agronómicos de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>).....	40
a.	Altura de planta.....	40
b.	Número de macollos.....	41
2.14.6.	Frecuencia de muestreo o evaluación.....	41
2.15.	Análisis estadístico	41
2.15.1.	Modelo aditivo lineal.....	42
III.	RESULTADOS	44
3.1.	Rendimiento de forraje verde en Kg/m ² de avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>)... 44	
3.2.	Rendimiento de materia seca (%MS) de avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>)..... 45	
3.3.	Composición nutricional de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>)..... 46	
a.	Proteína total (% PT)	46
b.	Ceniza (%Cen).....	47

c.	Fibra cruda (% FC)	48
d.	Fibra detergente acida (%FDA).....	49
3.4.	Parámetros agronómicos de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>).....	50
a.	Altura de planta (cm)	50
b.	Número de macollos	51
IV.	DISCUSIONES	53
V.	CONCLUSIONES	58
VI.	RECOMENDACIONES	59
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
	ANEXOS 1: TABLAS DE RESULTADOS	65
1.1.	Análisis estadístico para la variable rendimiento de forraje verde (FV) de avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>).....	65
1.2.	Análisis estadístico para la variable rendimiento de materia seca (%MS) de avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>).....	66
1.3.	Análisis estadístico para la variable composición nutricional, de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>).....	67
1.4.	Análisis estadístico para la variable parámetros agronómicos de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>).....	71
a.	Altura de planta (cm).....	71
b.	Número de macollos	72
	ANEXOS 2: GALERIA DE FOTOGRAFIAS	74

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Descripción de los tratamientos de tres variedades de avena forrajera y en dos sistemas de siembra:	30
Tabla 2. Características del área experimental	31
Tabla 3. Análisis de varianza (ANOVA).....	43
Tabla 4. Análisis de variancia para el rendimiento de forraje verde (kg/m ²) de avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>), según la influencia de los tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.....	65
Tabla 5. Comparaciones múltiples de Tukey para el rendimiento de forraje verde (kg/m ²) de avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.....	65
Tabla 6. Análisis de variancia para el rendimiento de materia seca de avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>), según la influencia de los tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.....	66
Tabla 7. Comparaciones múltiples de Tukey para el rendimiento de materia seca de avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.....	66
Tabla 8. Análisis de variancia para el contenido de proteína total de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>), según la influencia de los tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.....	67
Tabla 9. Comparaciones múltiples de Tukey para el contenido de proteína total de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.....	67
Tabla 10. Análisis de variancia para el contenido de ceniza de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>) según la influencia de los tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.....	68
Tabla 11. Comparaciones múltiples de Tukey para el contenido de ceniza de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.	68
Tabla 12. Análisis de variancia para el contenido de fibra cruda de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>), según la influencia de los tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.....	69

Tabla 13. Comparaciones múltiples de Tukey para el contenido de fibra cruda de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.....	69
Tabla 14. Análisis de variancia para el contenido de fibra detergente acida de la vena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>) según la influencia de los tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.....	70
Tabla 15. Comparaciones múltiples de Tukey para el contenido de fibra detergente acida de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.....	70
Tabla 16. Análisis de variancia para la altura de planta de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>) según la influencia de los tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.....	71
Tabla 17. Comparaciones múltiples de Tukey para la altura de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.	71
Tabla 18. Análisis de variancia para el número de macollos de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>), según la influencia de los tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.....	72
Tabla 19. Comparaciones múltiples de Tukey para el número de macollos de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.	72
Tabla 20. Resumen estadístico descriptivo de la altura de planta (cm) según evaluaciones y tratamientos.....	73
Tabla 21. Desviación estándar y coeficiente de variación para todas las variables evaluadas.	73

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio: Región Amazonas, provincia de Chachapoyas, distrito de del Sonche, anexo Nuevo Olmal.	26
Figura 2. Croquis de la distribución del área experimental.....	31
Figura 3. Muestreo para la recolección de la muestra.	38
Figura 4. Distribución del rendimiento de forraje verde de avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.	44
Figura 5. Distribución del rendimiento de materia seca de avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.....	45
Figura 6. Distribución del rendimiento de proteína total de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.	46
Figura 7. Distribución del rendimiento de ceniza de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.....	47
Figura 8. Distribución del rendimiento de fibra cruda de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.	48
Figura 9. Distribución del rendimiento de FDA de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.	49
Figura 10. Distribución de la altura de planta de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.	50
Figura 11. Distribución del número de macollos de la avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.	51
Figura 12. Comparación de la altura de planta entre las evaluaciones.....	52
Figura 13. Comparación de la altura de planta entre los tratamientos	52

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
Fotografía 1. Elección del área experimental.....	74
Fotografía 2. Analisis de suelos	74
Fotografía 3. Preparación del terreno.....	75
Fotografía 4. Delimitación y medición de las parcelas	75
Fotografía 5. Colocación de letreros en las parcelas.....	76
Fotografía 6. Siembra al boleó y en surcos de variedades de avena forrajera	76
Fotografía 7. Momento de corte.....	77
Fotografía 8. Muestreo para la identificación y selección de la muestra.	77
Fotografía 9. Etiquetado de las muestras	78
Fotografía 10. Pesado de forraje verde de avena forrajera.....	78
Fotografía 11. Determinación de materia seca (%) de avena forrajera	79
Fotografía 12. Determinación de la composición nutricional de avena forrajera	79
Fotografía 13. Selección de la muestra y evaluación de la altura de planta.....	80
Fotografía 14. Conteo del número de macollos	80

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el anexo Nuevo Olmal distrito de Sonche, provincia de Chachapoyas, región Amazonas ubicada a una altitud de 2531 m.s.n.m; durante los meses de junio a octubre del 2018. Con la finalidad de evaluar la adaptabilidad de tres variedades de avena forrajera (*Avena sativa L.*, *Var. Blanca urano*, *Var. Dorada cayuse* y *Var. Negra forrajera*) en dos sistemas de siembra para determinar la composición nutricional, el rendimiento de forraje verde, rendimiento de materia seca y evaluar los parámetros agronómicos. Para ello se empleó un Diseño en bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo bi factorial (3A*2B) con 4 bloques y 6 tratamientos, cada tratamiento con 1m² de muestra; donde los factores que interactúan fueron los siguientes: Factor A: Variedades de avena forrajera con 3 niveles y Factor B: Sistema de siembra 2 niveles. Para el análisis de los datos se utilizó la comparación de medias a través de análisis de varianza y para las comparaciones múltiples se empleó la prueba de Tukey al 95% de confianza. Los tratamientos evaluados fueron T₁ (Variedad blanca urano bajos sistema de siembra en surcos), T₂ (Variedad blanca urano bajo sistema de siembra al voleo), T₃ (Variedad dorada cayuse bajo sistema de siembra en surcos), T₄ (Variedad dorada cayuse bajo sistema de siembra al voleo), T₅ (Variedad negra forrajera bajo sistema de siembra en surcos) y T₆ (Variedad negra forrajera bajo sistema de siembra al voleo). Las variables evaluadas fueron adaptabilidad de variedades de avena forrajera, rendimiento de forraje verde (FV) y materia seca(%MS), composición nutricional (%PT, %Cen, %FC y %FDA) y parámetros agronómicos (altura de planta y número de macollos). Los mejores resultados obtenidos para todas las variables evaluadas correspondieron al tratamiento T₁ con 54700 kg FV/ha; 25.05%MS equivalente a 12637.67kg MS/ha; 22.57%PT; 6.68%Cen; 24.87%FC; 31.34%FDA; 65.60cm y 28 macollos respectivamente; y los menores resultados promedios corresponde al T₆ con 35100kg FV/ha; 23.51%MS equivalente a 8252.01kg MS/ha; 21.92%PT; 6.26%Cen; 24.01%FC; 25.74%FDA; 34.56cm y 23 macollos respectivamente. En cuanto al factor variedad de avena forrajera la con mayor rendimiento fue la blanca urano. Llegando a la conclusión que, la variedad más adaptable a las condiciones locales es la blanca urano por presentar los mejores y mayores rendimientos de FV, %MS, composición nutricional y parámetros agronómicos.

Palabras claves: Adaptabilidad, variedad, sistema de siembra, proteína, ceniza, fibra.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the Nuevo Olmal annex of Sonche district, Chachapoyas province, Amazonas region located at an altitude of 2 531 m.s.n.m; during the months of June to October 2018. With the purpose of evaluating the adaptability of three varieties of forage oats (*Avena sativa L., Var. Blanca urano, Var. Dorada cayuse and Var. Negra forage*) in two planting systems for determine the nutritional composition, green forage yield, dry matter yield and evaluate the agronomic parameters. For this, a completely randomized block design (DBCA) was used, with bi-factorial arrangement (3A * 2B) with 4 blocks and 6 treatments, each treatment with 1m² of sample; where the factors that interact were the following: Factor A: Varieties of forage oats with 3 levels and Factor B: Seeding system 2 levels. For the analysis of the data we used the comparison of means through analysis of variance and for the multiple comparisons, the Tukey test at 95% confidence was used. The evaluated treatments were T1 (white variety urano low planting system in furrows), T2 (White variety urane under broadcasting system sowing), T3 (Golden variety cayuse under sowing system in furrows), T4 (Golden variety cayuse under system of broadcast sowing), T5 (black forage variety under row sowing system) and T6 (black forage variety under broadcast sowing system). The evaluated variables were adaptability of forage oats varieties, yield of green forage (FV) and dry matter (% DM), nutritional composition (%PT, %Cen, %FC and %FDA) and agronomic parameters (plant height and number of tillers). The best results obtained for all the evaluated variables corresponded to the T1 treatment with 54700 kg FV/ha; 25.05% MS equivalent to 12637.67kg MS/ha; 22.57% PT; 6.68% Cen; 24.87% FC; 31.34% FDA; 65.60cm and 28 tillers respectively; and the lowest average results correspond to T6 with 35100kg FV / ha; 23.51% MS equivalent to 8252.01kg MS / ha; 21.92% PT; 6.26% Cen; 24.01% FC; 25.74% FDA; 34.56cm and 23 tillers respectively. Regarding the variety factor of forage oats, the highest yield was white urane. The conclusion is that the most adaptable variety to the local conditions is the white urane because it has the best and highest yields of FV, %MS, nutritional composition and agronomic parameters.

Keywords: Adaptability, variety, sowing system, protein, ash, fiber.

I. INTRODUCCIÓN

La avena (*Avena sativa* L.) es el cereal más importante en varios países, especialmente en los de clima frío, por su utilidad como forraje verde, para la alimentación de animales, heno o ensilado. En estos últimos años el cultivo de avena está tomando relevancia en algunas zonas de Sudamérica mediante el empleo de técnicas de sistemas de siembra directa, al boleado y la gran cantidad de producción de biomasa (forraje verde). El cultivo de avena en las zonas alto andinas, donde se presenta la estación seca en forma anual determinado por el invierno; es de importancia como contingencia para la alimentación del ganado ya que se presenta la escasez de los pastos y forrajes (SIACON Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta, 2011).

En el Perú, el cultivo de avena encuentra buenas características geográficas, climáticas y de suelos, que le permiten una adecuada adaptación y desarrollo, sembrándose en todo el valle interandino en especial en los departamentos de la sierra central y sur; alcanzando un ciclo vegetativo óptimo según la variedad usada, entre la siembra y la cosecha (primer corte) de 6 a 7 meses. Sin embargo, en el valle del Mantaro, los cultivos forrajeros más abundantes son las gramíneas como la avena, cebada, rye grass y en menor cantidad las leguminosas, los cuales se vienen sembrando con un limitado conocimiento sobre sus ventajas agronómicas y nutricionales (Lafore *et al.*, 1999).

En de la actividad ganadera la alimentación representa uno de los aspectos de mayor importancia en la producción animal, por ello la provisión de forrajes de apropiado rendimiento en materia seca y calidad nutricional es necesario para satisfacer los requerimientos nutritivos de cada animal, motivo por el cual se requiere de una buena selección de variedades forrajeras, y determinar el momento adecuado de corte (INEI, 2014). En la actualidad la avena forrajera constituye la base de los pastoreos de invierno en nuestro país, por su alto contenido en fibra cruda, proteína total, ceniza, FDA, etc. Sin embargo, presenta limitaciones como: bajos rendimientos en la producción por el uso excesivo de fertilizantes químicos, desconocimiento de abonos orgánicos, erosión temprana del suelo, desconocimiento de sistemas de siembra y de variedades con mejores características agronómicas, y bromatológicas (García, 2007).

La presente investigación tiene como objetivo principal evaluar la adaptabilidad de tres variedades de avena forrajera (*avena sativa L*) en dos sistemas de siembra para determinar la composición nutricional. Asimismo, tiene como objetivos específicos determinar el rendimiento de forraje verde (kg/ha), calcular el porcentaje de materia seca (%MS), determinar la composición nutricional (Ceniza, proteína total, fibra cruda y fibra detergente ácido) y evaluar los parámetros agronómicos (altura de planta y número de macollos).

Para dar mayor validez y precisión a los resultados obtenidos en la presente investigación se describen los principales antecedentes realizados en diferentes ámbitos según como siguen:

Según (Tomaso & Bucar, 1994), la avena ha sido históricamente usada como alimento y como forraje en todo el mundo, actualmente es utilizada por su fácil forma de cultivar, rápido desarrollo, mayores rendimientos y alto potencial de rebrote. Asimismo, (Rangel *et al.*, 2012), menciona que el cultivo de avena es importante por su producción de forraje y grano teniendo amplio rango de adaptación desde partes altas, frías y lluviosas hasta ambientes semiáridos. Por otro lado, argumenta que la calidad de la avena forrajera se encuentra influenciados por la relación genotipo-ambiente, llegando hasta 24 % de proteína cruda. Así (Carr *et al.*, 2001), reportaron que el forraje de avena produce mayor producción de materia seca que los demás cereales forrajeros en Sudamérica.

(Paredes, 2016), menciona que la avena es un cultivo forrajero temporal de gran importancia para la alimentación ganadera, esta gramínea se ha adaptado a una gran diversidad de pisos altitudinales, desde los 2 500 a 4 000 m.s.n.m y a climas variados. Es uno de los cultivos más difundidos en la sierra peruana, por su alto potencial de producción forrajera, facilidad de cultivo, buena palatabilidad y digestibilidad en estado de forraje verde, heno y/o ensilado. Para (Argote, 2007), la adaptabilidad de esta especie es muy alta, necesita de una luminosidad de aproximadamente 4 a 7 horas/sol/día, además el desarrollo óptimo está los 2 200 m.s.n.m hasta los 3 3000 m.s.n.m, suelo de textura franco, fértil, con alto contenido en materia orgánica y un pH desde los 6 a 7. A criterio propio la avena es un cultivo poco exigente, su adaptabilidad es alta en terrenos poco favorecidos.

(INEC, 2012), menciona que la avena es una gramínea que tiene alto rendimiento de forraje verde (30000-40000 kg/ha) de buena calidad nutritiva comparado a otros cultivares tradicionales sembradas en la sierra. (Quispe & Sandy, 2009), mencionan que la avena se siembra en surcos separados 20cm entre sí. Ésta es la forma más recomendable, sobre todo en terrenos compactos y algo secos. La cantidad de semilla que se necesita es variable entre 100 y 150 kg/ha. Si se siembra al voleo (arrojando la semilla al aire), se dan dos pases cruzados para que la semilla quede mejor distribuida.

Mientras tanto (Colín *et al.*, 2009), mencionan que la avena se siembra a chorro continuo en surcos, con una densidad de 85 kg/ha y el primer corte a los 112 días después de la siembra obteniendo un rendimiento de 9000-10000 kg/ha de materia seca. Por el contrario (Alva, 2013), menciona que en cultivo puro y al voleo se requiere de 35 a 45 Kg/ha de semilla respectivamente, siendo la variedad blanca urano con mejores rendimientos.

(Agustin, 2006). Concluye que en el género avena se integran tres grupos de especies con 7, 14 y 21 pares de cromosomas, siendo este último grupo los de mayor interés agrícola, y las de mayor cultivo como la avena blanca, dorada cayuse, negra, avena roja, etc. La avena blanca se derivó de la avena silvestre *avena fatua*. Se han catalogado más de 6 mil variedades, existiendo grandes diferencias en cuanto a la época de maduración, aunque todas ellas tienen rasgos comunes. También afirma que la avena forrajera variedad blanca urano, posee un alto rendimiento de biomasa y un buen contenido nutricional.

Según (Ball, 2000), afirma que la avena alcanza el máximo rendimiento en estado de floración y la calidad del forraje está determinado por el nivel de nutrientes, composición, palatabilidad, digestibilidad y factores anti nutricionales. También (Watson, 2008), indica que la avena es rica en proteínas de alto valor biológico, grasas y un gran número de vitaminas, y minerales. Además, contiene una buena cantidad de fibras, que no son tan importantes como nutrientes pero que contribuyen al buen funcionamiento intestinal.

(Lemaire & Gastal, 1997), afirman que a medida que la biomasa se incrementa y el área foliar se desarrolla, las plantas deben invertir una mayor proporción de carbono en la

producción de tejidos de sostén de modo que el contenido de FDN, FDA y lignina aumentan con la madurez de las plantas. Esto se observa en un trabajo reportado por (Arelovich et al., 2004), en el cual el forraje de avena sembrado a principios de marzo presentó valores de FDA 24.4; 24.3; 21.3 y 31.7% para forraje de avena cortado en julio, agosto (dos veces) y septiembre respectivamente.

Para (Maloney *et al.*, 1999), el rendimiento de biomasa forrajera de avena presenta una gran variabilidad, reportando rendimientos de materia seca variable de 2800 a 3500 kg/ha aproximadamente; mientras que (Contreras & Abrecht, 2006), indican rendimientos de 6700 kg/ha. Asimismo, (Luna *et al.*, 2010), tuvieron rendimientos de 45500 kg/ha de FV, y el rendimiento de FDA fue de 28.46%. Sin embargo, (Nuñez *et al.*, 2010), concluyeron que altura de planta de avena promedio fue de 136.96 cm y el promedio del rendimiento de materia seca fue de 13 470 kg/ha.

(Alatriste, 2012), reporto resultados promedios de 5 evaluaciones: a los 45 días después de la siembra (dds), 23.9 cm de altura de planta, 1236 kg/ha FV y 267 kg/ha MS; a los 60 dds, 36.7 cm de altura de planta, 3016 kg/ha FV y 940 kg/ha MS; a los 75 dds, 51.5 cm de altura de planta, 12537.96 kg/ha FV y 3342.85 kg/ha MS; a los 90 dds, 80.5 cm de altura de planta, 24163 kg/ha FV y 9464 kg/ha MS y a los 120 dds, 89.59 cm de altura de planta, 29235.2 kg/ha FV y 9063.7 kg/ha MS, respectivamente. En conclusión, manifiesta que la altura promedio de planta es de 88.2 cm, el rendimiento promedio de FV es de 26 395 kg/ha; siendo parecidos resultados con los encontrados por (Murillo *et al.*, 2001), quien obtuvo 31000 kg/ha de FV; 10240 kg/ha de materia seca (MS).

Según (Ramírez *et al.*, 2013), a medida que la etapa de corte es más cercana al estado de madurez del grano (MF), el rendimiento de MS ($P < 0.01$) se incrementó linealmente (2 247, 3 120 y 4 475 kg/ha para embuche (EMB), grano masoso (MAS) y madurez del grano (MF), respectivamente), y la proteína cruda disminuyó en forma cuadrática ($P < 0.01$). En proteína cruda hubo efecto de la interacción de variedad x madurez al corte ($P < 0.01$). A medida que la cosecha fue más cercana a MF las fracciones de fibra disminuyeron ($P < 0.05$).

(Tomaso, 2009), reporto que la avena produce 40% de materia seca (MS) en el primer corte (120 días), 24% al segundo corte y 37% al tercer corte. Mientras tanto la (UNALM

Universidad Nacional Agraria La Molina, 2007), reportó un rendimiento forrajero verde de 61000 kg/ha con 23% de materia seca en condiciones de sierra. Por otro lado (Bartl *et al.*, 2007), reportaron rendimientos de 6000 kg MS/ha de avena *var. Urano*. Sin embargo (Hurtado, 1995), concluyó que la *var. Urano* presento mayor rendimiento de materia seca con 11273.5 kg MS/ha, seguido de la variedad dorada cayuse con 10653.75 kg MS/ha.

Para (Caballero *et al.*, 1995), el contenido de proteína de un forraje es considerado uno de los criterios más importantes para la evaluación de la calidad del forraje, el mismo que disminuye a medida que avanza el estado de madurez de las plantas (cuando el cultivo más crece, el nitrógeno se acumula a una tasa menor que el carbono). Asimismo, (Arelovich *et al.*, 1997), reportan que en cultivares de avena como la blanca urano, la proteína bruta oscila entre 24.4 y 28.5 % para el primer corte y entre 23.8 y 26.8 % para el segundo corte.

(Zamora *et al.*, 2002), reportaron rendimientos de 19.15% PC y 32.43% FDA; por otro lado, (Bolleta *et al.*, 2006), observaron que la Proteína Bruta y FDA varia en diferentes estados de madurez de la planta, siendo de la siguiente manera; inicio de elongación de entrenudos (14.1% PC y 15.5% FDA), elongación de entrenudos (14.1 PC y 18.5% FDA), Inicio de encañazon (13.5% PC y 17.1% FDA), Inicio de panojamiento (11.1% PC y 22.4% FDA), grano lechoso (8.1% PC y 26.2% FDA) y Grano Duro (8.8% PC y 27.5% FDA). Asimismo (Vélez *et al.*, 2010), reportaron que la avena tiene 33.08% de PC y 17.26% de materia seca en el estadio de pre botón y 29.37% de PC con 21.38% a inicio de floración.

(Argote & Halanoca, 2007), reportaron rendimientos de 23.70% de materia seca en la variedad dorada cayuse y 1.28 cm en altura de planta. Sin embargo; en condiciones experimentales, la avena negra africana fue la mejor línea promisoría con 1.39 cm de altura de planta, 20.56 % de MS y con 7.67 macollos/planta. El mismo autor realizo estudios a 3800 m.s.n.m. reportando que la *var. dorada cayuse* y *negra forrajera* alcancen alturas de 52.1 y 44.1 cm respectivamente. En cuanto a los resultados de FDA se muestran valores entre 29.72% y 32.92%, dependiendo del estado de madurez y grado de asociación de las plantas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución

El presente estudio se llevó a cabo en el anexo Nuevo Olmal distrito de Sonche, provincia de Chachapoyas, región Amazonas ubicada en la parte alta del río Sonche, margen izquierda del río Sonche, a una altitud de 2531 m.s.n.m, geográficamente ubicada entre las coordenadas 9316484 de latitud norte y 192250 de longitud este del meridiano de Greenwich. La zona de estudio, esta ecológicamente incluida dentro del bosque húmedo - montano tropical (Tosí, 1996).

2.2. Características edafoclimáticas de la zona

2.2.1. Clima

(SENAMHI Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, 2008), menciona que la zona se caracteriza por presentar una temperatura máxima de 25°C en la época de verano, y una mínima de 9°C en la época invernal. La temperatura media es de 14.5°C con precipitación media anual de 400 mm/año y una humedad relativa de 46%. Predominan vientos del noreste en la época de verano y noroeste durante el invierno.

2.2.2. Topografía y vegetación

La topografía del lugar presenta pendientes regulares a fuertes. Respecto a la vegetación existen especies arbóreas y arbustivas como son pinos, eucaliptos, acacias, además de nativas como la chillka y otras de la familia poaceae.

2.2.3. Suelo

El suelo es de tipo coluvial, de textura que va desde arcilloso, franco, franco arcilloso y franco arcillo limoso, con bastante presencia de grava en

algunos sectores, siendo el pH promedio de 7.8, en otros sectores existe suelos de textura arenosa y medianamente profunda.

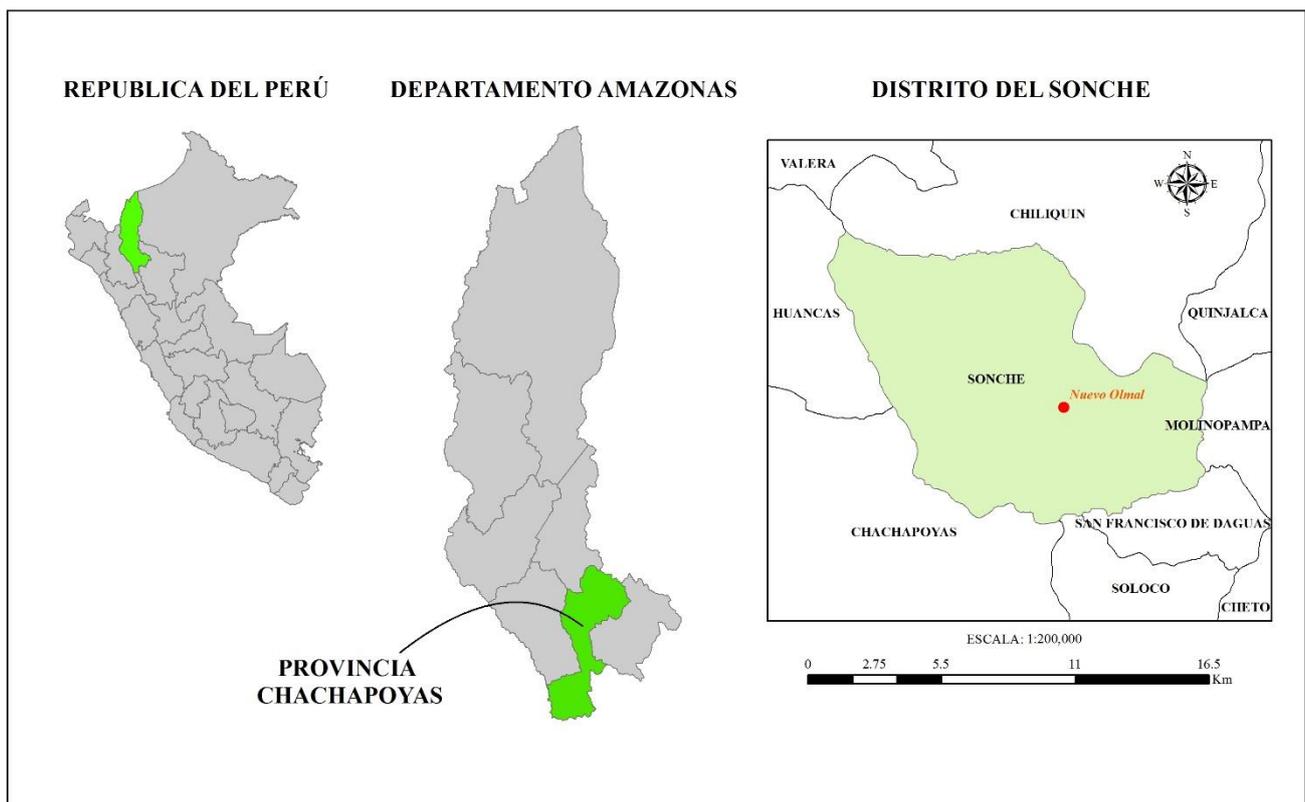
2.2.4. Hidrología

La presencia de agua en la zona de estudio se debe a los nacederos en las zonas altas que conlleva a la formación de un riachuelo que pasa por el costado del área experimental y que aumentan el volumen y caudal del río en época de lluvias y disminuye al mínimo en la estación seca.

2.3. Periodo de ejecución del experimento

La investigación se desarrolló durante los meses de junio del 2018 a septiembre del año 2018. A continuación, se muestra la ubicación geográfica donde se llevó a cabo la instalación del experimento.

Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio: Región Amazonas, provincia de Chachapoyas, distrito de del Sonche, anexo Nuevo Olmal.



2.4. Materiales e instrumentos utilizados

2.4.1. Materiales de campo

Para la recolección de los datos se utilizó los siguientes instrumentos y materiales:

a. Material vegetal

El material vegetal para el estudio consta de 3 variedades de avena forrajera (blanca urano o INIA-92 Mantaro-15M, dorada cayuse o INIAP-82 y negra forrajera o avena strigosa africana), procedentes del Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural (AGRORURAL) sede Chachapoyas, estas han sido mejoradas en sus propiedades nutricionales y funcionales mediante mecanismos de mejoramiento genético.

b. Herramientas y equipos

✚ Herramientas:

- Picotas
- Hoces
- Recipientes
- Huincha de 50 m
- Cuerdas o rafia
- Estacas
- Libro de Campo
- Azadón
- Rastrillo
- Balanza de campo
- Baldes y cubetas
- Etiquetas de identificación
- Rótulos de identificación de parcelas

- Bolsas plásticas de color blanco rotuladas
- Navaja o Cúter
- Machete
- Lampa

Equipos

- Motocultor agrícola
- Estufa
- Balanza Digital
- Cámara digital
- Mochila de fumigar
- GPS, para georreferenciar las parcelas en campo.
- Calculadora científica.
- Computadora o laptop.
- Impresora.
- Equipo NIR

2.4.2. Materiales de oficina.

- Marcador indeleble negro
- Lapiceros
- Lápiz
- Borrador
- Cartillas para registros de evaluaciones
- Cinta maskets
- Letreros para los tratamientos
- Mica
- Hojas de papel bond
- Memoria USB 16GB
- Perforador
- Engrapador
- Folder manila

2.5. Objeto de estudio

El objeto de estudio de la investigación corresponde a las plantas de avena forrajera de las tres variedades (blanca urano, dorada cayuse y negra forrajera) cultivadas bajo dos sistemas de siembra en un área de 1 m² que viene hacer la muestra y en 6 m² que corresponde a la población de estudio.

2.6. Diseño de investigación

2.6.1. Descripción del diseño experimental

En la presente investigación, por tratarse de ensayos experimentales, se empleó un Diseño en bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo bi factorial (3A*2B) con 4 bloques y 6 tratamientos (24 parcelas experimentales), cada tratamiento con 6 m² (1m² como submuestra); donde los factores que interactúan fueron los siguientes: Factor A: Variedades de avena forrajera y Factor B: Sistema de siembra. Así mismo se asignó 3 niveles al factor A y 2 niveles al factor B, respectivamente.

Factor A: Variedades de avena forrajera

Niveles de factor “A”

a₁: Blanca Urano (INIA, 92- Mantaro-15M)

a₂: Dorada cayuse (INIAP-82)

a₃: Negra forrajera (Avena strigosa)

Factor B: Sistema de siembra

Niveles de factor “B”

b₁: Siembra en surcos

b₂: Siembra al voleo

2.6.2. Tratamientos:

En la siguiente tabla se muestra la distribución de los tratamientos de acuerdo con el diseño utilizado en la investigación:

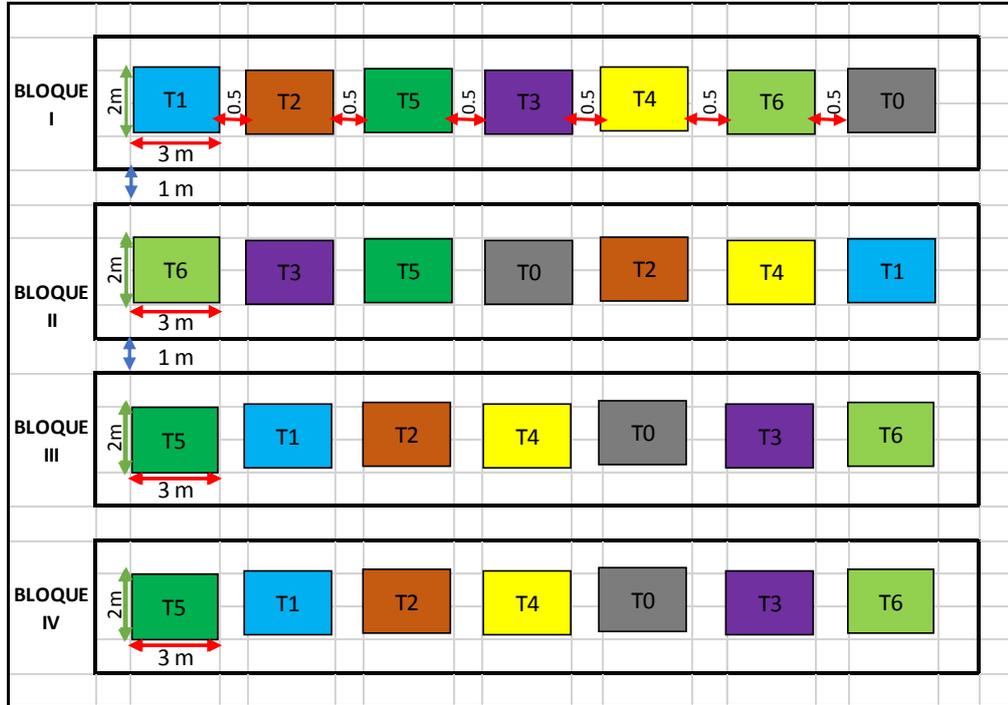
Tabla 1. Descripción de los tratamientos de tres variedades de avena forrajera y en dos sistemas de siembra:

Bloq.	Tratamientos					
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
I	Avena var. Blanca urano y sistema de siembra en surcos.	Avena var. Blanca urano y sistema de siembra al voleo.	Avena var. Dorada cayuse y sistema de siembra en surcos.	Avena var. Dorada cayuse y sistema de siembra al voleo.	Avena var. Negra forrajera y sistema de siembra en surcos.	Avena var. Negra forrajera y sistema de siembra en al voleo.
II	Avena var. Blanca urano y sistema de siembra en surcos.	Avena var. Blanca urano y sistema de siembra al voleo.	Avena var. Dorada cayuse y sistema de siembra en surcos.	Avena var. Dorada cayuse y sistema de siembra al voleo.	Avena var. Negra forrajera y sistema de siembra en surcos.	Avena var. Negra forrajera y sistema de siembra en al voleo.
III	Avena var. Blanca urano y sistema de siembra en surcos.	Avena var. Blanca urano y sistema de siembra al voleo.	Avena var. Dorada cayuse y sistema de siembra en surcos.	Avena var. Dorada cayuse y sistema de siembra al voleo.	Avena var. Negra forrajera y sistema de siembra en surcos.	Avena var. Negra forrajera y sistema de siembra en al voleo.
IV	Avena var. Blanca urano y sistema de siembra en surcos.	Avena var. Blanca urano y sistema de siembra al voleo.	Avena var. Dorada cayuse y sistema de siembra en surcos.	Avena var. Dorada cayuse y sistema de siembra al voleo.	Avena var. Negra forrajera y sistema de siembra en surcos.	Avena var. Negra forrajera y sistema de siembra en al voleo.

2.6.3. Tamaño del área experimental

El área total de estudio fue de 225.5 m², con cultivo de tres variedades de avena forrajera (blanca urano, orada cayuse y negra forrajera). En la siguiente figura se muestra el área y la distribución de los tratamientos.

Figura 2. Croquis de la distribución del área experimental.



2.6.4. Características del área experimental

En área experimental fue constituido por 24 parcelas (unidades experimentales), cuyas características se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2. Características del área experimental

Cultivo de Avena forrajera (<i>Avena sativa L.</i>)	
Bloques	4
Tratamientos	6
M ² a evaluar (muestra)	24 m ²

M ² a evaluar por U. E	1m ²
Distancia entre plantas	20 cm
Distancia entre surcos	20 cm
Número de surcos/ unidad experimental	16
Área de la unidad experimental	6 m ²
Área Total del bloque	41 m ²
Área total del experimento	225.5 m ²
Distanciamiento entre bloques	1 m

2.7. Población

La población estuvo constituida por 24 parcelas de avena forrajera, cada parcela es de 2 m*3m sembradas en surcos y al boleó respectivamente, que forman parte de los 4 bloques y los 6 tratamientos de acuerdo a las variedades de avena forrajera y al sistema de siembra, ubicadas en el distrito de Sonche, provincia de Chachapoyas, región Amazonas.

2.8. Muestra

La muestra fue de 1m² seleccionada aleatoriamente en la parcela, esto se hizo con la ayuda de un cuadrante, despreciando el efecto de borde en todas las parcelas. En total se evaluó 24 m², con cuatro bloques, 6 tratamientos y 24 parcelas.

2.9. Muestreo

Se utilizó el muestreo probabilístico porque permitió garantizar la equiprobabilidad de elección de cualquier elemento y la independencia de selección de cualquier otro (Montoya, 1997).

2.10. Métodos

2.10.1. Método de muestreo para determinar el rendimiento de forraje verde (FV).

El rendimiento del forraje verde se determinó con la metodología del m² o método del cuadrante, que consiste en seleccionar al azar dentro de la unidad experimental 1 m². Una vez marcado el cuadro, se corta el pasto que está dentro y se recoge en una bolsa plástica, se repite lo mismo para cada unidad experimental. Tener en cuenta que sólo hay que cortar las plantas cuya raíz esté dentro del cuadro (Gutierrez , 2010). Finalmente se determina el rendimiento de forraje verde en kg/m² que luego se proyectó multiplicando por 10000 para obtener el rendimiento por hectárea con la siguiente formula:

Fórmula:

$$A= B/C$$

Donde:

A = Producción de forraje verde por metro cuadrado (Kg/m²).

B = Peso total del pasto en kg, cortado en los cuadros.

C = Número de cuadros usados.

Para fines de investigación, el tamaño de parcela o unidad experimental en pastos es de 5 a 6 m² y la muestra es de 0.5 a 1 m² (Venegas, 2016).

2.10.2. Método para determinar la composición nutricional de la avena forrajera (*Avena sativa L.*).

La composición nutricional de los forrajes se evaluó a través del análisis bromatológico (San Miguel, 2006). Los análisis bromatológicos más empleados actualmente siguen las metodologías de Weende o Van Soest

(Blas *et al.*, 1987). Estos métodos consisten en pesar 100 gramos de muestra de forraje seca de cada tratamiento y se muele hasta que esté bien triturado para después colocarlo en un papel aluminio y llevarlo al equipo NIR para ser analizadas químicamente; para la determinación del contenido de proteína total (%PT) se utilizó la metodología AOAC 976.05, para el contenido de fibra cruda(%FC) la metodología AOAC 978.10 (Van Soest), para el contenido de ceniza (%Cen) la metodología AOAC 942.05 y para el contenido de fibra detergente acida (%FDA) la metodología de (Van Soest, 1991) respectivamente (Robinson *et al.*, 2004).

2.11. Instrumentos de recolección de datos

Dentro de los instrumentos de recolección de datos se utilizó un registro de apuntes o cartillas de evaluación y para determinar el rendimiento de forraje verde y materia seca se calculó en la calculadora con la formula detallada y finalmente para calcular la composición nutricional se realizó con el equipo NIR que nos dio los resultados requeridos de manera automatizada.

2.12. Técnicas

2.12.1. Técnica para determinar el rendimiento de materia seca

El rendimiento de materia seca se terminó mediante la técnica planteada por (A.O.A.C., 1990), que consiste en llevar al laboratorio la muestra de forraje verde con peso conocido denominado peso fresco, para realizar el secado dentro de una estufa a una temperatura de $60^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$ por un periodo de 72 horas y seguidamente se registra el peso en kg/m^2 que después se convierte en kg/ha , siendo el peso seco. Posteriormente los datos se expresan en porcentaje utilizando la ecuación de (INIAP/PNRT - papa, 2008) citado por (Cespeda & Chiluisa, 2012).

$$\% \text{ MS} = (\text{PS/PF}) \times 100$$

Donde:

%MS= Porcentaje de materia seca

PS= Peso seco en Kg/m²

PF= Peso fresco en Kg/m²

2.13. Procedimiento**2.13.1. Elección del área experimental**

Se realizó un reconocimiento e inspección visual del área para ubicar el experimento, teniendo en cuenta el área planificada para el ensayo, se seleccionó un lugar adecuado con antecedentes apropiados para la siembra del cultivo de avena forrajera.

2.13.1.1. Muestreo y análisis de suelos

El área seleccionada fue muestreada en zigzag tratando de cubrir toda el área de investigación, haciendo una calicata de forma manual con la ayuda de una palana de una profundidad promedio de 18 cm; las submuestras fueron depositados en una bolsa para su homogenización y a partir de ello obtener una muestra total de 1 kg de suelo. Seguidamente fue rotulada con los datos de campo y remitida al laboratorio de Aguas y Suelos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, para su análisis físico-químico respectivo (ver anexo 2; Fotografía 5).

2.13.1.2. Preparación del terreno

La preparación del terreno se llevó a cabo en junio, debido a que las precipitaciones se retrasaron. El desterronado y mullido se realizó haciendo uso de motocultor a una profundidad de 30 cm; otras labores como el nivelado se

realizó manualmente con la ayuda de rastrillos para uniformizar el suelo, de modo que este en óptimas condiciones para la siembra. Luego de una semana se agregó guano de isla a razón de 6 kg/parcela (1kg/m^2) y cal agrícola a razón de 2 t/ha; luego se prosiguió con el rastreo en cruz, hasta dejar bien suelta la tierra y poder realizar la delimitación de las unidades experimentales.

2.13.1.3. Delimitación y medición de las parcelas

Sobre el terreno preparado y considerando el respectivo distanciamiento se realizó la división en bloques y estos a su vez se dividieron en parcelas a las que se denominó tratamientos. Para la delimitación se utilizó cinta métrica, yeso y estacas. En total se tuvo 24 parcelas distribuidas en 4 bloques que aleatoriamente se asignó un número de tratamiento.

2.13.1.4. Tamaño del terreno.

El área total del terreno utilizado fue de 225.5m^2 , considerando 4 bloques, cada bloque con 6 parcelas demostrativas de 6m^2 , a una distancia entre bloques de 1 m y 0.50 m entre parcelas.

2.13.1.5. Colocación de letreros en las parcelas

Posterior a la delimitación de parcelas, se colocó en cada unidad experimental un letrero indicando el número de bloque y tratamiento.

2.13.1.6. Siembra

La siembra se realizó utilizando el método de siembra al voleo y en surcos de acuerdo al tratamiento correspondiente, para ello se utilizó una densidad de siembra de 80kg/ha para las tres

variedades de avenas (Bartl *et al.*, 2007). Luego de la siembra se procedió a tapar con rastrillo a una profundidad de 6 cm. A los 30 días de siembra se realizó el deshierbo.

Siembra al boleó: Este tipo de sistema de siembra consistió en arrojar la semilla de forma manual distribuyendo de manera homogénea toda el área a sembrar, para ello se utilizó 1kg de semilla cada variedad de avena forrajera.

Siembra en surcos: La siembra en surcos consiste en hacer surcos ordenadamente en el área a sembrar teniendo en cuenta el distanciamiento, para esta especie de pasto se hará a una distancia de 0.20 m entre surco y 0.20 m entre plantas y una profundidad aprox. de 2cm, empleando 4 semillas por golpe.

2.13.1.7. Control de malezas

Con la finalidad de lograr un buen desarrollo y crecimiento del cultivo y obtener rendimientos satisfactorios, se realizó la eliminación de las especies consideradas como malezas durante la fase fenológica vegetativa y de macollamiento. Se realizó dos deshierbas a los 30 y 60 días después de la siembra.

2.13.1.8. Riegos

Debido a las condiciones climáticas de lluvias durante todo el desarrollo vegetativo del cultivo en la zona de Nuevo Olmal, no fue necesario realizar riegos.

2.13.1.9. Control de plagas y enfermedades

Durante el crecimiento y desarrollo del cultivo no hubo la presencia de plagas ni de enfermedades.

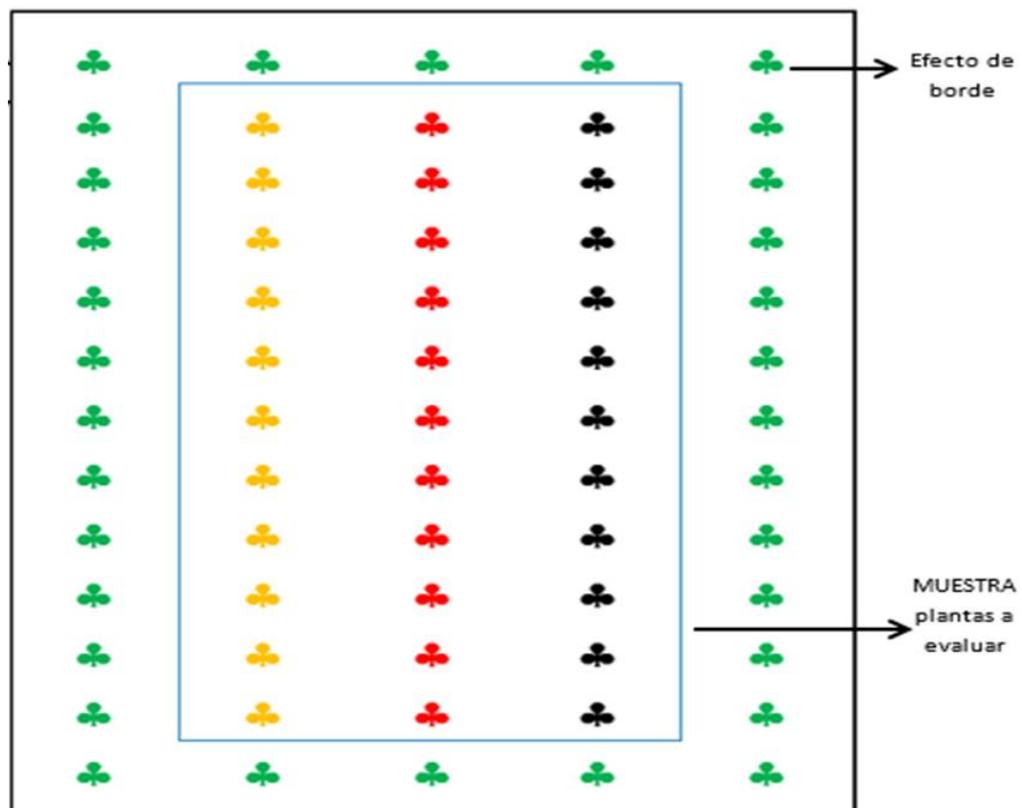
2.13.1.10. Momento de corte

El corte se realizó cuando el cultivo alcanzó la fase masosa-lechosa, y los tallos aun verdes. Esto con el fin de contar con un mayor valor nutritivo. Esto ocurrió entre los 115 a 120 días después de la siembra, variando de acuerdo a la variedad.

2.13.1.11. Muestreo para la identificación y selección de la muestra.

Para la recolección de muestras se excluyó el efecto de borde de 0.50 m en todas las parcelas, para evitar sobre estimación o sub estimación de los resultados debido a factores externos que alteren la realidad del experimento y para ser muestreadas aleatoriamente (Castro *et al.*, 2013).

Figura 3. Muestreo para la recolección de la muestra.



2.13.1.12. Etiquetado de las muestras

A cada muestra de forraje obtenida del m², se le colocó una etiqueta con cinta adhesiva escrito con plumón indeleble, indicando al tratamiento y bloque correspondiente para no causar confusión al momento del análisis.

2.14. Variables evaluadas

2.14.1. Adaptabilidad de la avena forrajera (*Avena sativa L.*)

La adaptabilidad se determinó en función de los resultados obtenidos de parámetros agronómicos, rendimiento de forraje verde, materia seca y la composición nutricional del forraje.

2.14.2. Determinación del rendimiento de forraje verde de la avena forrajera (*Avena sativa L.*)

Para determinar el rendimiento de forraje verde, se cortó el pasto a los 120 días después de la siembra por el método del cuadrante y se pesó de inmediato, el peso se dividió entre el número de cuadros cosechados (Gutierrez, 2010). El resultado se expresó en kg/m² que luego se proyectó a kg/ha; la formula es la siguiente:

$$A = B/C$$

2.14.3. Determinación del rendimiento de materia seca (%) de la avena forrajera (*Avena sativa L.*)

Para determinar el porcentaje de materia seca se usó la técnica de (A.O.A.C., 1990), en donde el forraje verde con peso conocido se colocó en papel agujerado y bien identificado para luego ponerlo en la estufa de aire a una temperatura de 60° ± 5°C

por un periodo de 72 horas. Transcurrido este periodo de tiempo se pesó por segunda vez obteniendo el peso seco o materia seca. El resultado se expresó en kg/m² que luego se convirtió a kg/ha. Posteriormente se determinó el contenido de materia seca expresado en porcentaje mediante la ecuación de (INIAP/PNRT - papa, 2008).

$$\%MS = (PS/PF) \times 100$$

2.14.4. Determinación de la composición nutricional de la avena forrajera (*Avena sativa L.*).

Para la evaluación de la composición nutricional se realiza mediante el análisis bromatológico siguiendo las metodologías de Weende o Van Soest (Blas *et al.*, 1987); partiendo de la trituration de una muestra de 100 gr hasta obtener una masa uniforme y someterlo a la maquina NIR que arrojó los resultados requeridos de proteína Total (%PT), fibra cruda(%FC), ceniza(%Cen) y fibra detergente acida (%FDA). El análisis se realizó en el Laboratorio de bromatología de la UNTRM-A.

2.14.5. Determinación de los parámetros agronómicos de la avena forrajera (*Avena sativa L.*).

a. Altura de planta

Antes de las mediciones se identificaron al azar 10 plantas por parcela, cada una se marcaron con tiras de rafia de color para su fácil identificación. La primera evaluación se realizó a los 30 días después de la siembra, después cada 15 días para las siguientes 5 evaluaciones; para la medición se utilizó una cinta métrica, desde la base del tallo a ras del suelo hasta la última hoja emergida (Ramos *et al.*, 2010).

b. Número de macollos

Para evaluar el número de macollos por planta se tomó de las mismas plantas evaluadas para la altura de planta y se procedió a contar los macollos. Esta labor se realizó a los 120 días después de la siembra, es decir al momento de corte (Avalos, 2009).

2.14.6. Frecuencia de muestreo o evaluación

Para evaluar la adaptabilidad de las variedades de avena forrajera se realizó un solo muestreo a los 120 días cuando el cultivo estaba en momento de corte; el mismo muestreo se realizó para determinar el número de macollos, la composición nutricional y rendimiento de forraje verde y materia seca. Sin embargo, para la altura de planta se muestreó a los 30 días después de la siembra para la primera evaluación y después cada 15 días para las siguientes 5 evaluaciones (Ramos *et al.*, 2010).

2.15. Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se aplicó un experimento bajo un diseño en bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo bi-factorial (3A*2B) con la interacción de 4 bloques y 6 tratamientos. Donde los factores lo constituyen: Factor A: Variedades de avena forrajera y Factor B: Sistema de siembra, y las variables respuestas que son adaptabilidad de las variedades de avena forrajera en dos sistemas de siembra, rendimiento de forraje verde, rendimiento de materia seca, composición nutricional y parámetros agronómicos de las tres variedades de avena respectivamente. Para obtener el nivel de significancia de los tratamientos se utilizó el cuadro de análisis de varianza, y para las comparaciones múltiples se aplicó la prueba de Tuckey con un 95 % de confianza.

El procesamiento de los resultados se realizó mediante el programa SPSS, previa comprobación si los resultados obtenidos se ajustan a la distribución normal, homogeneidad de varianzas.

2.15.1. Modelo aditivo lineal

El modelo aditivo lineal para un diseño Bloques completo al azar (DBCA) con arreglo bi- factorial es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + R_k + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Para $i = 1, 2, \dots, a$; $j = 1, 2, \dots, b$, $k = 1, 2, \dots, r$; $t = ab$

$i = 1, 2, \dots, a$; niveles del factor A

$j = 1, 2, \dots, b$; niveles del factor B

$k = 1, 2, \dots, r$; bloques

Donde:

Y_{ijk} = Composición nutricional de avena forrajera con i - esima variedad de avena y j - esimo sistema de siembra experimentado en el k - esimo bloque.

μ = Media general.

R_k =Efecto del bloque

α_i = Efecto de la i - esima variedad de avena forrajera

β_j = Efecto de la j -esima sistema de siembra

$(\alpha\beta)_{ijk}$ =Efecto de la interacción de la i -esima variedad de avena forrajera y de la j - esima sistema de siembra

ε_{ijk} = Error experimental

✚ Nivel de significancia = 5%.

✚ Nivel de confianza = 95 %

- ✚ **Prueba de comparaciones múltiples:** Para las comparaciones múltiples se utilizó la prueba estadística de distribución Tukey con 95% de nivel de confianza
- ✚ **Programa estadístico:** Los datos de los resultados obtenidos fueron procesados y analizados con el software SPSS, Statistix y R-2018.

Tabla 3. Análisis de varianza (ANOVA)

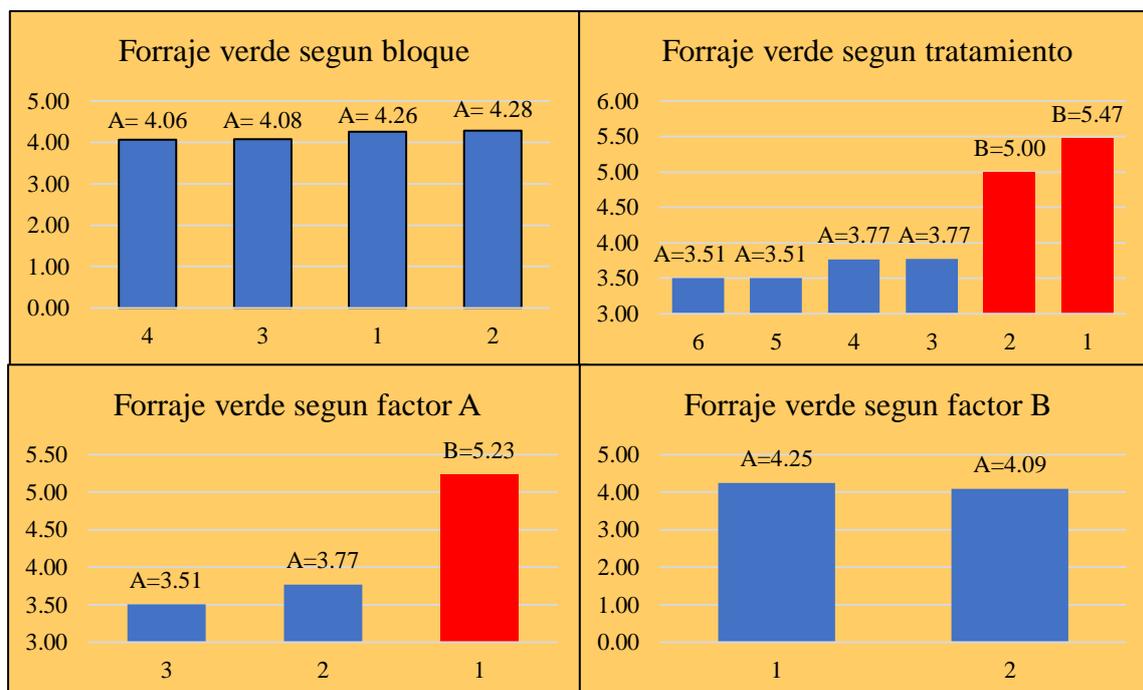
Fuente de Variación	Grados de libertad
Bloques	$4-1=3$
Tratamientos	$6-1=5$
Factor A	$3-1=2$
Factor B	$2-1=1$
Interacción (AX B)	$(3-1) \times (2-1)=2$
Error	15
Total	$n-1=23$

III. RESULTADOS

3.1. Rendimiento de forraje verde en Kg/m² de avena forrajera (*Avena sativa L.*)

En la Figura 4 se observa la comparación de medias, mostrando que para los bloques y el factor sistema de siembra, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$). Sin embargo, en el factor variedad de avena forrajera y en los tratamientos, hubo diferencias significativas ($p < 0.05$); obteniendo, en la variedad blanca urano con 5.23 kg/m² de forraje verde, mayor diferencia significativa respecto a las variedades dorada cayuse y negra forrajera. Mientras que en los tratamientos el T₁ y T₂ con rendimientos de 5.47 y 5.00 kg/m² de forraje verde respectivamente, no presentaron diferencias significativas entre sí, pero si difieren con los demás tratamientos, siendo los de mayores rendimientos; por el contrario, los tratamientos con menores rendimiento de forraje verde fueron el T₃, T₄, T₅ y T₆ respectivamente, en el mismo orden descendente sin mostrar diferencias entre sí; pero si difiriendo con los tratamientos T₁ y T₂ (ver Tabla 4 y 5 del anexo 1).

Figura 4. Distribución del rendimiento de forraje verde de avena forrajera (*Avena sativa L.*), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.

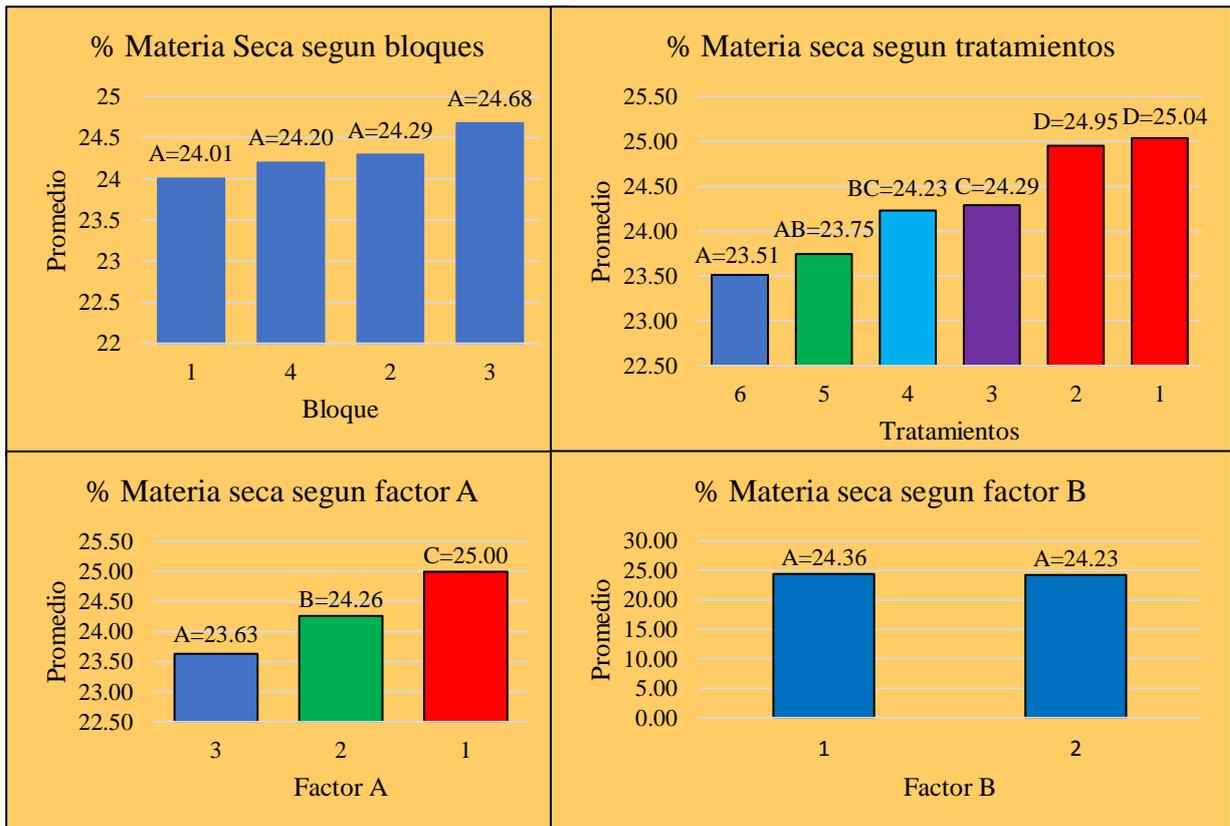


Nota: Desviación estándar 0.8; Coeficiente de variación 19.6 (moderada variabilidad).

3.2. Rendimiento de materia seca (%MS) de avena forrajera (*Avena sativa L.*)

En la Figura 5 se observa la comparación de medias, mostrando que para los bloques y el factor sistema de siembra, no se encontró diferencias significativas ($p>0.05$). Sin embargo, para el factor variedad de avena forrajera y los tratamientos, se encontraron diferencias significativas ($p<0.05$); obteniendo en el bloque 3 mayor diferencia significativa con respecto a los demás; asimismo, en el factor variedad de avena forrajera, la variedad blanca urano con 25.00% de materia seca, tuvo mayor diferencia significativa respecto a las variedades dorada cayuse y negra forrajera. Mientras que en los tratamientos el T₁ y T₂ con rendimientos de 25.04% y 24.95% de materia seca respectivamente, no presentaron diferencias significativas entre sí, pero si difieren con los demás tratamientos, siendo los de mayor rendimiento; por el contrario, el tratamiento con menor rendimiento de materia seca fue el T₆ con 23.51% (ver Tabla 6 y 7 del anexo 1).

Figura 5. Distribución del rendimiento de materia seca de avena forrajera (*Avena sativa L.*), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.



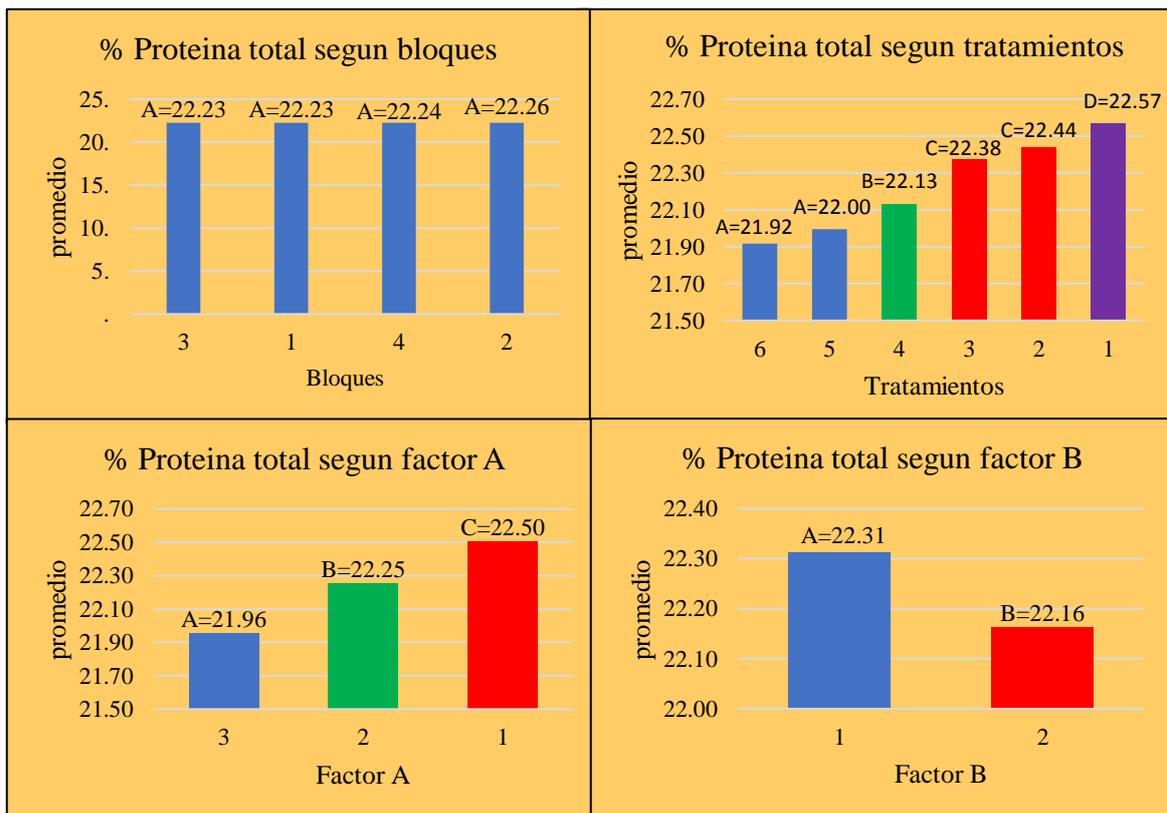
Nota: Desviación estándar 0.7; Coeficiente de variación 2.7 (mínima variabilidad).

3.3. Composición nutricional de la avena forrajera (*Avena sativa* L).

a. Proteína total (% PT)

En la Figura 6 se observa la comparación de medias, mostrando marcadas diferencias significativas en los factores: Variedad de avena forrajera, sistema de siembra y los tratamientos, ($p < 0.05$); obteniendo, en la variedad blanca urano 22.50% de proteína total, mayor diferencia significativa respecto a las variedades dorada cayuse y negra forrajera. Asimismo, el sistema de siembra en surcos mostró mayor diferencia significativa respecto al sistema de siembra al voleo. Mientras que en los tratamientos el T₁ con rendimiento de 22.57% de proteína total, mostró mayor diferencia significativa respecto a los demás tratamientos, seguidamente se tuvo un grupo homogéneo formado por el T₂ y T₃ con valores medios; también se tuvo un segundo grupo homogéneo integrado por el T₅ y T₆, con los valores más bajos de 22.00 y 21.92% respectivamente (ver Tabla 8 y 9 del anexo 1).

Figura 6. Distribución del rendimiento de proteína total de la avena forrajera (*Avena sativa* L.), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.

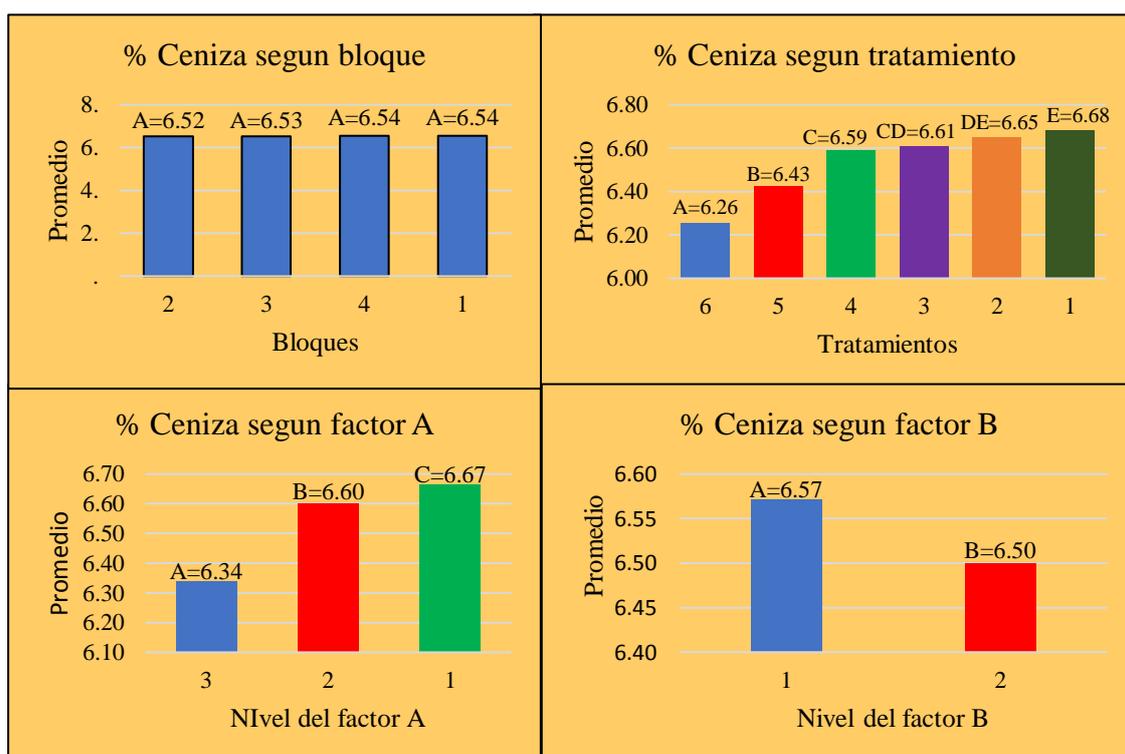


Nota: Desviación estándar 0.2; Coeficiente de variación 1.1 (mínima variabilidad).

b. Ceniza (%Cen)

En la Figura 7 se observa la comparación de medias, mostrando en los factores: variedad de avena forrajera, sistema de siembra y los tratamientos, marcadas diferencias significativas ($p < 0.05$); obteniendo, en la variedad blanca urano 6.67% de ceniza, mayor diferencia significativa respecto a las variedades dorada cayuse y negra forrajera. Asimismo, el sistema de siembra en surcos mostró diferencia significativa respecto al sistema de siembra al voleo. Mientras que en los tratamientos el T₁ y T₂ con rendimientos de 6.68% y 6.65% de ceniza respectivamente, no difieren entre sí, pero difiriendo con los demás tratamientos, siendo estos los de mayor rendimiento; asimismo, se tuvo al T₂ y T₃ con valores de 6.65% y 6.61% respectivamente, sin diferencias entre sí; de manera similar se tuvo al T₃ y T₄ con valores medios de 6.61% y 6.59% respectivamente, sin diferencias entre sí; por el contrario, se tuvo al T₆ con menor contenido de ceniza a razón de 6.26% (ver Tabla 10 y 11 del anexo 1).

Figura 7. Distribución del rendimiento de ceniza de la avena forrajera (*Avena sativa L.*), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.

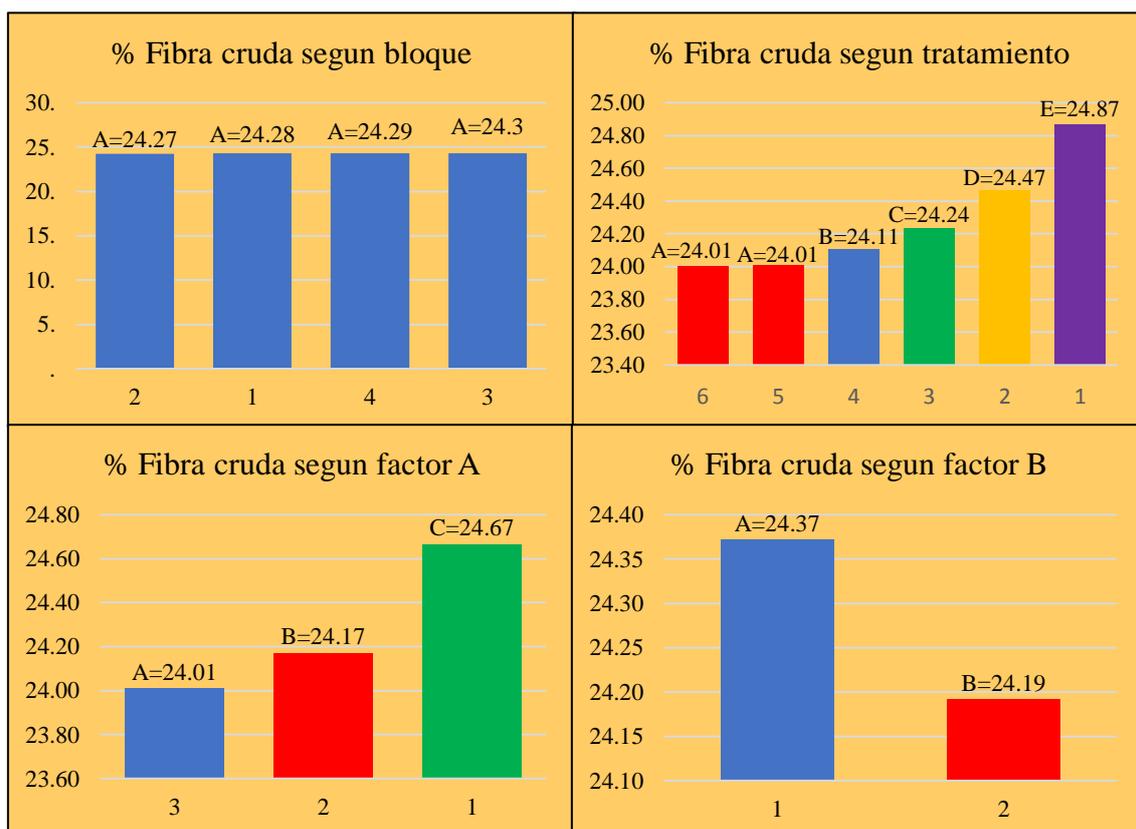


Nota: Desviación estándar 0.2; Coeficiente de variación 2.3 (Mínima variabilidad).

c. Fibra cruda (% FC)

En la Figura 8 se observa la comparación de medias, mostrando marcadas diferencias significativas ($p < 0.05$); para los factores: Variedad de avena forrajera, sistema de siembra y los tratamientos; obteniendo en la variedad blanca urano 24.67% de fibra cruda, mayor diferencia significativa respecto a las variedades dorada cayuse y negra forrajera que tuvieron valores 24.17 y 24.01% respectivamente. Asimismo, el sistema de siembra en surcos mostró mayor diferencia significativa respecto al sistema de siembra al voleo. Mientras tanto, en los tratamientos se tuvo al T₁ con 24.87% de fibra cruda, quien mostró mayor diferencia significativa respecto a los demás tratamientos; por el contrario, los tratamientos T₅ y T₆ con 24.01% de fibra cruda, presentaron los más bajos valores, y con marcadas diferencias significativas en comparación con los demás tratamientos (ver Tabla 12 y 13 del anexo 1).

Figura 8. Distribución del rendimiento de fibra cruda de la avena forrajera (*Avena sativa L.*), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.

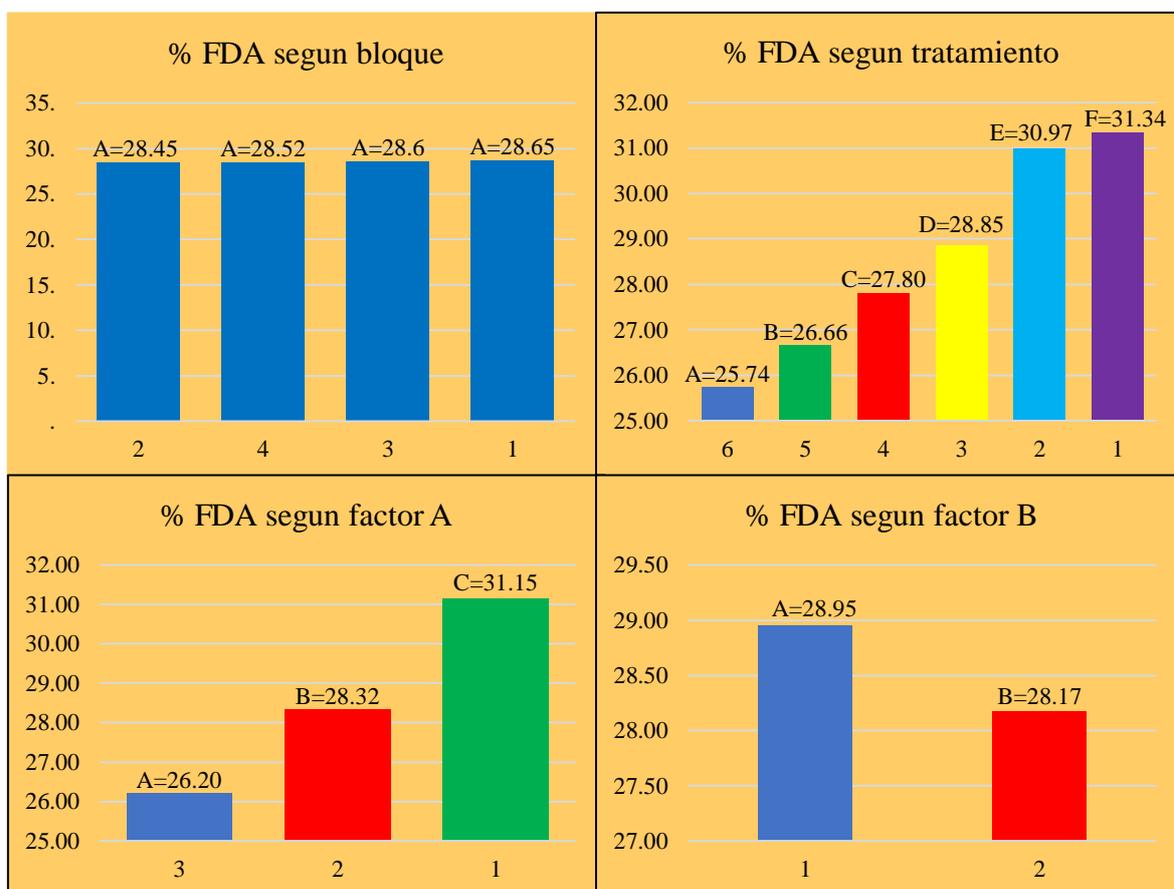


Nota: Desviación estándar 0.3; Coeficiente de variación 1.3 (mínima variabilidad).

d. Fibra detergente acida (%FDA)

En la Figura 9 se observa la comparación de medias, mostrando para los factores: Variedad de avena forrajera, sistema de siembra y los tratamientos, marcadas diferencias significativas ($p < 0.05$); obteniendo en la variedad blanca urano con 31.15% de FDA, mayor diferencia significativa en comparación con las variedades dorada cayuse y negra forrajera que tuvieron valores de 28.32 y 26.20% respectivamente. Asimismo, el sistema de siembra en surcos mostró mayor diferencia significativa respecto al sistema de siembra al voleo. Mientras tanto en los tratamientos todos mostraron diferencias significativas entre sí; de los cuales el T₁ con 31.34% de FDA, tuvo mayor significancia respecto a los demás tratamientos. Sin embargo, el T₆ obtuvo el rendimiento más bajo con 25.74% de FDA (ver Tabla 14 y 15 del anexo 1).

Figura 9. Distribución del rendimiento de FDA de la avena forrajera (*Avena sativa L.*), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.



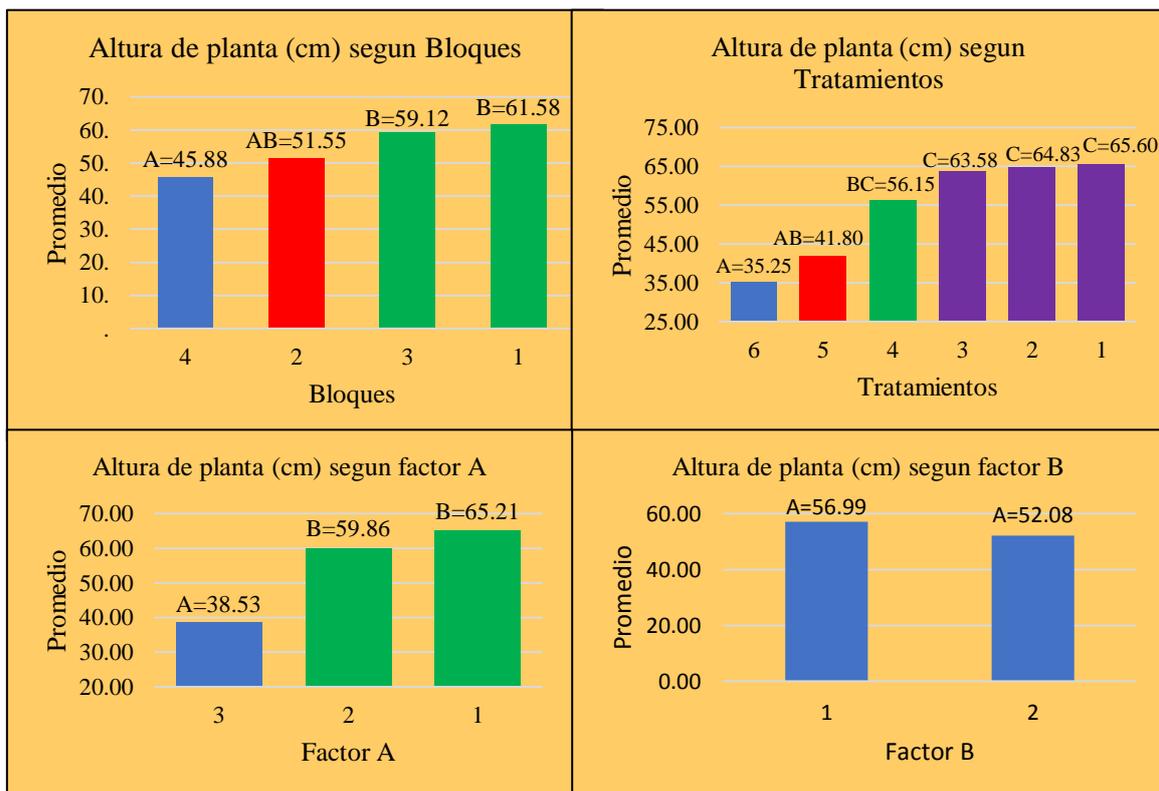
Nota: Desviación estándar 2.1; Coeficiente de variación 7.4 (poca variabilidad).

3.4. Parámetros agronómicos de la avena forrajera (*Avena sativa* L.).

a. Altura de planta (cm)

En la Figura 10 se observa la comparación de medias, mostrando que para el factor sistema de siembra no se encontró diferencias significativas ($p > 0.05$); sin embargo, en los bloques, el factor variedad de avena forrajera y los tratamientos, tuvieron diferencias significativas ($p < 0.05$); obteniendo, en el bloque 1 y 2 mayores diferencias significativas respecto a los demás; asimismo para el factor variedad de avena forrajera se tuvo a la variedad blanca urano con 65.21 cm mayor altura de planta, sin mostrar significancia con la variedad dorada cayuse, que tuvo 59.86 cm; Por otro lado en cuanto a los tratamientos el T₁, T₂ y T₃ con 65.60, 64.83 y 63.58 cm respectivamente, no tienen significancia entre sí; pero si difieren con los demás tratamientos, siendo el T₁ el de mayor valor. Por el contrario, el tratamiento con menor altura de planta fue el T₆ con 35.25 cm (ver Tabla 17 y 17 del anexo 1).

Figura 10. Distribución de la altura de planta de la avena forrajera (*Avena sativa* L.), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.

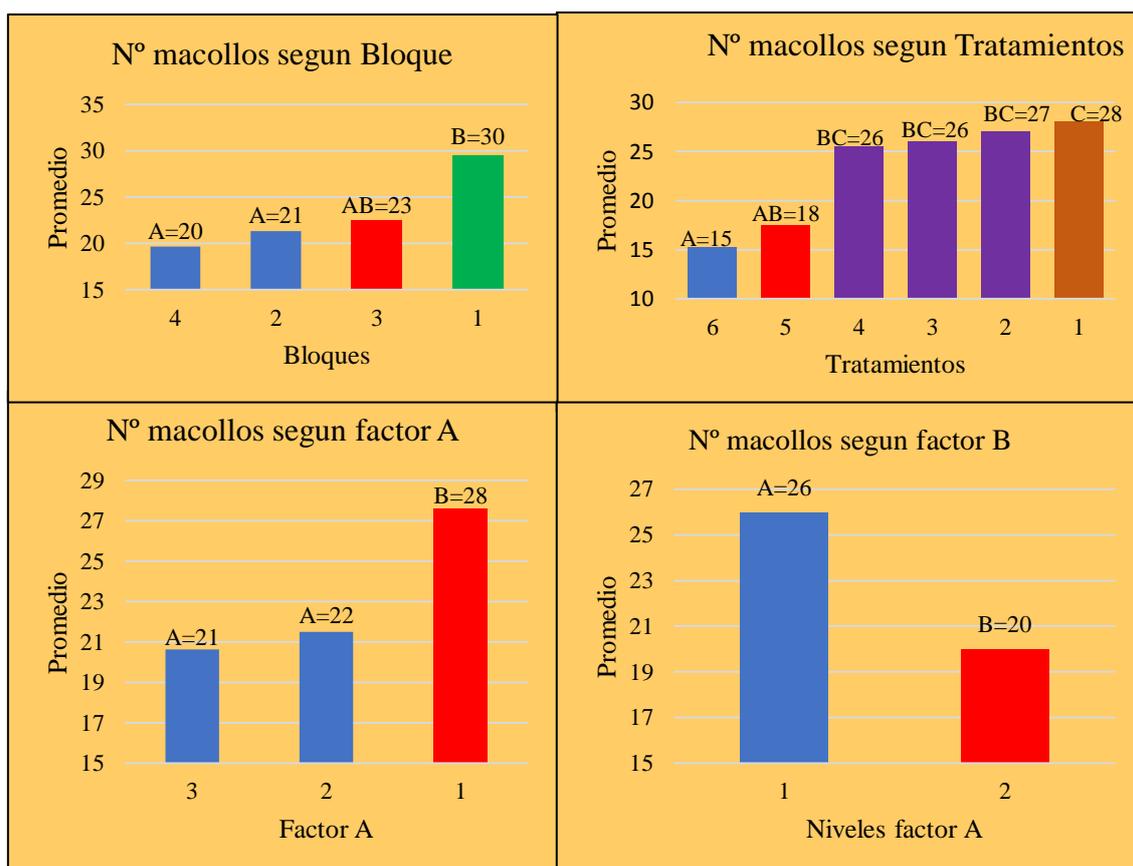


Nota: Desviación estándar 15.0; Coeficiente de variación 27.6 (moderada variabilidad).

b. Número de macollos

En la Figura 11 se observa la comparación de medias, mostrando en los bloques, los factores variedad de avena forrajera, sistema de siembra y los tratamientos, marcadas diferencias significativas ($p < 0.05$); obteniendo, en el bloque 1 mayor significancia respecto a los demás bloques; asimismo, en el factor variedad de avena forrajera se tuvo a la variedad blanca urano con 28 macollos, con mayor diferencia significativa respecto a las variedades dorada cayuse y negra forrajera. Por otro lado, para el factor sistema de siembra se tuvo mayor significancia en el sistema de siembra en surcos, comparando con el sistema de siembra al voleo. Mientras que en los tratamientos el T₁ con 28 macollos mostró mayor significancia respecto a los demás tratamientos; por el contrario, el tratamiento con menor número de macollos fue el T₆ con 15 macollos (ver Tabla 18 y 19 del anexo 1).

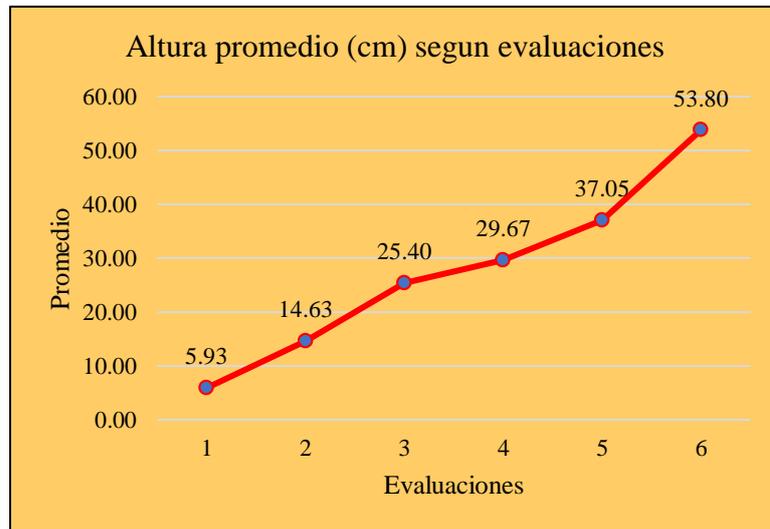
Figura 11. Distribución del número de macollos de la avena forrajera (*Avena sativa L.*), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.



Nota: Desviación estándar 7.3; Coeficiente de variación 31.4 (moderada variabilidad).

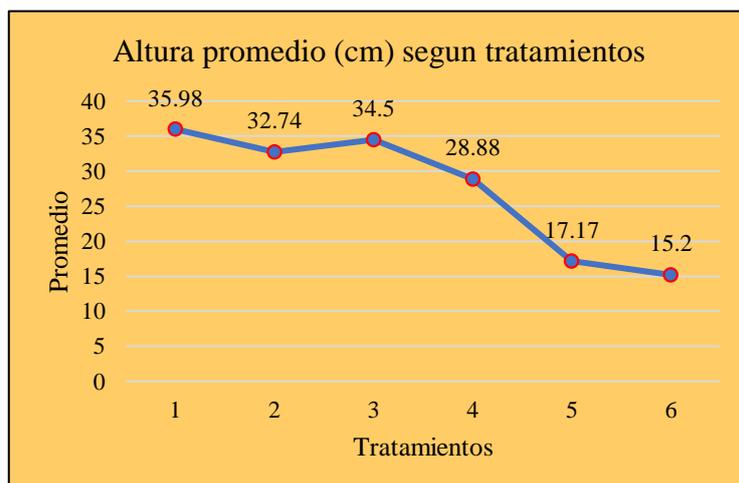
En la figura 12 se muestra la comparación de las alturas de planta promedio (cm) para todas las evaluaciones, lo cual se observó que la altura mínima es de 5,93 cm en la evaluación 1 y la altura máxima es de 53.80 cm, en la evaluación 6. Por lo que se evidenció un crecimiento continuo y que en la última evaluación alcanzó su mayor altura.

Figura 12. Comparación de la altura de planta entre las evaluaciones.



En la figura 13, se muestran las alturas de planta promedio (cm) según tratamientos, donde se evidenció que el T₁ obtuvo la mayor altura de 20.23 cm y el T₆ obtuvo la menor altura con 15.2 cm; es decir la variedad blanca urano sembrada en surcos tuvo mayor altura de planta, y la variedad negra forrajera sembrada al voleo obtuvo la menor altura de planta.

Figura 13. Comparación de la altura de planta entre los tratamientos



IV. DISCUSIONES

a. Rendimiento de forraje verde de avena forrajera (*Avena sativa L.*)

Al evaluar el rendimiento del forraje verde de tres variedades de avena forrajera bajo dos sistemas de siembra, por un periodo de 120 días, se obtuvo diferencias significativas respecto al factor variedad de avena forrajera de tratamientos; sin embargo, el factor sistema de siembra no influyó en el rendimiento de forraje verde. La significancia en el factor variedad de avena forrajera se encontró en la variedad blanca urano con 5.23 kg/m² de forraje verde, equivalente a 52300 kg/ha, siendo la variedad de mayor rendimiento; en cambio la variedad negra forrajera con 3.51 kg/m² que equivale a 35100 kg/ha, resulto con el más bajo rendimiento. Mientras tanto; los tratamientos con mayores rendimientos de forraje verde fueron el T₁ y T₂ con valores de 5.47 y 5.00 kg/m² que equivale a 54700 y 50000 kg/ha respectivamente; por el contrario, los tratamientos con los menores rendimiento de forraje verde fueron el T₃, T₄, T₅ y T₆ respectivamente, siendo el T₆ el que obtuvo el más bajo rendimiento (35100kg/ha).

Deduciendo los resultados encontrados tenemos que la variedad blanca urano presentó el mayor rendimiento de forraje verde llegando a producir 52300 kg/ha; asimismo es preciso mencionar que la variedad blanca urano sembrada en sistema en surcos, obtuvo los mejores rendimientos de 54700 kg/ha, caso similar ocurrió con la misma variedad sembrada bajo sistema al voleo con 50000 kg/ha. Estos resultados encontrados, concuerdan con la afirmación de (Maloney *et al.*, 1999), quienes manifiestan que el rendimiento de biomasa forrajera de avena presenta una gran variabilidad; asimismo tienen similitud con los resultados obtenidos por (Luna *et al.*, 2010), quienes evaluaron el rendimiento de forraje verde de avena en el estado de México y observaron que la avena tuvo un rendimiento de 45500 kg/ha de FV; Por el contrario (Alatraste, 2012), concluye, que el rendimiento promedio de forraje verde es de 26395 kg/ha; siendo similares con los resultados encontrados por (Murillo *et al.*, 2001), quien obtuvo 31000 kg/ha de FV; estos resultados son semejantes a los encontrados en la presente investigación respecto a los rendimientos de la variedad negra forrajera.

Por otro lado, los resultados obtenidos respecto a la variedad blanca urano, es semejante a lo manifestado por (Agustin, 2006), donde afirma que la avena forrajera variedad blanca urano, posee un alto rendimiento de biomasa. Asimismo se concuerdan con los resultados obtenidos por (INEC, 2012), quien hace mención que la avena es una gramínea que posee un alto rendimiento de forraje (30000-40000 kg/ha de materia verde) y la (UNALM Universidad Nacional Agraria La Molina, 2007), que reportó un rendimiento de forraje verde en la variedad blanca urano de 61000 kg/ ha.

b. Rendimiento de materia seca de avena forrajera (*Avena sativa* L.)

Para el rendimiento de materia seca, se observó que el factor sistema de siembra, no influyó en el rendimiento de materia seca. Sin embargo, el factor variedad de avena forrajera y los tratamientos, mostraron influencia en el rendimiento de materia seca; según como sigue: En el factor variedad de avena forrajera; la variedad blanca urano obtuvo los mejores rendimientos con 25.00% de MS, que equivale 13075 kg/ha; por sobre las variedades dorada cayuse y negra forrajera que tuvieron rendimientos de 24.26 y 23.63% equivalente a 9146.02 y 8294.13kg/ha respectivamente. Mientras tanto, los tratamientos con mayores rendimientos fueron el T₁ y T₂ con 25.04% y 24.95% de materia seca que equivalen a 12637.67 y 12475.00kg/ha respectivamente, por el contrario, el tratamiento con menor rendimiento de materia seca fue el T₆ con 23.51% que equivale a 8252.01kg/ha.

En base a los resultados obtenidos se evidencia que son similares a las conclusiones de (Maloney *et al.*, 1999), quienes afirman, que el rendimiento de avena forrajera presenta una gran variabilidad; también se concuerda con (Ramírez *et al.*, 2013) quienes manifiestan, que el sistema de siembra no afecta el rendimiento de forraje seco. Asimismo, tiene estrecha relación con los resultados obtenidos por (Nuñez *et al.*, 2010), quienes concluyen que el rendimiento de materia seca es de 13470 kg/ha; (Murillo *et al.*, 2001) quienes reportaron 10240 kg/ha de materia seca y con (Colín *et al.*, 2009), quienes mencionan, que la avena también se siembra en surcos, con un rendimiento de 9000-10000 kg/ha de materia seca. Por otra parte los resultados encontrados en la investigación se asemejan con

los obtenidos por (Hurtado, 1995), quien reporta a la variedad blanca urano con rendimiento de 11273.5 kg/ha de materia seca, seguido de la variedad dorada cayuse con 10 653.7 5 kg/ha; similares resultados obtuvieron (Argote & Halanoca, 2007), quienes reportaron rendimiento de 23.70% de materia seca en la avena dorada cayuse y la (UNALM Universidad Nacional Agraria La Molina, 2007), quien reportó un rendimiento de 23% de materia seca en condiciones de sierra con la variedad blanca urano. Sin embargo, (Bartl *et al.*, 2007), reportaron rendimientos de 6000 kg MS/ha en la variedad blanca urano; similar resultado encontró (Contreras & Abrecht, 2006), reportando 6700 kg/ha; siendo estos contradictorios a los obtenidos en la presente investigación; esta contradicción de debe posiblemente a las diferentes condiciones climáticas, de suelo, manejo agronómico, agua, época de siembra y otros.

c. Composición nutricional de la avena forrajera (*Avena sativa* L).

La composición nutricional de la avena forrajera abarca el contenido de proteína total(%PT), ceniza(%Cen), fibra cruda (%FC) y fibra detergente acida (%FDA); al evaluar estos parámetros se encontraron diferencias significativas en el factor variedad de avena forrajera, sistema de siembra y los tratamientos, teniendo en el factor variedad de avena forrajera a la variedad blanca urano con los mejores rendimientos de proteína total (22.50%); ceniza (6.67%); fibra cruda (24.67%) y fibra detergente acida (31.15%), respecto a las variedades dorada cayuse y negra forrajera que tuvieron rendimientos menores de (22.25%PT), (6.60%Cen), (24.17%FC), (28.32%FDA) y (21.96%PT), (%6.34Cen), (24.01%FC), (26.20%FDA) respectivamente. Asimismo, respecto al factor sistema de siembra, se evidenció que el sistema de siembra en surcos tuvo mayor influencia en la composición nutricional, respecto al sistema de siembra al voleo, deduciendo que al sembrar en surcos se obtiene mejor calidad de forraje y mayor valor nutricional. Mientras que en los tratamientos el T₁ obtuvo mayores rendimientos con 22.57%PT, 6.68%Cen, 24.87%FC y 31.34% FDA, respecto a los demás tratamientos, por el contrario, el tratamiento con menor rendimiento fue el T₆ con 21.92%PT; 6.26%Cen; 24.01%FC y 25.74%FDA, respectivamente.

De acuerdo a los resultados obtenidos se deduce, que la variedad blanca urano presentó mayores rendimientos de PT, Cen, FC y FDA; siendo la mejor en composición nutricional; Asimismo la variedad blanca urano sembrada en surcos también tuvo mayor rendimiento de PT, Cen, FC, y FDA; reflejando mejor composición nutricional. Estos resultados coinciden con los obtenidos por (Agustin, 2006), quien afirma, que la variedad de avena blanca urano, posee buen contenido nutricional; con (Watson, 2008), quien afirma, que la avena es rica en proteínas, grasas y fibras y con (Caballero *et al.*, 1995), quienes afirman que el contenido de proteína es el más importante en la calidad del forraje y que disminuye cuanto mayor sea el estado de madurez. Asimismo, los resultados obtenidos tienen concordancia con los obtenidos por (Arelovich *et al.*, 1997), quienes reportan entre 24.4 y 28.5% PT para la variedad blanca urano; de igual manera se asemejan con los resultados obtenidos por (Luna *et al.*, 2010), quienes reportaron 28.46% FDA y por (Argote & Halanoca, 2007), quienes reportaron entre 29.72% y 32.92% FDA. Sin embargo (Zamora *et al.*, 2002), reportaron 19.15% PC y 32.43% FDA y (Bolleta *et al.*, 2006), reportaron rendimientos de 14.1% PC y 26.2% FDA. Siendo estos dos últimos resultados contradictorios y extremos a los encontrados en la presente investigación,, que posiblemente se deben al momento de corte, edad de la planta, época de año y otros factores incontrolables.

d. Parámetros agronómicos de la avena forrajera (*Avena sativa L*)

Los parámetros agronómicos abarcan la altura de planta y el número de macollos, de los cuales se vieron influenciados el factor variedad de avena forrajera y los tratamientos, mientras que el factor sistema de siembra no tuvo influencia en la altura de planta; pero si en el número de macollos. En base a lo mencionado, para el factor variedad de avena forrajera, se tuvo a la variedad blanca urano con mayor altura 65.21cm y 28 macollos; de manera similar presentó la variedad dorada cayuse, que tuvo una altura de 59.86 cm y 22 macollos; en cuanto al factor sistema de siembra, el sistema en surcos fue determinante en el número macollos, debido posiblemente a que la planta encontró mejor anclaje para el enraizamiento y formación de brotes a comparación del sistema al voleo que fue contrario. Por otro lado, el tratamiento con mayor altura de planta fue el T₁ con 65.60cm y 28

macollos, similar resultó el T₂ y T₃ con 64.83 y 63.58cm de altura con 27 y 26 macollos respectivamente; por el contrario, el tratamiento con menor altura de planta fue el T₆ con 35.25cm y 15 macollos en promedio.

Durante el periodo de evaluación se observó un crecimiento continuo al inicio con una altura mínima de 5,93 cm y la altura máxima de 53.80 cm al momento del corte; además se evidenció que la variedad blanca urano sembrada en surcos (T₁) tuvo mayor altura de planta con 20.23 cm y la variedad negra forrajera sembrada al voleo (T₆) obtuvo la menor altura con 15.2 cm. Estos resultados obtenidos son similares a los que obtuvo (Alatraste, 2012), quien evaluó la altura de planta en 5 etapas, resultando promedios; a los 45 días después de la siembra (dds), 23.9cm; a los 60 dds, 36.7cm; a los 75 dds, 51.5cm; a los 90 dds, 80.5cm y a los 120 dds, 89.59cm respectivamente; concluyendo que la altura promedio de planta es 88.2cm. También son similares a los resultados obtenidos por (Argote & Halanoca, 2007), quienes reportaron 52.1cm de altura de planta y 7.67 macollos en la variedad dorada cayuse y 44.1cm de altura en la variedad negra forrajera.

e. Adaptabilidad de la avena forrajera (*avena sativa L.*)

Según los resultados obtenidos de rendimiento de forraje verde, rendimiento de materia seca, composición nutricional y parámetros agronómicos, se deduce que la variedad de avena forrajera blanca urano, por tener los mayores rendimientos y mejor valor nutritivo, se presenta como la mejor variedad adaptable a las condiciones geográficas, ecológicas y edafoclimáticas de la zona estudiada. Estos resultados se basan en las afirmaciones de (Tomaso & Bucar, 1994), quienes dicen, que la avena forrajera es fácil de cultivar, también se concuerda con (Rangel *et al.*, 2012), quienes hacen mención, que el cultivo de avena tiene amplio rango de adaptación desde partes altas, frías y lluviosas hasta ambientes semiáridos; lo mismo menciona (Paredes, 2016), que la avena se ha adaptado a una gran diversidad de pisos altitudinales, desde los 2 500 a 4 000 m.s.n.m y a climas variados, similar afirmación tiene (Argote, 2007), en donde menciona que la adaptabilidad de esta especie es muy alta y que necesita luminosidad de aproximadamente 4 a 7 horas sol/día.

V. CONCLUSIONES

- ✚ La variedad más adaptable a las condiciones locales del anexo Nuevo Olmal, es la variedad blanca urano, cultivada bajo el sistema de siembra en surcos; sin embargo, la variedad negra forrajera es difícil su adaptación por lo que requiere condiciones estables para su desarrollo.
- ✚ La variedad blanca urano cultivada bajo sistema de siembra en surcos, presentó los mejores rendimientos de forraje verde llegando a los 54700 kg/ha, en tanto que la variedad dorada cayuse presento rendimientos aceptables; por el contrario, la variedad negra forrajera presentó los más bajos rendimientos 35100kg/ha.
- ✚ La variedad con mayor rendimiento de materia seca y peso seco fue la blanca urano cultivada bajo el sistema de siembra en surcos con 25.04% de materia seca, que en kilogramos resulta 12637.67kg/ha; por el contrario, la variedad negra forrajera presentó menor rendimiento de materia seca con 23.51% equivalente a 8252.01kg/ha.
- ✚ La composición nutricional es el factor más importante y determinante en la calidad nutritiva de los pastos, en especial de gramíneas como la avena forrajera.
- ✚ La variedad blanca urano sembrada bajo sistema de siembra en surcos, presentó mayores contenidos de proteína total (%PT), ceniza (%Cen), fibra cruda (%FC) y fibra detergente acida (%FDA); por consiguiente, esta variedad fue la mejor, si de calidad nutricional se trata; llegando a obtener rendimientos de 22.57%PT, 6.68%Cen, 24.87%FC y 31.34% FDA.
- ✚ La variedad blanca urano bajo sistema de siembra en surcos tuvo mayor altura de planta con 65.60cm y 28 macollos.

VI. RECOMENDACIONES

- ✚ Se recomienda cultivar la variedad avena blanca urano, bajo sistema en surcos, en áreas más extensas, para beneficio de la población que se dedica a la actividad ganadera.
- ✚ Para una mejor precisión de los datos en investigaciones posteriores, se recomienda realizar más ensayos involucrando otros factores importantes que influyen en la calidad nutricional y composición bromatológica del forraje como fertilización, calidad de semilla, buenas prácticas agrícolas entre otros.
- ✚ Después de realizar las evaluaciones respectivas, se recomienda darle utilidad al pasto cortado mediante la conservación de forraje en heno o ensilaje.
- ✚ Es recomendable proteger completamente las parcelas que conforman las unidades experimentales, evitando el ingreso de animales u otros agentes adversos; la recolección de la muestra lo debe hacer el personal encargado del estudio.
- ✚ Teniendo en cuenta la gran variabilidad en el rendimiento de FV, %MS y composición nutricional de la avena forrajera; se recomienda ampliar el periodo de evaluación, variando entre 1-2 años, es decir hacer un seguimiento desde la etapa de germinación, hasta el 5 a 6 corte.
- ✚ Durante la recolección de los datos en campo se recomienda señalar las plantas que están dentro del cuadro de muestreo y que serán evaluadas de acuerdo con los tratamientos establecidos, con la finalidad de evitar obtener datos erróneos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C, (1990). Métodos oficiales de análisis. Asociación de químicos analíticos oficiales. Washigton, Estados Unidos: DC EE.UU.
- Agustin, (2006). Avena forrajera para época de estiaje para la ganadería en la sierra del Perú.
- Alatríste, (2012). Comportamiento productivo y crecimiento de cereales de invierno con fines forrajeros en zonas semiáridas. Universidad autónoma de San Luis de Potosí. Potosí, Bolivia: Facultad de Agronomía.
- Arelovich *et al.* (1997). Variedades de avena para la producción de forraje nutritivo y rendimiento de grano. Bahía Blanca.
- Arelovich *et al.*, (2004). Influencia de la calidad del heno y la ubicación de los pastos en el rendimiento del ganado de carne que pastan avena. *Agrícola. Resp*, 2.
- Argote, (2007). Gramíneas forrajeras. Puno.
- Argote & Halanoca, (2007). Evaluación y selección de gramíneas forrajeras tolerantes a condiciones climáticas del altiplano de Puno: En XXX reunión científica anual de la asociación peruana de producción animal. Cuzco- Perú.
- Avalos, (2009). Reproducción vegetativa del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) y su respuesta a la fertilización química y orgánica en la granja Lagucoto II, cantón Guaranda, provincial Bolívar. Bolívar, Ecuador: Facultad de zootecnia, Universidad estatal de Bolívar .
- Ball, (2000). Entendiendo la calidad del forraje. México. Obtenido de <http://www.agrofundation.org/projects/FQ.pdf>(15Apr.2003).
- Bartl *et al.*, (2007). Potencial de especies forrajeras locales y mejoradas para la alimentación de ganado. Lima, Perú.
- Blas *et al.*, (1987). Nutrición y alimentación del ganado. Madrid, España: Mudni-prensa.
- Bolleta *et al.*, (2006). Efectos de la fertilización nitrogenada sobre la producción de forraje y calidad en avena sativa. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Obtenido de

www.inta.gob.ar/...avena.../21.%20fertilizacion_nitrogenada_avena_sativa.
[8/12/2012].

Caballero *et al.*, (1995). Rendimientos de forraje y calidad de la arveja comun y la avena sembradas variando las tasas de siembra de las cosechas. Estados Unidos: Field crops res.

Carr *et al.*, (2001). Cebada frente a la avena: Lo que hace el cultivo forrajero superior. Centro de Extensión de Investigación. USA: Dickinson.

Castro *et al.*, (2013). Efecto de borde y la validez de los muestreos en el cultivo de arroz. Instituto Nacional de Ciencias Agrarias . Cuba: Cuba volumen 34.

Cespeda & Chiluisa, (2012). Evaluación de rendimiento en dos mezclas forrajeras avenavicia, (local e importada), con tres bioles y dos formas de aplicación, potrerillos belisario quevedo. Universidad Tecnica de Cotopaxi. Cotopaxi, Ecuador: Unidad academica de ciencias agropecuarias y recursos naturales.

Colín *et al.*, (2009). Producción y valor nutritivo de genotipos imberbes de cebada forrajera en la región lagunera de Mexico. Revista Mexicana de ciencias pecuarias, 1, 40.

Contreras & Abrecht, (2006). Producción de forraje y valor nutritivo de la avena en otoño y principios de verano. Buenos Aries, Argentina: Crop.Sci.

García, (2007). Requerimientos nutricionales, absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. Mexico, Mexico. Obtenido de <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1083> [consulta 27 de octubre de 2016]

Gutierrez, (2010). Manual de pastos en parcelas de pastoreo.

Hurtado, (1995). Estudio comparativo de rendimiento en 31 variedades de avena forrajera en el valle del mantaro. Universidad Nacional Agraria La Molina. Mantaro, Perú: UNALM.

INEC, (2012). Seguridad Alimentaria en el Ecuador. Quito, Ecuador.

INEI, (2014). IV senso nacional agropecuario. Obtenido de <http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.p>

- INIAP, (1996). cultivo de avena. Arequipa, Perú. Obtenido de http://www.iniap.gob.ec/sitio/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=2&sobi2Id=462&Itemid=
- Lafore *et al.*, (1999). Diagnostico alimenticio y composición químico nutricional de los principales insumos de uso pecuario del valle del mantaro. Revista de investigación veterinaria, 2.
- Lemaire & Gastal, (1997). Captación y distribución en toldos vegetales. Diagnostico de nitrógeno en cultivos. (S. Verlag, Ed.) Berlin, Alemania: Heidelberg.
- López, (1991). Cereales, cultivos herbáceos (Vol. 1). Madrid, España: Mudi-prensa.
- Luna *et al.*, (2010). Evaluación de rendimiento, calidad y composición botánica de asociaciones y monocultivos en Chapingo. Revista Mexicana de ciencias agropecuarias, 138.
- Maloney *et al.*, (1999). Granos pequeños para forraje de otoño y primavera. Buenos Aires, Argentina: Producción agrícola.
- Montoya, (1997). Estudio de muestreo probabilístico para estimar la infestación causada por la broca del café. Colombia: Cenicafe.
- Murillo *et al.*, (2001). Rendimiento de grano y forraje de líneas de triticale y centeno en baja california sur. Revista Fitotecnia, 24, 153.
- Núñez *et al.*, (2010). Caracterización agronómica y nutricional del forraje de variedades de especies anuales en la región norte de México. Revista mexicana de ciencias agropecuarias, 123.
- Paredes, (2016). Rendimiento, valor nutricional, ventajas comparativa en la región puno. puno.
- Quispe & Sandy, (2009). Evaluación de cultivares de cebada (*Hordeum vulgare*) y avena (*Avena sativa*) para la producción de forraje en la Estación Experimental Toralapa. INFO-INIAF.
- Ramírez *et al.*, (2013). Producción y calidad del forraje de variedades de avena en función del sistema de siembra. (F. d. ecología, Ed.) Revista Fitotec Mexico, 4, 403.

- Ramos *et al.*, (2010). Respuesta de cuatro especies de cereales a la densidad de plantas en siembra en surcos (en línea). Biotecnia. Obtenido de <http://www.biotecnia.uson.mx/revistas/articulos/6-Art26.pdf>.
- Rangel *et al.*, (2012). Evaluación de dos métodos de siembra de avena forrajera de temporal en el ciclo otoño e invierno. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreo- Coahuila, Mexico: Unidad Laguan.
- Robinson *et al.*, (2004). Ecuaciones de predicción de energía de forraje. Universidad de California. California, Estados Unidos: Extensión cooperativa.
- San Miguel, (2006). Fundamentos de alimentación y nutrición del ganado. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España: E.T.S Ingenieros de Montes.
- SENAMHI, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2008). Instituto Geofísico del Perú: Estación Huayao. Huancayo- Perú.
- SIACON, Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. (2011). Servicio agroalimentaria y pesquera (SIAP). Sagarpa, Mexico. Obtenido de www.sagarpa.gob.mx. (Julio 2011)
- Tomaso & Bucar, (1994). Programa de mejoramiento de avena en Bordenave. (E. B. agropecuaria, Ed.) Porto Alegre, Brasil.
- Tomaso, (2009). Cuadernillo clásico de forrajeras No. 149. Revista argentina de producción animal, 112.
- Tosí, (1996). Zonas de vida en el Perú. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Lima, Perú: Zona andina Boletín N° 5.
- UNALM, Universidad Nacional Agraria La Molina. (2007). Programa de Investigación y Proyección Social en Cereales y Granos Nativos. Cultivar de Avena “CENTENARIO”. Lima, Perú.
- Van Soest, (1991). Métodos para fibra dietética, fibra detergente neutra y polisacáridos sin almidón en relación con la nutrición animal. Estados Unidos: Dairy Sci.
- Vélez *et al.*, (2010). Tablas de composición química nutricional de alimentos y forrajes. Subproyecto de investigación Estratégica “Valoración Química Nutricional de

Recursos Alimenticios, Conocimiento Base para Mejorar la Competitividad y la Sustentabilidad de la Ganadería Bov. Arequipa, Perú.

Venegas, (2016). Evaluación del comportamiento agronómico de cinco variedades de avena bajo dos densidades de siembra en la estación experimental de cota. Universidad mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia: Facultad de agronomía.

Watson, (2008). Avena. Lima. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Avena>

Zamora *et al.*, (2002). Clasificación de triticales forrajeros por rendimiento de materia seca y calidad nutritiva en dos localidades de Coahuila. Revista Mexicana de Ciencia Pecuaria, 3(40), 242.

ANEXOS 1: TABLAS DE RESULTADOS

1.1. Análisis estadístico para la variable rendimiento de forraje verde (FV) de avena forrajera (*Avena sativa L.*).

Tabla 4. Análisis de variancia para el rendimiento de forraje verde (kg/m²) de avena forrajera (*Avena sativa L.*), según la influencia de los tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.

Fuente de Variación	Sc	G. L	Cm	F	Sig.
Bloque	0.246	3	0.082	1.507	0.253
Tratamiento	14.318	5	2.864	52.709	0.000
A	13.862	2	6.931	127.575	0.000
B	0.154	1	0.154	2.827	0.113
A * B	0.302	2	0.151	2.783	0.094
Error	0.815	15	0.054		
Total	15.38	23			

Fuente: Elaboración propia, según análisis en R; Sig<0.05: prueba significativa.

Tabla 5. Comparaciones múltiples de Tukey para el rendimiento de forraje verde (kg/m²) de avena forrajera (*Avena sativa L.*), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.

Bloque	Peso fresco	Literal	Grupo homogéneo
4	4.06	A	1
3	4.08	A	1
1	4.26	A	1
2	4.28	A	1
Tratamiento	Peso fresco	Literal	Grupo homogéneo
6	3.51	A	1
5	3.51	A	1
4	3.77	A	1
3	3.77	A	1
2	5.00	B	2
1	5.47	B	2
factor A	Peso fresco	Literal	Grupo homogéneo
3	3.51	A	1
2	3.77	A	1
1	5.23	B	2
factor B	Peso fresco	Literal	Grupo homogéneo
1	4.25	A	1
2	4.09	A	1

Fuente: Elaboración propia, según análisis en R; Sig<0.05: prueba significativa.

1.2. Análisis estadístico para la variable rendimiento de materia seca (%MS) de avena forrajera (*Avena sativa L.*).

Tabla 6. Análisis de variancia para el rendimiento de materia seca de avena forrajera (*Avena sativa L.*), según la influencia de los tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.

Fuente de variación	Sc	gl	Cm	F	Sig.	Influencia
Bloque	1.435	3	0.478	9.430	0.001	Si
Tratamiento	7.611	5	1.522	30.015	0.000	Si
A	7.481	2	3.740	73.759	0.000	Si
B	0.095	1	0.095	1.873	0.191	No
A * B	0.035	2	0.017	0.343	0.715	No
Error	0.761	15	0.051			
Total	17.417	28				

Fuente: Elaboración propia, según análisis en R; Sig<0.05: prueba significativa.

Tabla 7. Comparaciones múltiples de Tukey para el rendimiento de materia seca de avena forrajera (*Avena sativa L.*), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.

Bloque	% materia seca	Literal	Grupo homogéneo
1	24.01	A	1
4	24.20	A	1
2	24.29	A	1
3	24.68	A	1
Tratamiento	% materia seca	Literal	Grupo homogéneo
6	23.51	A	1
5	23.75	AB	2
4	24.23	BC	3
3	24.29	C	4
2	24.95	D	5
1	25.04	D	5
factor A	% materia seca	Literal	Grupo homogéneo
3	23.63	A	1
2	24.26	B	2
1	25.00	C	3
factor B	% materia seca	Literal	Grupo homogéneo
1	24.36	A	1
2	24.23	A	1

Fuente: Elaboración propia, según análisis en R; Sig<0.05: prueba significativa.

1.3. Análisis estadístico para la variable composición nutricional, de la avena forrajera (*Avena sativa L.*).

a. Proteína total (% PT)

Tabla 8. Análisis de variancia para el contenido de proteína total de la avena forrajera (*Avena sativa L.*), según la influencia de los tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.

Fuente de variación	Sc	Gl	Cm	F	Sig.	Influencia
Bloque	0.005	3	0.002	1.288	0.315	No
Tratamiento	1.366	5	0.273	204.945	0.000	Si
Factor A	1.202	2	0.601	450.647	0.000	Si
Factor B	0.135	1	0.135	101.250	0.000	Si
Factor A * factor B	0.030	2	0.015	11.091	0.001	Si
Error	0.020	15	0.001			
Total	1.391	23				

Fuente: Elaboración propia, según análisis en Spss y R, 2018.

Tabla 9. Comparaciones múltiples de Tukey para el contenido de proteína total de la avena forrajera (*Avena sativa L.*), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.

Bloque	% proteína total	Literal	Grupo
3	22.23	A	1
1	22.23	A	1
4	22.24	A	1
2	22.26	A	1
Tratamiento	% proteína total	Literal	Grupo
6	21.92	A	1
5	22.00	A	1
4	22.13	B	2
3	22.38	C	3
2	22.44	C	3
1	22.57	D	4
Factor A	% proteína total	Literal	Grupo
3	21.96	A	1
2	22.25	B	2
1	22.50	C	3
Factor B	% proteína total	Literal	Grupo
1	22.31	A	1
2	22.16	B	2

Fuente: Elaboración propia, según análisis en Spss y R, 2018.

b. Ceniza (%Cen).

Tabla 10. Análisis de variancia para el contenido de ceniza de la avena forrajera (*Avena sativa L.*) según la influencia de los tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.

Fuente de variación	Sc	Gl	Cm	F	Sig.	Influencia
Bloque	0.001	3	0.000	0.914	0.458	No
Tratamiento	0.531	5	0.106	196.109	0.000	Si
factor A	0.472	2	0.236	436.055	0.000	Si
Factor B	0.031	1	0.031	56.951	0.000	Si
Factor A * factor B	0.028	2	0.014	25.742	0.000	Si
Error	0.008	15	0.001			
Total	0.540	23				

Fuente: Elaboración propia, según análisis en Spss y R, 2018.

Tabla 11. Comparaciones múltiples de Tukey para el contenido de ceniza de la avena forrajera (*Avena sativa L.*), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.

Bloque	% ceniza	Literal	Grupo
2	65.23	A	1
3	65.35	A	1
4	65.42	A	1
1	65.43	A	1
Tratamiento	% ceniza	Literal	Grupo
6	6.26	A	1
5	6.43	B	2
4	6.59	C	3
3	6.61	CD	4
2	6.65	DE	5
1	6.68	E	6
Factor A	% ceniza	Literal	Grupo
3	6.34	A	1
2	6.60	B	2
1	6.67	C	3
Factor B	% ceniza	Literal	Grupo
1	6.57	A	1
2	6.50	B	2

Fuente: Elaboración propia, según análisis en Spss y R, 2018.

c. Fibra cruda (% FC)

Tabla 12. Análisis de variancia para el contenido de fibra cruda de la avena forrajera (*Avena sativa L.*), según la influencia de los tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.

Fuente de variación	Sc	Gl	Cm	F	Sig.
Bloque	.001	3	0000	1.765	0.197
Tratamiento	2.237	5	0447	1578.906	0.000
Factor A	1.879	2	0.939	3315.632	0.000
Factor B	0.194	1	0.194	686.118	0.000
Factor A * factor B	0.164	2	0.082	288.574	0.000
Error	0.004	15	0.000		
Total	2.243	23			

Fuente: Elaboración propia, según análisis en Spss y R, 2018.

Tabla 13. Comparaciones múltiples de Tukey para el contenido de fibra cruda de la avena forrajera (*Avena sativa L.*), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.

Bloque	% fibra cruda	Literal	Grupo
2	24.27	A	1
1	24.28	A	1
4	24.29	A	1
3	24.3	A	1
Tratamiento	% fibra cruda	Literal	Grupo
6	24.01	A	1
5	24.01	A	1
4	24.11	B	2
3	24.24	C	3
2	24.47	D	4
1	24.87	E	5
Factor A	% fibra cruda	Literal	Grupo
3	24.01	A	1
2	24.17	B	2
1	24.67	C	3
Factor B	% fibra cruda	Literal	Grupo
1	24.37	A	1
2	24.19	B	2

Fuente: Elaboración propia, según análisis en Spss y R, 2018.

d. Fibra detergente acida (%FDA)

Tabla 14. Análisis de variancia para el contenido de fibra detergente acida de la vena forrajera (*Avena sativa L.*) según la influencia de los tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.

Fuente de variación	Sc	Gl	Cm	F	Sig.
Bloque	0.139	3	0.046	2.540	0.060
Tratamiento	103.163	5	20.633	2027.655	0.000
Factor A	99.012	2	49.506	4865.212	0.000
Factor B	3.619	1	3.619	355.682	0.000
Factor A * factor B	0.531	2	0.265	26.085	0.000
Error	0.153	15	0.010		
Total	103.454	23			

Fuente: Elaboración propia, según análisis en Spss y R, 2018.

Tabla 15. Comparaciones múltiples de Tukey para el contenido de fibra detergente acida de la avena forrajera (*Avena sativa L.*), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.

Bloque	% FDA	Literal	Grupo
2	28.45	A	1
4	28.52	A	1
3	28.60	A	1
1	28.65	A	1
Tratamiento	% FDA	Literal	Grupo
6	25.74	A	1
5	26.66	B	2
4	27.80	C	3
3	28.85	D	4
2	30.97	E	5
1	31.34	F	6
Factor A	% FDA	Literal	Grupo
3	26.20	A	1
2	28.32	B	2
1	31.15	C	3
Factor B	% FDA	Literal	Grupo
1	28.95	A	1
2	28.17	B	2

Fuente: Elaboración propia, según análisis en Spss y R, 2018.

1.4. Análisis estadístico para la variable parámetros agronómicos de la avena forrajera (*Avena sativa L.*)

a. Altura de planta (cm).

Tabla 16. Análisis de variancia para la altura de planta de la avena forrajera (*Avena sativa L.*) según la influencia de los tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.

Fuente variación	Sc	Gl	Cm	F	Sig.
Bloque	926.59	3	308.864	5.266	0.011
Tratamiento	3386.96	5	677.392	11.549	0.000
Factor A	3189.69	2	1594.845	27.190	0.000
Factor B	145.04	1	145.042	2.473	0.137
Factor A * factor B	52.23	2	26.113	0.445	0.649
Error	879.82	15	58.655		
Total corregido	5193.37	23			

Fuente: Elaboración propia, según análisis en Spss y R, 2018.

Tabla 17. Comparaciones múltiples de Tukey para la altura de la avena forrajera (*Avena sativa L.*), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.

Bloque	Altura (cm)	Literal	Grupo
4	45.88	A	1
2	51.55	AB	2
3	59.12	B	3
1	61.58	B	3
Tratamiento	Altura (cm)	Literal	Grupo
6	35.25	A	1
5	41.80	AB	2
4	56.15	BC	3
3	63.58	C	4
2	64.83	C	4
1	65.60	C	4
Factor A	Altura (cm)	Literal	Grupo
3	38.53	A	1
2	59.86	B	2
1	65.21	B	2
Factor B	Altura (cm)	Literal	Grupo
1	56.99	A	1
2	52.08	A	1

Fuente: Elaboración propia, según análisis en Spss y R, 2018.

b. Número de macollos

Tabla 18. Análisis de variancia para el número de macollos de la avena forrajera (*Avena sativa L.*), según la influencia de los tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.

Fuente de variación	Sc	Gl	Cm	F	Sig.
bloque	336.83	3	112.28	5.658	0.008
tratamiento	592.00	5	118.40	5.966	0.003
factor A	232.75	2	116.38	5.864	0.013
Factor B	228.17	1	228.17	11.498	0.004
Factor A * factor B	131.08	2	65.54	3.303	0.065
Error	297.67	15	19.84		
Total	1226.50	23			

Fuente: Elaboración propia, según análisis en Spss y R, 2018.

Tabla 19. Comparaciones múltiples de Tukey para el número de macollos de la avena forrajera (*Avena sativa L.*), según tratamientos, bloques, variedad y sistema de siembra.

Bloque	Nº Macollos	Literal	Grupo
4	20	A	1
2	21	A	1
3	23	AB	2
1	30	B	3
Tratamiento	Nº Macollos	Literal	Grupo
6	15	A	1
5	18	AB	2
4	26	BC	3
3	26	BC	3
2	27	BC	3
1	28	C	4
Factor A	Nº Macollos	Literal	Grupo
3	21	A	1
2	22	A	1
1	28	B	2
Factor B	Nº Macollos	Literal	Grupo
1	26	A	1
2	20	B	2

Fuente: Elaboración propia, según análisis en Spss y R, 2018.

Tabla 20. Resumen estadístico descriptivo de la altura de planta (cm) según evaluaciones y tratamientos.

Evaluaciones y tratamientos	Indicadores de la Altura de planta			
	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Evaluacion 1	5,93	2,79	1,90	16,90
Evaluacion 2	14,63	6,64	7,20	36,70
Evaluacion 3	25,40	12,24	9,40	43,40
Evaluacion 4	29,67	13,16	11,20	51,50
Evaluacion 5	37,05	14,44	14,50	71,30
Evaluacion 6	53,80	14,92	21,50	71,20
Tratamiento 1	35,98	20,23	5,90	71,30
tratamiento 2	32,74	20,08	6,10	71,20
Tratamiento 3	34,5	18,5	5,40	67,90
Tratamiento 4	28,88	19,15	5,40	66,60
Tratamiento 5	17,17	13,19	2,80	52,70
Tratamiento 6	15,2	12,15	1,90	58,60

Fuente: Elaboración propia, según datos recolectados y procesados en Statistix, 2018

Tabla 21. Desviación estándar y coeficiente de variación para todas las variables evaluadas.

Variables de estudio	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Coeficiente de variación %	Interpretacion Cv%
% Ceniza	6.2	6.7	6.5	0.2	2.3	minima variabilidad
% proteina total	21.8	22.6	22.2	0.2	1.1	minima variabilidad
% fibra cruda	24.0	24.9	24.3	0.3	1.3	minima variabilidad
% Fibra Detergente Acida (FDA)	25.7	31.4	28.6	2.1	7.4	poca variabilidad
altura (cm)	21.5	71.3	54.5	15.0	27.6	moderada variabilidad
Numero de macollos (unid)	13.6	44.7	23.2	7.3	31.4	moderada variabilidad
% Materia seca	23.0	25.1	24.3	0.7	2.7	minima variabilidad
Peso fresco (Kg/m2)	3.3	5.7	4.2	0.8	19.6	moderada variabilidad

ANEXOS 2: GALERIA DE FOTOGRAFIAS



Fotografía 1. Elección del área experimental




"UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS"
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE CEJA DE SELVA"
LABORATORIO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y AGUAS

ANALISIS DE SUELOS : FERTILIDAD

1. DATOS :

Solicitante : WILSON GUIMAC ROJAS

Departamento : AMAZONAS Anexo : NUEVO OLMAL
 Provincia : CHACHAPOYAS Código :
 Distrit : SONCHE Fecha : 06/08/18

2. RESULTADO DEL ANALISIS SOLICITADO

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1)	P	K	C	M.O	N
Lab	Muestra		dS/m					
548	NUEVO OLMAL	3.67	0.03	8.31	64.66	3.25	5.60	0.28


 Eddy Chachibe Vela

Fotografía 2. Analisis de suelos



Fotografía 3. Preparación del terreno



Fotografía 4. Delimitación y medición de las parcelas



Fotografía 5. Colocación de letreros en las parcelas



Fotografía 6. Siembra al boleto y en surcos de variedades de avena forrajera



Fotografía 7. Momento de corte



Fotografía 8. Muestreo para la identificación y selección de la muestra.



Fotografía 9. Etiquetado de las muestras



Fotografía 10. Pesado de forraje verde de avena forrajera



Fotografía 11. Determinación de materia seca (%) de avena forrajera



Fotografía 12. Determinación de la composición nutricional de avena forrajera



Fotografía 13. Selección de la muestra y evaluación de la altura de planta



Fotografía 14. Conteo del número de macollos