

**PRODUCCIÓN Y CALIDAD NUTRICIONAL DE CUATRO VARIEDADES DE AVENA
FORRAJERA (*Avena sativa* L) EN LA UNIDAD AGROAMBIENTAL “EL TÍBAR” DEL
MUNICIPIO DE UBATÉ-CUNDINAMARCA**

DANIELA ISABEL MOLINA SIERRA

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA – SECCIONAL UBATÉ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROGRAMA DE ZOOTECNIA

2022

**PRODUCCIÓN Y CALIDAD NUTRICIONAL DE CUATRO VARIEDADES DE AVENA
FORRAJERA (*Avena sativa* L) EN LA UNIDAD AGROAMBIENTAL “EL TÍBAR” DEL
MUNICIPIO DE UBATÉ-CUNDINAMARCA**

DANIELA ISABEL MOLINA SIERRA

Código: 250214124

Trabajo de grado, Modalidad: Proyectos de Investigación. Presentado como requisito para optar
al título de: ZOOTECNISTA

DIRECTOR

TOMÁS FERNANDO GRACIA DÍAZ M.Sc. Química

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA – SECCIONAL UBATÉ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROGRAMA DE ZOOTECNIA

2022

PRELIMINARES DE ACEPTACIÓN

Firma Jurado

Firma Jurado

Ubaté, febrero de 2022

AGRADECIMIENTOS

- Agradezco a Dios principalmente por permitirme culminar con mi trabajo.
- Mis padres, hermano y familiares que siempre me apoyaron y ayudaron en todo momento, los amo.
- A los profesores René Adolfo González Uribe, Tomás Fernando Gracia Díaz, Directores del trabajo de grado y a los jurados profesores: Edicson Mauricio Rincón Soledad y Javier Eduardo Cortés Cortés por participar corrección del documento.
- la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – UDCA, por la colaboración con el análisis de laboratorio.
- A todas las demás personas que estuvieron presentes y colaboraron con este convenio entre la universidad de Cundinamarca y la UDCA, les reitero mis más sinceros agradecimientos.

RESUMEN

En el presente estudio se tuvo en cuenta como objetivo primordial evaluar la producción y calidad nutricional de cuatro variedades de avena forrajera (Cayuse, Suprema, Ever Leaf y Konan) en dos periodos de siembra (menor y mayor lluvia).

Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones por variedad (16 unidades experimentales por periodo). En el cultivo se recolectaron datos como la altura de la planta (cm), producción de forraje verde en kg/m² y los días a la cosecha en estado de grano lechoso. En el laboratorio se realizó porcentajes de: proteína total (PT), materia seca (MS), extracto etéreo (EE), cenizas (C), fibra de detergente neutro (FDN), fibra de detergente ácido (FDA), materia orgánica (MO), energía bruta (EB) en kcal/kg, degradabilidad materia seca (DEGR.MS), degradabilidad proteína total (DEGR. PT) y degradabilidad fibra detergente neutra (DEGR. FDN) y el programa estadístico que se utilizó fue Statistical Analysis System (SAS).

Se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos (variedades) y entre periodos de siembra para la mayoría de las variables evaluadas; en el 2018 (mayor lluvia) hubo mayor cantidad de producción de forraje verde (4,3 kg/m²) y porcentaje de FDN (68,7%) con la variedad Cayuse, el mejor índice en cuanto al porcentaje de proteína (11,32 %) se dio en el 2019 (menor lluvia) con esta misma variedad. El más alto porcentaje de MS se dio en el 2019 con la variedad Ever Leaf (40,8%) y los porcentajes de degradabilidad fueron superiores en este mismo año. Las variedades no superaron los parámetros estimados por la casa comercial, por lo tanto se sugiere realizar bromatológico en las variedades que utilicen, ya que la composición nutricional depende la relación clima-planta-suelo.

Palabras clave: avena forrajera, composición nutricional, producción, clima, variedad.

SUMMARY

The primary objective of the present study was to evaluate the production and nutritional quality of four varieties of forage oats (Cayuse, Supreme, Ever Leaf and Konan) and their behavior in two sowing periods (lower and higher rainfall). The design of the experiments was a random complete block, with four replicates per variety (16 experimental units per period). In the crop, information's such as: plant height (cm), green forage production in kg/m² and days to harvest in the milky grain state were collected and described. In the laboratory, relevant data as the percentages of the following components were collected: total protein (TP), dry matter (MS), ether extract (EE), ashes (C), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (FDA), organic matter (OM), gross energy (GE) in kcal/kg, dry matter degradability (DEGR.MS), total protein degradability (DEGR.PT) neutral detergent fiber degradability (DEGR.FDN), finally the statistical program used in this project was Statistical Analysis System (SAS).

Significant differences ($p \leq 0.05$) were found between treatments (varieties) and between planting periods for most of the variables evaluated; In 2018 (a year with greater rainfall) there was a greater amount of green forage production (4.3 kg/m²) and NDF percentage (68.7%) with the Cayuse variety, the best index in terms of protein percentage (11, 32%) occurred in 2019 (a year with less rain than 2018) with this same sort of oat. The highest percentage of DM occurred in 2019 with the Ever Leaf variety (40.8%), the percentages of degradability were higher in this same year. The varieties did not exceed the parameters estimated by the commercial house, therefore it is suggested to carry out a bromatological test on the varieties they use, since the nutritional composition depends on the relation between climate-plant-soil.

Keywords: fodder oats, nutritional composition, production, climate, variety.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. PROBLEMA.....	15
2.1. Formulación de la pregunta.....	15
2.2. Descripción del problema.....	15
3. OBJETIVOS	17
3.1. General.....	17
3.2. Específico.....	17
4. MARCO TEÓRICO.....	18
4.1. Generalidades.....	18
4.2. Componentes de los pastos y forrajes.....	19
4.3. Taxonomía.....	21
4.3.1. Clasificación según la taxonomía.....	21
4.4. Avena forrajera.....	24
4.4.1. Descripción Taxonómica de la avena.....	25
4.4.2. Morfología.....	26
4.4.3. Fisiología.....	27
4.4.4. Siembra.....	29
4.4.5. Fertilización.....	30
5. DISEÑO METODOLÓGICO.....	31
5.1. Ubicación geográfica.....	31
5.2. Duración de la investigación.....	32

5.3.Insumos.....	32
5.4.Metodología.....	33
5.4.1. Preparación del terreno y siembra.....	33
5.4.2. Distribución de los tratamientos en el área experimental.....	36
5.4.3. Recolección de los datos.....	37
5.4.4. Recolección de las muestras.....	38
5.4.5. Secado, molienda y almacenado de las muestras.....	40
5.4.6. Bromatológico del forraje de avena.....	41
5.5.Fuentes de información.....	45
5.6. Análisis estadístico.....	46
5.6.1. Hipótesis.....	46
5.6.1.1.Hipótesis nula.....	46
5.6.1.2.Hipótesis alterna.....	46
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	47
6.1.Resultados y discusión.....	47
6.1.1. Primera fase o fase de campo.....	47
6.1.2. Segunda fase o fase de laboratorio.....	51
7. CONCLUSIONES.....	63
8. RECOMENDACIONES.....	64
9. BIBLIOGRAFÍA.....	65
10. ANEXOS.....	73

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Tiempo a la cosecha en días de dos periodos de las cuatro variedades de avena forrajera.....	48
Tabla 2: Altura y producción de biomasa de las cuatro variedades de avena en dos periodos de lluvia diferente.....	51
Tabla 3: Composición químico nutricional (base seca) de cuatro variedades de <i>A. sativa</i>	56
Tabla 4: Pared Celular y Energía Bruta de cuatro variedades de <i>A. sativa</i> forrajera. Base Seca.....	59
Tabla 5: Porcentaje de Degradabilidad de la Materia Seca, PT y FDN de cuatro variedades de <i>A. sativa</i> forrajera. Base seca.....	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Composición química del pasto.....	19
Figura 2: Clasificación taxonómica de las platas.....	22
Figura 3. Características morfológicas de la avena.....	26
Figura 4: etapas de crecimiento de la planta de avena.....	28
Figura 5: vista satelital del predio donde se encuentra ubicada la unidad agroambiental “EL TÍBAR”.....	31
Figura 6: Prueba de germinación en el laboratorio de la universidad de Cundinamarca.....	34
Figura 7: Estableciendo las parcelas en el terreno con sus respectivas mediciones.....	35

Figura 8: Riego de las parcelas de avena forrajera.....	35
Figura 9: Identificación de cada variedad en su respectiva repetición con distintivos dentro de cada parcela.....	36
Figura 10: Distribución de los tratamientos con sus repeticiones en el terreno.....	37
Figura 11: Formato para la recolección de los dato de campo	38
Figura 12: Grano lechoso de la Avena forrajera	39
Figura 13: Avena forrajera con el cuadro de aforo de 1m2	39
Figura 14: Pesaje en báscula digital del forraje.....	40
Figura 15: Análisis de suelos del lote donde se estableció la unidad experimental.....	73
Figura 16: Resultados de la composición nutricional de las cuatro variedades de avena forrajera hecho por la UDCA.....	74
Figura 17: Resultados del porcentaje de materia seca (%MS) de las cuatro variedades de avena forrajera hecho por la UDCA.....	75
Figura 18: Hojas en la avena forrajera dañadas por la babosa.....	76
Figura 19: Control con cal viva y producto comercial baboxa para la babosa.....	76
Figura 20: Presencia de la chinche (Collaria spp.) en la avena forrajera.....	77
Figura 21: Roya amarilla en las hojas de la avena forrajera	77
Figura 22: Fumigación con productos para erradicar y controlar enfermedades y plagas.....	78
Figura 23: Posibles síntomas de deficiencia en fosforo	78
Figura 24: Embauche y floración de la avena forrajera.....	79

Figura 25: Volcado de la avena forrajera en las variedades Cayuse y Konan en el año 2018.....	79
Figura 26: ficha técnica avena forrajera de la variedad Cayuse.....	80
Figura 27: ficha técnica avena forrajera de la variedad Konan.....	81
Figura 28: ficha técnica avena forrajera de la variedad Ever Leaf.....	82
Figura 29: ficha técnica avena forrajera de la variedad Suprema.....	83
Figura 30: ANAVA de la altura de la planta, hecho en el programa SAS.....	84
Figura 31: ANAVA peso del forraje verde en Kg, hecho en el programa SAS.....	85
Figura 32: ANAVA del porcentaje de materia seca (MS%), hecho en el programa SAS.....	86
Figura 33: ANAVA del porcentaje de la proteína total (PT%), hecho en el programa SAS.....	87
Figura 34: ANAVA del porcentaje del extracto etéreo (EE%), hecho en el programa SAS.....	88
Figura 35: ANAVA del porcentaje de materia orgánica (MO%), hecho en el programa SAS.....	89
Figura 36: ANAVA del porcentaje de la fibra de detergente neutro (FDN%), hecho en el programa SAS.....	90
Figura 37: ANAVA del porcentaje de la fibra de detergente ácido (FDA%), hecho en el programa SAS.....	91
Figura 38: ANAVA de la energía bruta (EB Kcal/kg), hecho en el programa SAS.....	92

Figura 39: ANAVA de la digestibilidad de la materia seca (T. SOL. (0 horas)) Hecho en el programa SAS.....	93
Figura 40: ANAVA de la digestibilidad de la materia seca (24H (24 horas)) hecho en el programa SAS.....	94
Figura 41: ANAVA de la digestibilidad de la materia seca (48H (48 horas)) hecho en el programa SAS.....	95
Figura 42: ANAVA de la degradabilidad de la proteína bruta (% DIG. PT), hecho en el programa SAS.....	96
Figura 43: ANAVA de la degradabilidad de la fibra de detergente acida (% DIG. FDN), hecho en el programa SAS.....	97

TABLA DE GRÁFICOS

Gráfica 1. Relación entre la etapa de crecimiento de pastos y cambio de componentes (% de MS).....	20
--	----

1. INTRODUCCIÓN

Para compensar la demanda alimenticia, los sistemas agropecuarios en el 2050 deberán hacer casi un 50% más de alimentos, forrajes y biocombustibles de los que produjeron en el año 2012. Esta estimación de la FAO tiene en cuenta las últimas proyecciones de las Naciones Unidas (ONU) que muestra que la población mundial alcanzara los 9.730 millones para 2050. En el África sub-Saharan y el sur de Asia, se espera que la producción agrícola se duplique con creces para en el 2050 lograr satisfacer la creciente demanda, mientras se pronostica que el resto del mundo crezca alrededor de un tercio superior al nivel actual (Organization of the United Nations [FAO], 2017).

En Colombia la población bovina se extendió a 633.408 predios, totalizados en 27.973.390 reses, una disminución del 3,4% respecto al 2020. Igual que el año pasado, el 68,2% del ganado bovino se concentra en los departamentos de Antioquia (11,3%), Meta (7,7%), Córdoba (7,6%), Casanare (7,5%), Caquetá (7,4%), Santander (5,9%), Cesar (5,5%), Magdalena (5,3%), Cundinamarca (5,2%) Y Bolívar (4,9%) (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2021).

La agricultura climáticamente inteligente ha impulsado la ganadería integrada y la ganadera sostenible, que componen los objetivos medioambientales y de producción a través de la rotación de pastos y cultivos forrajeros para optimizar la calidad del suelo y reducir la erosión, y utilizar estiércol para conservar la fertilidad del suelo. En la agricultura climáticamente inteligente, los sistemas agroforestales son una forma importante de producir alimentos de manera sostenible y preservar los ecosistemas, especialmente en áreas marginales degradadas (FAO, 2017). La avena (*Avena sativa L.*) es un cereal importante que se ubica entre los diez primeros más cultivados del mundo junto con otros cultivos como el maíz, el arroz, el trigo, la

cebada y el sorgo. La avena se caracterizan por un alto contenido de proteínas, una estructura equilibrada de aminoácidos, fibra, carbohidratos, ácidos grasos insaturados , micronutrientes esenciales y otros nutrientes que varían según la variedad y los entornos de crecimiento (Kriger, et al., 2018).

Actualmente que los productores sufren con la escases de alimento para el ganado bovino por el cambio climático que se ha observado en los últimos años, el cual se considera una amenaza para los forrajes y pasturas en general; para Fajardo (2019, p. 192) el Valle de Ubaté es muy sensible a la presencia de eventos de insuficiencia hídrica a escala mensual, también puede ser vulnerable a circunstancias de sequía como de exceso hídrico.

En este estudio se utilizan algunas variedades de avena forrajera para hacer una detallada evaluación en cuanto a comportamiento en campo y contenido nutricional presente, con el fin de determinar cuál es la variedad que se adapta mejor al municipio de Ubaté.

2. PROBLEMA

2.1. Formulación de la pregunta

¿De las variedades de (Avena sativa) Cayuse, Konan, Ever leaf y Suprema que se comercializan en la provincia de Ubaté, cuál de ellas produce la mayor cantidad de forraje y aporta la mayor cantidad de nutrientes?

2.2. Descripción del problema

En la provincia de Ubaté, los productores de leche se ven afectados por la falta de alimento para las vacas, especialmente en la época de sequía ocasionando grandes pérdidas económicas, esto debido a que en la región la mayoría de población rural se dedica a esta producción, a tal punto que Ubaté ha sido llamada “la capital lechera del país”.

Los productores utilizan algunos subproductos de cosecha para alimentar a los animales, sin embargo, muchos de estos no aportan muchos nutrientes y por el contrario generan un desgaste al animal por la remasticación de estos elementos, lo cual se constituye en una pérdida de energía.

En el trópico alto los forrajes contienen una mayor cantidad de nutrientes que los que se pueden encontrar en forrajes del trópico bajo, sin embargo, para las vacas especializadas en producción de leche un problema que suele presentarse es la cantidad de energía que contienen los forrajes, por tal razón se hace necesario suplementarla; para esto los nutricionistas han venido socializando y promocionando el uso de alimentos que complementan la dieta. Adicionalmente sigue llegando a nuestro país una gran cantidad de materiales forrajeros que se liberan y los productores reproducen sin una previa información, es decir se desconoce cuánta biomasa produce, la calidad nutricional que contiene, las enfermedades y plagas que los pueden afectar en la región.

Dentro del material vegetal más utilizado en el trópico alto están las avenas, que se caracterizan por su alta producción de forraje y grano, sin embargo, no se han realizado estudios dentro de la región que permitan al productor tener claridad sobre ello, por lo tanto, se hizo necesario realizar este tipo de proyecto para aclarar esta duda que afecta a los productores.

3. OBJETIVOS

3.1. General

Evaluar la producción de forraje y la calidad nutricional de cuatro variedades de avena en dos períodos de lluvia (menor y mayor) en la unidad agroambiental “El Tíbar” ubicada en el municipio de Ubaté, Cundinamarca.

3.2. Específicos

- Determinar la producción de forraje (Avena sativa) de las variedades Cayuse, Suprema, Ever Leaf y Konan, cuando lleguen al estado de grano lechoso en los periodos evaluados.
- Analizar la composición nutricional con un bromatológico de las muestras obtenidas una vez se coseche el material experimental.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Generalidades

Habitualmente, cuando se cultiva, sea cual sea su propósito, se requiere un amplio conocimiento del suelo, Colombia cuenta con una diversidad geográfica que requiere un adecuado manejo adecuado de todas las actividades agrícolas o pecuarias que se vayan a realizar. Según el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (como se citó en Villanueva, 2018) Colombia es conocida como el séptimo país más grande de América en extensión, con una superficie continental de 1´141.748km², teniendo una ubicación privilegiada en el norte del cono sur de América, acceso a dos océanos (Océano Atlántico y Océano Pacífico) y una gran variedad de pisos térmicos debido a las tres cordilleras que lo atraviesan.

En la Región Andina la genealogía gira en torno a los Andisoles (16.4%) y de sus integrados y extragrados; son áreas con contenido de cenizas volcánicas en climas húmedos y temperaturas moderadas a bajas. con la excepción de algunos Alfisoles (0.8%), la mayoría de los suelos restantes (Mollisoles, 2% y Vertisoles, 0.1%) están asociados a ciclos evolutivos cortos, especialmente a los holocénicos y procesos de ablación (Malagón, 2003).

La región andina contiene fácilmente todos los ambientes del territorio colombiano. Sin embargo, se pueden generalizar tres áreas principales (Malagón, 2003):

- Las vertientes extremas de las Cordilleras Oriental y Occidental, con precipitaciones de 3.000 a 5.000 mm
- El “cuerpo “de las cordilleras y valles interandinos: 1.000 - 2.000 mm y regímenes de humedad con prevalencia údica; no obstante, se presentan algunos enclaves secos y regímenes ústicos.

- Las zonas húmedas de los páramos, las periglaciares con procesos de geliflujión, agujas de hielo, escasa vegetación y suelos incipientes.

Ante a la preocupación de que los recursos no renovables estén disminuyendo, los expertos en el sector agropecuario se enfocan en restaurar y mejorar el uso de estos recursos con capacitaciones a pequeños, medianos y grandes productores en estrategias de uso de pasturas y forrajes para la alimentación animal.

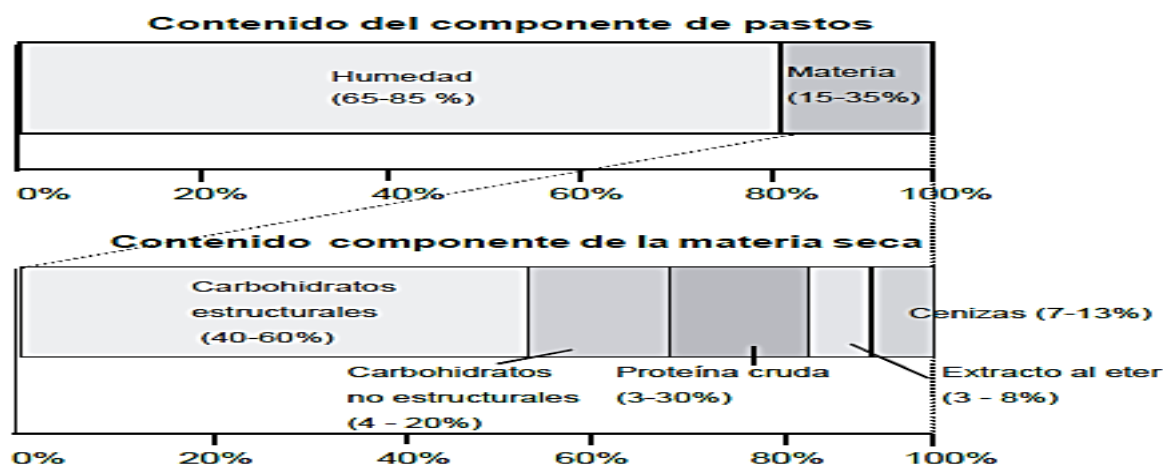
4.2. Componentes de los pastos y forrajes

Composición química: Se refiere a la cantidad de nutrientes orgánicos y minerales presentes, así como la existencia de factores o constituyentes que influyen sobre la calidad de los pastos y forrajes tales como la proteína, extracto etéreo, carbohidratos y minerales.

En la figura 1 se observa que el pasto en su mayoría está compuesto por agua y en 15 a 35% de materia seca, en la materia seca se puede observar que son los carbohidratos estructurales los que abarcan la mayor (40-60%) cantidad de nutrientes en la célula de los pastos (Instituto Nacional Tecnológico Dirección General de Formación Profesional [INTDGF], 2016).

Figura 1

Composición química del pasto.



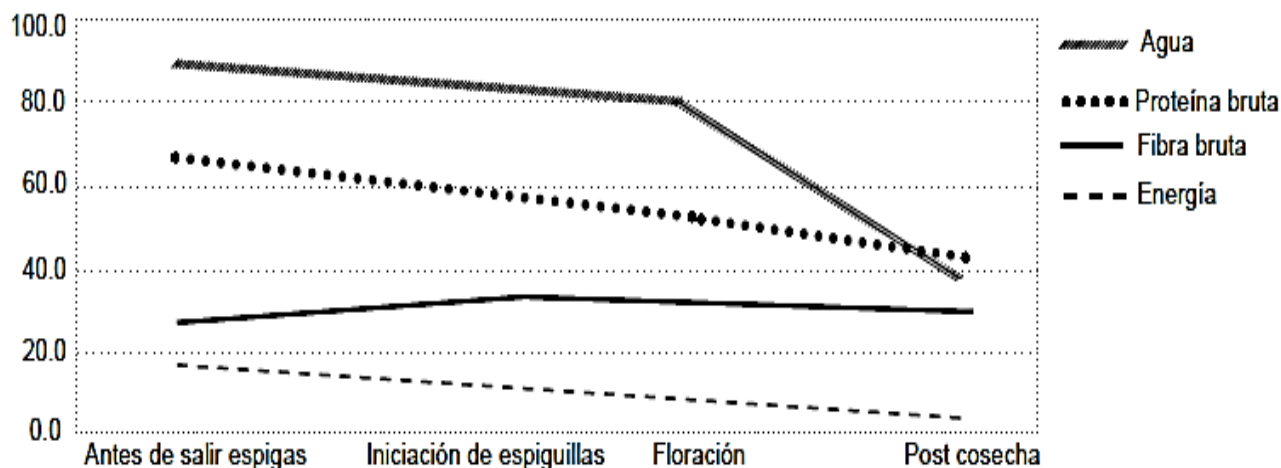
Tomada de: INTDGF (2016).

La calidad de estos componentes depende del crecimiento de los pastos o forrajes.

En la gráfica 1 se demuestra que el componente de la materia seca varía durante el ciclo del pasto. La cantidad de agua empieza a disminuir después de pasar por la etapa de floración y la proteína bruta disminuye gradualmente a medida que el pasto se lignifica, en cambio la fibra se mantiene durante el crecimiento y disminuye durante la fructificación, debido a que la planta concentra toda la fibra para la formación del fruto (semilla) después del proceso de la fructificación el porcentaje de la fibra aumenta, lo que significa que se acumula en la materia seca (INTDGFP, 2016).

Gráfica 1

Relación entre la etapa de crecimiento de pastos y cambio de componentes (% de MS)



Tomada de: INTDGFP (2016).

Para determinar si una pastura es de buena, aparte de la variedad, se debe tener en cuenta la fase en la cual está la planta, ya que las pasturas viejas siempre se relacionan con bajos niveles de nutrientes que pueden ocasionar deficiencias nutricionales y un menor consumo de forraje.

Para Minson y Alegría (como se citó en Montoya, 2017) el nivel mínimo de proteína en un

forraje o pastura es del 4 al 6 por ciento en base seca, y en el ganado bovino este rango se acerca al 7 por ciento para solo sostenimiento del peso corporal. Un forraje se puede considerar de alta calidad si tiene aproximadamente un 70% de Degradabilidad in Vitro de la materia seca (DIVMS), fibra detergente neutra (FDN) menor al 50% y más de un 15% de proteína cruda (PC). Contrario a uno de baja calidad donde la DIVMS cae por debajo del 50%, el FDN aumenta por encima del 65% y la PC es menor al 8% (Di Marco, 2011).

4.3. Taxonomía

La taxonomía es el proceso de nombrar plantas individuales o grupos de plantas. Las plantas suelen tener dos nombres: uno general y el científico. Los nombres más habituales se los dan las personas que viven cerca de las plantas. La rama de la biología que comprende la biodiversidad se le conoce como sistemática. Consta de tres subdisciplinas: taxonomía, clasificación y filogenia (Gibson y Gibson, 2007).


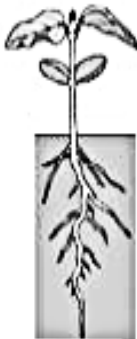

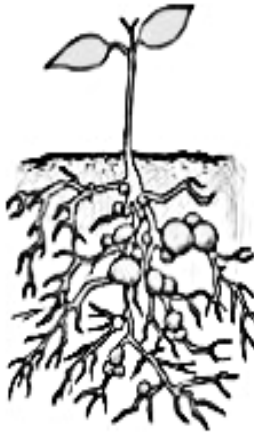


Los organismos vivos se agrupan en función de sus semejanzas y diferencias a nivel orgánico, celular y molecular. La Evaluación de la Biodiversidad Mundial del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente estima que aproximadamente existen 1,75 millones de especies descritas. Brasil y Colombia, ambos situados en los trópicos, se consideran los países con las floras de angiospermas más diversas y que ocupan el primer y segundo lugar. China, aunque la mayor parte de su territorio no se encuentra en los trópicos, el número de sus angiospermas sigue ocupando el tercer lugar en el mundo, y cuenta con aproximadamente 300 familias, 3, 100 géneros y 30.000 especies (Singh, 2010).

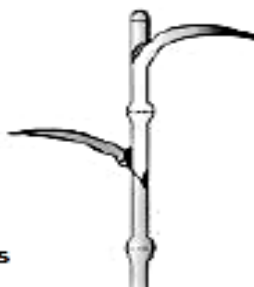



4.3.1. Clasificación según la taxonomía

Las plantas se pueden clasificar en gramíneas y leguminosas, en la figura 2 se puede ver un cuadro comparativo que explica las principales características que presentan cada una.

Figura 2

Clasificación taxonómica de las plantas

Características	Gramíneas	Leguminosas
Germinación	<p>Monocotiledóneas</p> 	<p>Dicotiledóneas</p> 
Raíz	<p>Encontramos dos tipos de raíces:</p> <p>a. <i>Embrionales o seminales</i>; tienen su origen en la radícula del embrión y están cubiertas por la coleoriza.</p>  <p>b. <i>Caulinares o adventicias</i>; nacen en los nudos basales, son numerosas y reemplazan a las raíces embrionales.</p>	<p>La raíz principal o pivotante posee ramificaciones laterales que se originan pronto después de la germinación y producen numerosas ramificaciones secundarias y nódulos que es una característica principal de las leguminosas.</p> 
Hojas	<p>En las gramíneas las hojas pueden ser de cuatro tipos: vaina, lámina, lígula y auriculares.</p>  <p>Nervaduras paralelas</p>	<p>Las hojas de las leguminosas son trifoliadas y presentan características bien definidas, distinguiéndose en ellas las siguientes partes: lámina compuesta o folíolos, pecíolos y estipulas</p> 

Tallo	<p>El tallo está formado por entrenudos o internodios, normalmente se denominan cañas, y de acuerdo a la sección pueden ser cilíndrico o comprimidos, la mayoría son huecos pero puede haber macizos como en la caña de azúcar, el sorgo y el maíz. Según su forma de crecimiento son: erectos, decumbentes y rastreros.</p> 	<p>En su mayoría son leñosos, son tallos de crecimiento erecto y alcanzan altura hasta de ocho m, otros son rastreros y tienen estolones pudiendo ser igualmente productivo, en las leguminosas el tallo puede utilizarse como semilla (estacas) para reproducir la especie.</p>
Inflorescencia	Ocurre de dos tipos: espiguillas y panojas.	<p>La inflorescencia está compuesta por un gran número de flores, las cuales varían mucho en cuanto tamaño, forma y vistosidad. Son distintivas, de colores brillantes y típicamente adaptadas la polinización por insectos.</p> 
Frutos	Es un cariopse, indehisciente con el pericarpio soldado a la semilla.	<p>Es una vaina que se desarrolla a partir del único pistilo. El número de semillas que pueda contener la vaina depende de la especie.</p> 
Semilla	Posee sólo un cotiledón llamado escudete, lo que le confiere la característica de monocotiledónea. El escudete participa en la nutrición inicial del embrión.	<p>Posee dos cotiledones, los cuales proporcionan los nutrientes para el desarrollo del embrión. Estos además realizan actividades fotosintéticas antes de que aparezcan las hojas verdaderas.</p> 

Tomado de: INTDGFP (2016).

Las gramíneas (*Poaceae*) constituyen alrededor del 17% de todas las angiospermas. Esta familia de monocotiledóneas es la base de sistemas alimenticios y otros procesos en los prados, las sabanas y los entornos de tundra. Nueve de las 20 principales especies de cultivos son gramíneas, el maíz (*Zea mays*), el trigo (*Triticum aestivum*) y el arroz (*Oryza sativa*) proporcionan el 50% de las calorías que consumen las personas. El bambú (*Bambusa*) es una

hierba utilizada para gran variedad de propósitos, que incluyen la construcción, los textiles y la fabricación de papel (Gibson y Gibson, 2007).

Cereales: Los cereales se cultivan a veces como forraje verde, solos o mezclados con legumbres. Al igual que el grano, el forraje es rico en hidratos de carbono y bajo en proteínas, y su valor nutritivo depende principalmente de la fase de crecimiento en la que se coseche. El contenido de proteína bruta del cereal en la fase de pastoreo suele estar dentro del intervalo de 60-120 g/kg de MS. En el momento de la formación de la espiga, la concentración de fibra bruta disminuye como consecuencia del gran aumento del almidón, que tiende a mantener el valor de degradabilidad (McDonald, et al., 2011).

4.4. Avena Forrajera

La avena forrajera es un cereal procedente de Asia menor. Las variedades más utilizadas de tipo hexaploide, principalmente avena sativa. El cultivo se adapta bien a climas fríos, y soporta una elevada acidez en el suelo. Existen variedades de tipo desnudo (avena nuda); también se comercializan híbridos con eco tipos espontáneos con un 20-25% de proteína. La avena es el cereal de menor valor energético, como consecuencia de su alto contenido en fibra y lignina, y su bajo almidón. Su contenido en B-glucanos es elevado, pero inferior al de la cebada. Tiene una producción apreciable de fibra efectiva, por lo que resulta adecuada en piensos de vacas de leche, conejos, caballos y cerdas gestantes es un cereal blanco pobre en calcio, vitaminas D, B2 y niacina. El contenido en proteína se sitúa en un 9-10%, pero es altamente variable (6 – 17%), la avena se distingue de otros cereales por su menor porción de prolaminas (10 – 16%), glutelinas (5%) y su alta concentración de globulinas. Como consecuencia la solubilidad y degradabilidad ruminal son muy elevadas y la concentración de aminoácidos

esenciales es alta en relacion a otros granos (Fundacion Española para el Desarrollo de la Nutricion Animal [FEDNA], s.f).

4.4.1. Descripción Taxonómica de la avena

La avena es un cereal catalogado taxonómicamente, dentro del Reino Vegetal, de la siguiente manera (Cazares, 1999):

Reino: *Plantae*

Superdivisión: *Espermatófita*

División: *Angiospermae*

Clase: *Monocotyledonae*

Subclase: *Commelínidae*

Orden: *Poales*

Familia: *Gamíneas o Poáceas*

Tribu: *Poeae*

Género: *Avena*

Especie: *sativa*

El género *Avena* incluye unas setenta especies; unos pocos son cultivados. *Avena sativa* L. y *Avena byzantina* K. Koch, a veces llamadas avena blanca y avena roja, respectivamente, son los principales tipos de avena que se cultivan para forraje y grano. Son hexaploides y los cultivares modernos pueden contener material genético de ambas especies. La *Avena strigosa* o avena negra, es un diploide. Hasta hace poco, era un cultivo pequeño de suelos pobres y climas duros en partes de Europa del Este, Gales y algunas islas escocesas. Recientemente, *A. strigosa* se ha muy importante en climas subtropicales y templados como cultivo de cobertura invernal y

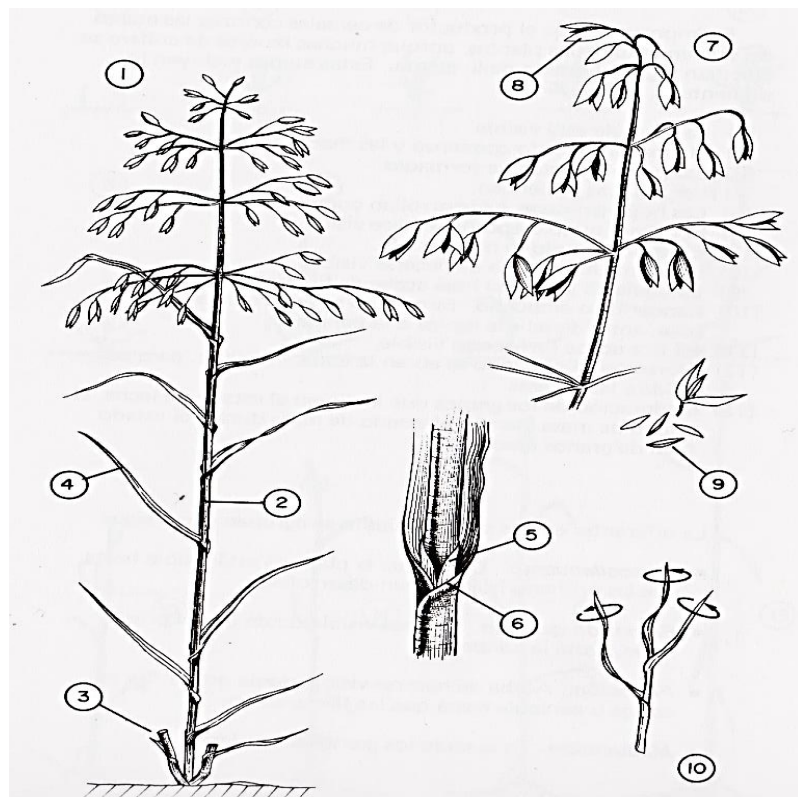
forraje. Debido a que la avena no es susceptible a las principales enfermedades de las raíces del trigo y la cebada, es adecuada para su uso como cultivo de cobertura o de ruptura en las rotaciones de invierno. Tiene una excelente reputación en el control de las malas hierbas, en parte debido a su alta producción de biomasa, pero esto puede ser mejorado con la alelopatía (Suttie y Reynolds, 2004).

4.4.2. *Morfología*

La planta de avena posee las siguientes características (ver figura 3) (Parsons, et al., 1981):

Figura 3

Características morfológicas de la avena.



Tomado de: Parsons, et al. (1981).

1. Una altura de 60 hasta 150 cm.
2. El tallo es recto y cilíndrico.
3. Las macollas: normalmente, la avena produce de 3 a 5 macollas.
4. Las hojas tienen una longitud de aproximadamente 25 cm y de ancho de 1 hasta 1.6 cm.
5. La lígula es de longitud media
6. A diferencia del trigo y la cebada, la avena carece de aurículas
7. La inflorescencia es una panoja compuesta o panícula
8. La espiga está formada por 20 hasta 100 espiguillas por panícula
9. El grano es parecido al del trigo, pero es más largo y puntiagudo en ambos extremos.
10. En la etapa de plántula las hojas se despliegan en sentido contrario al de las manecillas del reloj.

La coloración de la planta es de un verde oscuro. Esto permite el distinguirlo rápidamente del trigo y la cebada. En estado maduro, la forma de la inflorescencia también diferente a la del trigo y la cebada (Parsons, et al., 1981).

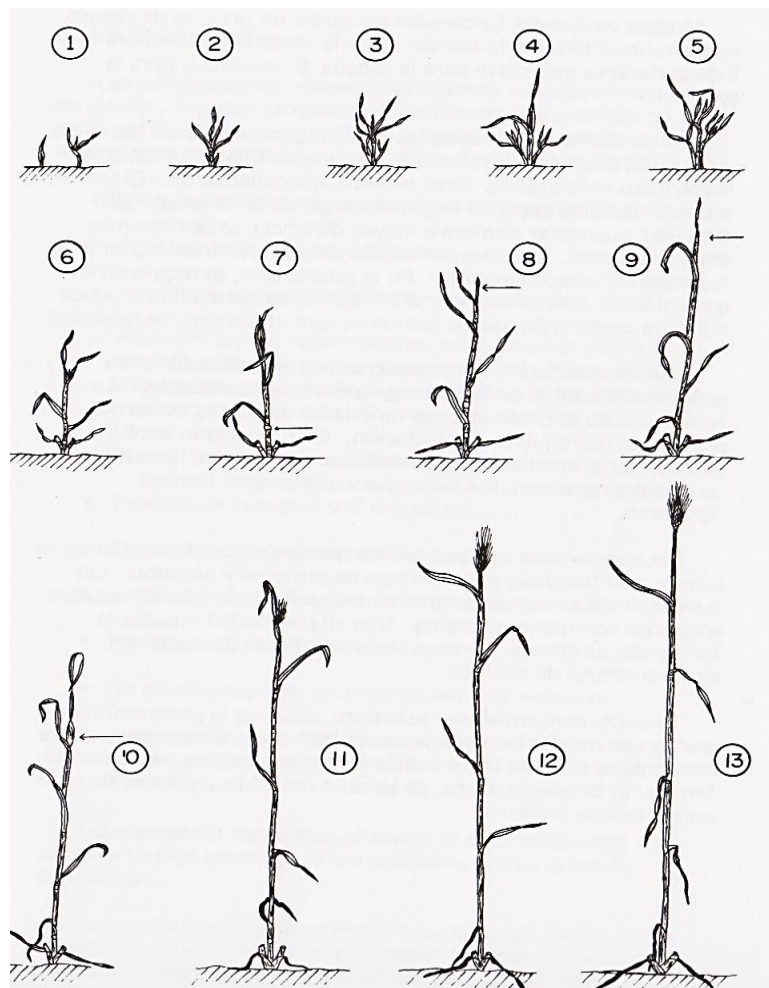
4.4.3. Fisiología

La fisiología vegetal es la rama que estudia cómo funcionan las plantas, es decir, qué las conserva vivas. A través de las leyes de la físicas y la químicas, las plantas utilizan la energía de la luz para sintetizar e interpretar sustancias inorgánicas y moléculas orgánicas, que construyen las complejas estructuras que componen el cuerpo (Revilla y Zarra, 2007).

Parsons, et al. (1981) mencionan la importancia que es para los cultivadores conocer las etapas de crecimiento de la planta (ver figura 4), ya que muchos de los cuidados en los cultivos que dependen del estadio en que se encuentra la planta. Estas incluyen las siguientes:

Figura 4

Etapas de crecimiento de la planta de avena



Tomado de: Parsons, et al. (1981).

1. la plántula esta visible (amacollamiento)
2. el amacollamiento comienza y las macollas se forman
3. las macollas están ya formadas
4. las hojas se extienden

5. las hojas primeras se desarrollan completamente
6. el primer nudo o encañe se hace visible (extensión del tallo)
7. el segundo nudo se hace visible
8. la última hoja acaba de hacerse visible
9. la lígula de la de la última hoja acaba de hacerse visible
10. banderilla o embuche. Es cuando se pone erecta la última hoja, antes de salir la última espiga o panícula
11. la flor acaba de hacerse visible (floración)
12. floración. Es cuando se abre la lema y la palea, para dar salida a las antenas
13. Maduración de los granos que incluyen el estado de leche, el estado de masa blanda, el estado de masa dura y el estado final de granos maduros

La pared celular principal está compuesta por celulosas, hemicelulosas, pectinas y una pequeña cantidad de proteínas estructurales. Dicha pared, es rígida, sufre una serie de cambios bioquímicos que reducen su rigidez, aumentan su capacidad de expandirse bajo la presión de la turgencia, esta actúa como una fuerza conductora, y permiten que el protoplasma aumente de volumen. La generación de nuevos enlaces y la adición de nuevos elementos a la pared, la convertirán de nuevo en una pared rígida (Revilla y Zarra, 2007).

4.4.4. Siembra

La densidad de siembra recomendada por hectárea es de 80 kg para monocultivo y 50 kg/ha para siembra con *Vicia atropurpurea*, la cultivo puede ser manejado por surcos separados 30 – 60 cm o esparcirla por voleo, la semilla debe cubrirse con ramas, troncos, o un cultipacker (Arguelles y Alarcón, 1995).

4.4.5. Fertilización

El fertilizante se debe aplicar al momento de la siembra a razón de 200-300 kg / ha, cuando la planta logra una altura de 25 a 30 cm se sugiere emplear 50 kg/ha de urea, en cualquier forma, las fuentes, dosis y frecuencias de fertilización se realizan con base en un análisis químico previo del suelo (Arguelles y Alarcón, 1995).

El uso exagerado de fertilizantes puede afectar significativamente el contenido de minerales de las planta, esto se debe a que la aplicación de fertilizantes nitrogenados amplía el área foliar y la fotosíntesis, esto conlleva a que el contenido en proteína bruta, contenido en amidas y nitratos, aumenta. Los fertilizantes nitrogenados igualmente reducen el contenido de carbohidratos hidrosolubles en las gramíneas de climas templados, lo que puede afectar negativamente la fermentación del forraje si se emplea para ensilaje (McDonald, et al., 1999).

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1. Ubicación geográfica

Figura 5

Vista satelital del predio donde se encuentra ubicada la unidad agroambiental “EL TÍBAR”



Tomada de: Google mapas (2021).

El proyecto se realizó en el segundo periodo del año 2018 y el primer periodo del año 2019, en la Unidad Agroambiental “El TÍBAR” de la Universidad de Cundinamarca seccional Ubaté, ubicada en la vereda palo gordo a 4.1 km de la universidad, por la vía que conduce a Lenguazaque a una altitud de 2.570 msnm, (latitud $5^{\circ}.32'69.6''$ y longitud $-73^{\circ}.79'08.2''$).

El municipio Villa de San Diego de Ubaté está situado en la parte norte del departamento de Cundinamarca, a una distancia de 97 km de Bogotá, donde predomina el uso de los suelos para pastoreo los cuales ocupan una extensión de 68.024 hectáreas que cubren el 49,6% de la provincia. De igual forma se destacan las extensiones de rastrojo (12,5%), vegetación de páramo (6,5%), bosque plantado (3,9%), papa (3,8%) y tierras eriales (3,7%). Las actividades

comerciales de Ubaté se concentran principalmente en los siguientes sectores: comercio y reparación de vehículos automotores que representan el 45,8% del total municipio; transporte, almacenamiento y comunicaciones (10,6%); explotación de minas y canteras (7,7%); manufactura (7,7%), hoteles, restaurantes, agricultura (6,2%) y construcción (5%) (Cámara de Comercio de Bogotá, 2008).

5.2. Duración de la investigación

Este estudio se desarrolló durante 366 días, divididos en dos fases:

- Fase de campo: se inició con un trabajo de campo que comprende dos siembras, la primera se realizó en el año 2018 durante los meses de julio a diciembre cuando precipitación de agua era abundante y la segunda se hizo en el año 2019 en los meses de enero a mayo cuando las precipitaciones fueron menores. Esta fase tiene una duración de 153 días por periodo y durante ese lapso de tiempo se recolectaron los siguientes datos: altura de la planta, tiempo a la cosecha y peso del forraje verde.
- Fase de laboratorio: para esta etapa se tomó un 1 kg como muestra de cada tratamiento para ser llevada al laboratorio de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales - UDCA en Bogotá, donde se realizó el análisis bromatológico para determinar la calidad nutricional de cada uno de los tratamientos y duro más o menos 60 días.

5.3. Insumos

- 224 gramos semillas de avena forrajera variedad Cayuse
- 224 gramos semillas de avena forrajera variedad Konan,
- 224 gramos semillas de avena forrajera variedad Suprema
- 224 gramos semillas de avena forrajera variedad Ever Leaf

- 6,4 kilos de cal agrícola
- 384 gramos de lombricompuesto
- 640 gramos de urea
- Agua
- Fungicida
- Plaguicida

5.4. Metodología

5.4.1. Preparación del terreno y siembra

Se evaluaron cuatro variedades de avena forrajera Ever Leaf, Konan, Cayuse y Suprema pues eran frecuentemente usadas en la unidad agroambiental “El Tibar” y cada variedad tenía cuatro repeticiones. Antes de sembrar la semilla se le realizó una prueba germinación según las International Seed Testing Association (ISTA, 2016), en el laboratorio de la universidad de Cundinamarca seccional Ubaté (ver figura 6) con resultados para cada variedad de: Cayuse 45%, Suprema 20%, Ever Leaf 50% y Konan 35%; como las variedades presentaron porcentajes bajos de germinación, se tomó la decisión de comprar nueva semilla de las mismas variedades y se sembró según las indicaciones de la casa comercial.

Se preparó el terreno con un tractor que usó dos implementos, el cincel y el rotovo, se manejó una pasada de cincel para romper el suelo y airearlo, y dos pasadas con el rotovo para descompactar el suelo y permitir una mejor filtración. El área experimental tenía 16 parcelas, cada una con un área de 4 metros cuadrados delimitados con una pita y estacones a una distancia entre cada parcela de 1 metro para control de malezas (ver figura 7). A cada parcela se le incorporaron 200g de cal viva para equilibrar el pH del suelo según el análisis de suelos (ver

anexo A) practicado por la unidad agroambiental “El Tíbar” y se dejó descansar el terreno por 8 días.

En el momento de siembra se le agregó a cada parcela 20g de urea y 12g de lombricompost (basados en el análisis de suelos) como abono para el cultivo y se esparció la semilla de manera manual al voleo, se cubrió con ayuda del azadón (tipo pala) y se hizo un riego general; este riego era realizado una vez por semana durante 10 minutos en la etapa de germinación y hasta que alcanzara una altura aproximada de 100cm, además el riego dependía de las condiciones climáticas que se presentaban en cada periodo (ver figura 8). Por cada parcela se utilizaron 28g de semilla certificada por el ICA para un total de 112g de semilla por variedad según lo recomendado por la casa comercializadora (70 kg/ha de semilla).

Se marcaron las parcelas con una ficha que contenía datos relevantes como el nombre de la variedad y el número de la repetición (ver figura 9). Las malezas se controlaron manualmente, se aplicó el TILT 250 EC para el control de la roya amarilla y se usaron dos productos para el control de plagas: el primero fue el BABOXA sb que junto con la cal viva reducían el daño de la babosa al cultivo (ver anexo A) y el segundo fue el ENGEO ® para el control de la chinche verde. La aplicación de los productos se hacía según la afectación que tuviera el cultivo.

Figura 6

Prueba de germinación en el laboratorio de la universidad de Cundinamarca



Fuente: autor.

Figura 7

Estableciendo las parcelas en el terreno con sus respectivas mediciones



Fuente: autor.

Figura 8

Riego de las parcelas de avena forrajera



Fuente: autor.

Figura 9

Identificación de cada variedad en su respectiva repetición con distintivos dentro de cada parcela.



Fuente: autor.

5.4.2. Distribución de los Tratamientos en el área experimental

Las cuatro variedades y/o tratamientos de avena forrajera (*Avena sativa* L) se distribuyeron al azar y quedaron de la siguiente manera en el terreno (ver figura 10):

- Tratamiento 1: Cayuse
- Tratamiento 2: Suprema
- Tratamiento 3: Ever Leaf
- Tratamiento 4: Konan

Figura 10

Distribución de los tratamientos con sus repeticiones en el terreno

T1 R1	T2 R4	T3 R2	T4 R4
T1 R3	T4 R1	T3 R3	T3 R4
T2 R3	T4 R3	T1 R3	T1 R4
T2 R1	T2 R3	T3 R1	T4 R2

Fuente: autor.

5.4.3. *Recolección de datos*

El parámetro que se registró en campo fue la altura de la planta (cm), en las primeras semana se midió con el metro desde la base hasta el ápice del tallo, en la etapa de floración la medición fue desde la base del tallo al ápice la espiga. Los datos se registraron con un formato que contenía el nombre de la variedad, el número de la repetición, la semana y la altura del tallo en centímetros (ver figura 11). Esta actividad se realizaba una vez por semana y se hacían observaciones adicionales al cultivo, como la presencia de plagas y enfermedades. También se obtuvo registros fotográficos del cultivo (ver anexo A).

Figura 11

Formato para la recolección de los dato de campo

AVENA FORRAJERA																
	Tratamiento 1: Variedad Cayuse				Tratamiento 2: Variedad Suprema				Tratamiento 3: Variedad Leaf				Tratamiento 4: Variedad Kona			
REPETICIÓN	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
SEMANAS	altura tallo cm:	altura tallo cm:	altura tallo cm:	altura tallo cm:	altura tallo cm:	altura tallo cm:	altura tallo cm:	altura tallo cm:	altura tallo cm:	altura tallo cm:	altura tallo cm:	altura tallo cm:	altura tallo cm:	altura tallo cm:	altura tallo cm:	altura tallo cm:
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																

Fuente: autor

5.4.4. Recolección de las muestras

Las variedades de avena forrajera se cosecharon cuando la mayoría del cultivo presentaba en el grano un líquido blanco lechoso (ver figura 12), para esta labor se utilizó un cuadro de aforar de 1m² el cual se colocó en el centro de la parcela (ver figura 13) y todo lo que estaba dentro del cuadro se cortó con una hoz a unos 10 cm del suelo, y luego se pesó el forraje en una balanza digital. Estos datos se utilizaron para calcular el rendimiento promedio de biomasa por hectárea de cada variedad (ver figura 14).

Según el protocolo de recolección del laboratorio de la UDCA, de cada repetición se tomó 1 kg de forraje, el cual fue empacado y sellado en bolsas negras de polietileno eliminando

la mayor cantidad de aire posible. Las muestras se identificaron con el nombre de la variedad, el número de repetición y la fecha de recolección, luego se colocaron en refrigeración y al día siguiente fueron llevadas al laboratorio de nutrición animal de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales - UDCA con sede en Bogotá, se aclara que en el desplazamiento de Ubaté hacia Bogotá no se usó refrigeración.

Figura 12

Grano lechoso de la Avena forrajera



Fuente: autor.

Figura 13

Avena forrajera con el cuadro de aforo de 1m²



Fuente: autor.

Figura 14

Pesaje en báscula digital del forraje



Fuente: autor.

5.4.5. *Secado, molienda y almacenado de las muestras*

Cuando las muestras llegaron al laboratorio se volvieron a pesar, se eliminó el material vegetal extraño o marchito. Luego, se pesaron 2 a 5 g de muestra para secarla en la estufa durante 3 horas a 110 °C, se enfriaron en desecador y se pesaron nuevamente. Repetir el mismo procedimiento hasta obtener diferencia de pesos menor de 5 mg después de pensar dos veces seguidas. Para muestras con menos del 15% de humedad, 3 horas son suficientes. Hacer este proceso con réplica para verificar sus resultados (Apráez, 2020).

Cálculos

$$\%MS = \frac{\text{muestra seca}}{\text{muestra húmeda}} * 100$$

$$\% \text{ Humedad} = 100 - \% \text{ Materia seca}$$

Después de secada, cada muestra se colocó en un molino eléctrico con una malla de 1 mm porque ese es el tamaño del forraje en el rumen. Luego fueron empacadas en bolsas con cierre hermético y etiquetadas con: descripción de la muestra, tiempo en el que fue tomada, lugar de la toma, persona que la tomo y método utilizado para seleccionar la muestra. Por último se almacenaron hasta el momento de los demás análisis.

5.4.6. *Bromatológico del forraje de avena*

El bromatológico que se le practico a las muestras fue hecho con base en las AOAC (Official Methods of Analysis, 1990) en el laboratorio de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A) Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa Zootecnia laboratorio de nutrición animal. Los análisis que se realizaron fueron:

- Nitrógeno total (NT) y proteína total (PT): el método Kjeldahl es el más aceptado de los muchos que se han propuesto para determinar el nitrógeno total. Este procedimiento, reportado por Kjeldahl en 1883, ha sido modificado numerosas veces y esto lo ha llevado a su mayor simplificación, por lo que oficialmente ahora se conoce como el método Kjeldahl-Gunning-Arnold. El método contempla tres pasos principales: Digestión de la muestra con ácido sulfúrico concentrado, en presencia de un catalizador y a elevada temperatura, para convertir el nitrógeno en sulfato de amonio. La solución resultante es alcalina y el amoniaco liberado se destila para su posterior titulación (Apráez, 2020, p.76).

Porcentaje de nitrógeno

V x N x 14 mg de N provienen de M x 1000 mg de muestra X mg de N provienen de 100 mg de muestra

$$X = \frac{100 * V * N * 14}{M * 100} = 1.4 * V * N = \frac{\% \text{ de } N}{M}$$

Dónde:

V = Volumen en mg de ácido sulfúrico gastado para titular.

N = Normalidad del ácido utilizado para titular.

M = Muestra en gramos.

Conversión a proteína: como ya se ha señalado no todo el contenido de nitrógeno determinado en este proceso forma parte de la proteína, se debe aplicar el factor adecuado para cada alimento para obtener un resultado satisfactorio. En el caso de pastos y forrajes, se asume un contenido de N del 16% y para productos lácteos es del 15%. En el primer caso, el porcentaje de proteína será igual a (Apráez, 2020, p.77):

$$\%Proteína = \frac{V * N * 14 * 6.25}{\text{mg de la muestra}} * 100$$

- Extracto etéreo (EE): Esta determinación se basa en la diferencia existente el punto de ebullición de la fracción lipídica y los solventes orgánicos. En general, estos solventes (éter, cloroformo, benceno, etc.), disuelven los compuestos grasos y pueden ser eliminados de los alimentos que los contienen por evaporación continua, que tras la condensación pasa a través de la muestra extrayendo los lípidos y otras sustancias distintas de las grasas como: carbohidratos, vitaminas o ciertos lípidos que no tienen valor práctico, de ahí el nombre común de extracto etéreo. El extracto se recoge en un recipiente, el éter se destila y recupera, quedando como residuo el extracto etéreo, el cual se seca y se pesa (Apráez, 2020, p.51). Para este método se utiliza un equipo de extracción Soxhlet o similar.

Cálculos

$$\% \text{ Extracto etéreo} = \frac{\text{peso extracto etéreo (c-a)}}{\text{peso muestra (b)}} * 100$$

Donde:

a = peso constante del matraz vacío

b = peso de la muestra

c = peso del matraz con grasa, a peso constante

- Ceniza (C) y materia orgánica (MO): Esta determinación es solo para conocer en forma aproximada el contenido mineral, pero no es un indicativo claro del valor o calidad mineral en la muestra. El proceso de incineración en seco utiliza un horno de mufla de alta temperatura capaz de mantenerla a 500 y 600 °C. El agua y otros materiales volátiles se evaporan y los compuestos orgánicos se queman en presencia del oxígeno en el aire en CO₂, H₂O y N₂ (Apráez, 2020, p.44).

Cálculos

$$\% \text{ Cenizas totales} = (C - A) \times 100 / B$$

$$\% \text{ Materia orgánica (BS)} = 100 - \% \text{Ceniza (BS)}$$

Donde:

C = peso del crisol con cenizas en gramos

A = peso del crisol vacío en gramos

B = peso de la muestra en gramos.

- Fibra detergente neutra (FDN): Este es un proceso rápido que ayuda a identificar los componentes de la pared celular (celulosa, hemicelulosa y lignina) en particular de los

alimentos fibrosos utilizados en la alimentación animal. El tratamiento de la muestra con un detergente neutro (pH 6,9 – 7,1) por un lado permite obtener los compuestos solubles en él (almidones, proteínas, glúcidos solubles, etc.) denominado contenido celular y a los no solubles (FDN), incluida dentro de esta fracción se encuentra la ceniza (Apráez, 2020, p.63).

Cálculos

$$\% \text{ Pared celular} = \frac{B - A}{\text{Peso muestra}} * 100$$

$$\% \text{ Contenido celular} = 100 - \% \text{ pared celular}$$

- fibra detergente acida (FDA): Este procedimiento permite la determinación rápida de lignina y celulosa presente en los alimentos, consideradas como las fracciones menos digestibles de la pared celular. La digestión ácida remueve de la muestra la hemicelulosa y la proteína presentes en la pared celular, que a pesar de ser poca, debe considerarse para los Cálculos por esto debe tenerse en cuenta que la diferencia entre FDN y FDA produce una estimación del contenido de hemicelulosa (Apráez, 2020, p.64).

Cálculos

$$\% \text{ FDA} = \frac{B - A}{\text{Peso muestra}} * 100$$

$$\% \text{ Hemicelulosa} = \% \text{ FDN} - \% \text{ FDA}$$

Nota: Tener en cuenta que FDA aún conserva la ceniza de la muestra. Se ha sugerido como satisfactorio, el cálculo de este componente, aplicando la fórmula:

$$FB = FDA \times 0,83$$

- Energía bruta (EB Kcal/Kg): esta es la energía liberada en forma de calor cuando la materia orgánica se oxida completamente hasta CO₂ y H₂O. los valores de energía se pueden estimar a partir de la composición química (análisis de Weende o Van Soest) y de los valores de combustión de los carbohidratos, proteínas y lípidos.

Calorimetría Adiabática: el proceso por el cual una sustancia se quema completamente hasta obtener sus últimos productos de oxidación, como dióxido de carbono, agua y otros gases, el calor liberado en este proceso se considera la energía bruta o el calor de combustión emitido por el alimento que se incinera en una cámara de reacción (bomba) rodeada de agua, a la cual se carga con 25 a 30 atmósferas de oxígeno y se ha provisto de medios para medir el calor producido (Apráez, 2020, p.97).

- Degradabilidad de la materia seca (DEGR. MS) tasa de solubilidad (T.SOL, 24 horas y 48 horas), degradabilidad de la proteína (DEGR. PT) y degradabilidad del FDN (DEGR. FDN): La degradabilidad *in sacco* de la MS se realizó en los tiempos 0, 24, 48 h de incubación ruminal, en dos bovinos Holstein canulados, alimentados con kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y suplementados con sal mineral; se utilizaron bolsas de poliéster Ankon, de 20 x 10 cm y poro de 53 micras (Ørskov et al. como se citó en Carvajal y Cuesta, 2016).

5.5. Fuentes de Información

Fuentes Primarias: La información conseguida mediante el análisis permanente del desarrollo del cultivo, registros de campo y consejos de campesinos con conocimiento sobre el tema.

Fuentes secundarias: recopilación de la información de libros, artículos científicos y demás investigaciones realizadas acerca del tema.

5.6. Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados se utilizó el programa de Excel y el programa Statistical Analysis System (SAS).

Se realizó el experimento bajo un Diseño en bloques completamente al azar, cada bloque correspondía a un período de mayor lluvia y menor lluvia, de acuerdo con el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + B_{ij} + T_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Es la respuesta del i-ésimo individuo sometido al j-ésimo tratamiento

B_{ij} = El efecto de los bloques

μ = Es la media general

T_{ij} = Es el efecto de los tratamientos

ϵ_{ij} = Corresponde al error experimental

5.6.1. Hipótesis

5.6.1.1. Hipótesis nula.

H_0 : Las cuatro variedades de avena forrajera (Avena Sativa) en los dos periodos, son semejantes en producción de forraje o en calidad nutricional.

5.6.1.2. Hipótesis alterna

H_a : Alguna de las variedades de avena forrajera (Avena Sativa) evaluadas en los dos periodos, es diferentes en producción de forraje o en calidad nutricional.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1. Resultados y discusión

6.1.1. *Primera fase o fase de campo*

Tiempo a la cosecha

El tiempo a la cosecha en días para cada variedad se muestra en la tabla 1. En el periodo del 2018, las variedades Suprema y Ever Leaf tuvieron un tiempo de maduración más lento (156 días) que la Cayuse y Konan (133 días), y en el 2019, solo la variedad Ever Leaf continuo teniendo una maduración lenta (152 días), las demás variedades tuvieron 128 días a la cosecha. Al mirar los dos periodos se pudo notar que la diferencia en días es poca a excepción de la variedad Suprema que tuvo una variación de 28 días. En general, las variedades Cayuse y Konan estuvieron entre los rangos establecidos (120-140 días) por las fichas técnicas proporcionadas la casa comercializadora. Para la variedad Ever Leaf los datos obtenidos en los dos periodos son diferentes a la ficha técnica la cual señala un tiempo a la cosecha de 90-120 días. La variedad suprema solo en el periodo 2019 concuerda con los datos de la ficha técnica en los días de cosecha (ver anexo B). Esta diferencia se pueden deber a la altura sobre el nivel del mar, que hace que las condiciones geográficas y climáticas sean diferentes para cada lugar (Pond, et al. 2002; Campuzano, et al, 2020; Campuzano, et al. 2018; Mahadevan, et al. 2016),

En otros estudios evaluados se muestran que la variedad Cayuse fue la más tardía en los días a cosecha de 153-170 días (Campuzano, et al, 2020; Campuzano, et al. 2018) y; Villegas, et al. (2014) en su investigación obtuvieron para la variedad Ever Leaf un tiempo a la cosecha de 190 días argumentando que se logra cosechar un 56% más de materia seca, esto datos no coincide con los resultados obtenidos los cuales fueron de menor tiempo para la variedad Cayuse

y Ever Leaf en el presente trabajo. Los resultados de las variedades fueron menores o similares a las analizadas por Yepes (2013) en los días al cosecha o grano lechoso 122 a 160 días y Mahadevan, et al. (2016).

Las cuatro variedades tuvieron un tiempo de maduración demorada en comparación con las variedades evaluadas por Santoyo, et al. (2019) con un tiempo a la cosecha de 119 días, Sánchez, et al. (2014) donde la variedad Saia se caracterizó por tener el ciclo más largo de 106; Mendoza, et al. (2021) y Amanuel , et al. (2019) con la variedad CV-SRCP X 80Ab 2291 obtuvo una madurez temprana (81 días) en comparación con las demás variedades de avena (91 - 99 días), estos resultados pueden deberse a una fase de crecimiento vegetativo más corta y no a un periodo de llenado de grano más corto, pues las variedades de maduración tardía tienden a tener un periodo de llenado de grano comparativamente más corto que que las variedades de maduración temprana .

Tabla 1

Tiempo a la cosecha en días de dos periodos de las cuatro variedades de avena forrajera

tratamientos	Periodos de siembra	
	2018 (mayor lluvia)	2019 (menor lluvia)
Cayuse (T1)	133	128
Suprema (T2)	156	128
Ever Leaf (T3)	156	152
Konan (T4)	133	128

Fuente: autor

Altura y biomasa

La variable altura indica que existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos pero no entre los dos periodos de siembra (ver tabla 2). La mejor variedad fue la Cayuse con una altura de 180.3 cm en comparación con la variedad suprema de 150.8 cm en el periodo del 2018. En el periodo del 2019 la de mejor altura fue la variedad Suprema con 174,5 cm y la de menor altura fue la variedad Konan con 160 cm, estas diferencias se pudieron corresponder a la tipo de variedad y su capacidad para desarrollarse.

La altura promedio en el presente trabajo fue de 167,04 cm, superior a lo reportado por los siguientes autores: Campuzano, et al. (2018) con una altura de 143 cm que asocio con a las condiciones del clima y la floración (a mayor tiempo de floración mayor crecimiento y altura de la planta); Santoyo, et al. (2019) en la variedad dorada obtuvo una altura de 150 cm; Espitia, et al. (2012) con la variedad Santa Lucia que alcanzó una altura de 141.3 cm; Montoya (2017) con la variedad Centenario que tuvo una altura de 142 cm; Sánchez, et al. (2014) logró un promedio de altura de 84.63 cm; Sajid, et al. (2015) con la variedad Sgd Oat-2011 con datos de altura media de 129,6 cm y a pesar de ser la variedad más alta, la Sgd Oat-2011 no resultó ser la de mayor rendimiento, le atribuyó su resultado a una menor área foliar y Amanuel, et al. (2019) con la variedad Lampton que obtuvo una altura de 123 cm.

La altura del cultivo está estrechamente correlacionada con la producción de forraje, es decir a mayor altura mayor producción de forraje sin embargo en el presente trabajo la producción de biomasa (tabla 2), no presentó diferencias significativas entre tratamientos, ni entre periodos de siembra ($p \geq 0,05$) esto quiere decir que la cantidad de forraje verde en este estudio no depende de la cantidad de agua ni del tipo de variedad, de pronto solo este asociado con las condiciones edafológicas del suelo a pesar de que en las fichas técnicas (ver anexo A) de

las variedades se recomienda una cantidad de 300mm a 400mm de agua en los cuatro o cinco meses que dure el cultivo para obtener una producción promedio aunque y numéricamente hablando el peso más alto fue para la variedad Cayuse con un promedio de 36,21 t/ha y el más bajo por la variedad suprema con 28,83 t/ha; en un estudio hecho por Campuzano, et al. (2018) donde evaluó cuatro variedades donde la Cayuse (19,3 t/ha producción de FV) resulto ser la de menor rendimiento comparado con las demás variedades; el rendimiento promedio general fue de $31,52 \pm 7,26$ t/ha, estos datos son superiores a los valores alcanzados por Mamani y Cotacallapa, (2018), que no superaron las $23,04 \pm 3,86$ t/ha.

Para Santoyo, et al. (2019) la producción de biomasa fue superior en la variedad Dorada que fue de 45 t/ha de forraje verde, mayor tiempo de corte más alto contenido de biomasa; Yepes (2013) reporta valores >49 t/ha producción promedio de FV en el estadio de grano lechoso; Sajid, et al. (2015) obtuvo rendimientos por hectarea de 80 toneladas en las variedades Sgd-3 y No-708 debido a su caracteres como altura, área foliar, capacidad de macollamiento que son intermedios y hacen que la variedad tenga una mejor utilización de nutrientes. De las variedades que evaluó Espitia, et al. (2012) la variedad santa lucia obtuvo un rendimiento mayor de 69 439 kg/ha en forraje verde con respecto a las demás variedades; Amanuel, et al. (2019) en su trabajo expreso que la variedad CV-SRCP X 80Ab 2291 produjo 42,7 t /ha forraje verde, todos estos datos de rendimiento fueron superiores a los del presente trabajo.

Tabla 2

Altura y producción de biomasa de las cuatro variedades de avena en dos periodos de lluvia diferente

Periodos de siembra	tratamientos	Altura, (cm)	Biomasa, (t/ha)
2018 (mayor lluvia)	Cayuse (T1)	180,3 a	42,5 a
	Suprema (T2)	150,8 b	27,5 a
	Everleaf (T3)	160,1 ab	35,0 a
	Konan (T4)	171,3 ab	30,0 a
2019 (menor lluvia)	Cayuse (T1)	170,0 a	29,9 a
	Suprema (T2)	174,5 b	30,1 a
	Everleaf (T3)	167,6 ab	28,8 a
	Konan (T4)	160,6 ab	28,2 a
EE±		1,53*	0,12ns

Valores numéricos con diferente letra dentro de una columna de cada periodo, son estadísticamente significativos según Tukey*($P < 0.05$). EE: Error estándar. ns: no significativo. Fuente: autor.

6.1.2. Segunda fase o fase de laboratorio

Una vez se registraron las muestras de cada una de las repeticiones en el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A. se procedió a realizar el correspondiente análisis bromatológico, a continuación, se presentan los resultados obtenidos de la materia seca (M.S.), proteína total (PT), extracto etéreo (EE), cenizas (C), materia orgánica (MO), fibra de detergente neutro (FDN), fibra de detergente acida (FDA) y degradabilidad de la MS, PT y FDN.

Materia seca

El porcentaje de materia seca (MS%) presentó diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los periodos de siembra y también para los tratamientos (ver tabla 3). En ambos periodos, la mejor variedad fue Ever Leaf con una relación de materia seca del 26,2 % en el 2018 y 40,8 %

en el 2019, y las variedades con menor porcentaje fueron la Cayuse con 19,5% de MS en el 2018 y Konan con 19,2 % de MS en el 2019. En cuanto a los periodos de siembra, el 2018 tuvo un promedio de 22,45% de MS siendo menor al promedio del 2019 (26,27% MS) (ver tabla 3), estos resultados pueden que hayan sido influenciado por el clima y el tipo de variedad, pues parece que a menor lluvia mayor es el % de MS más que todo en la variedades Ever Leaf, y en la variedad Konan sucede lo contrario da un mejor % en periodos de mayor lluvia. Las precipitaciones de aguas lluvia fueron para el segundo periodo del 2018 de 375,7 mm de agua y en el primer periodo del 2019 una precipitación de 160,4 mm de agua siendo este la menor cantidad de lluvia (Instituto de Hidrologia, Meteorologia y Estudios Ambientales [IDEAM], 2021),

En otros estudios evaluados, la variedad Cayuse obtuvo 28% MS superior al del presente trabajo (Campuzano, et al. 2018) y Santoyo, et al. (2019) consiguió un promedio de materia seca del 25.4%, argumentando que esto se debe a la edad del cultivo y la variedad. Estos datos son cercanos a los promedios de MS por periodo de la actual investigación.

Los resultados obtenidos son relativamente bajos en comparación con los mencionados por Abuye, et al. (2020) que evaluaron siete variedades de avena en el 2014, 2015 y 2016, donde el contenido promedio de MS varió desde un 50,23 % más bajo para la variedad ILRI 6207, y un 62,31 % mayor para la ILRI 6710, y Amanuel, et al. (2019) en el que los mayores promedios en porcentajes de MS se encontraron en las variedades CI-8235 (93,3%), CI-8237 (93,2%), Lampton (93,1%) y CV-SRCP X 80Ab 2291 (92,8%), y el más bajo se registró en la variedad CV-SRCP X 80 Ab 2806 (91,5%), ambos autores concluyeron que estos datos pueden estar relacionados con las condiciones climáticas, las propiedades del suelo, la etapa en la que fue cortada y el régimen de fertilización.

Proteína total

Se observó diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los periodos de siembra (ver tabla 3), en el periodo del 2019, la PT promedio fue de 10,45%, superior al periodo del 2018 con PT del 7,35%. La fluctuación entre periodos de siembra se pueden atribuir a la precipitación climática, ya que a menor cantidad de agua, mejor contenido de proteína. Para los tratamientos no existieron diferencias significativas ($p \geq 0,05$) (ver tabla 3), sin embargo, se puede notar que en el 2019 la variedad Ever Leaf tuvo un porcentaje de PT fue menor (8,5%) a las otras variedades, posiblemente sea por el alto porcentaje de MS que presento. También se compararon las variedades con sus respectivas fichas técnicas y se encontró que en el periodo del 2018 todas estuvieron por debajo del rango (8% a 14% PC) dado por la casa comercial y en el 2019 se mantuvieron entre estos rangos promedios, pues la ficha técnica indica que estos datos dependen de las condiciones edafoclimáticas y de manejo de cada variedad (ver anexo B).

En estudios previos obtuvieron resultados parecidos o superiores a los de las variedades evaluadas, por ejemplo, Amanuel, et al. (2019) encontraron un promedio en PC que osciló entre el 11,78% y el 15,3%; Ramírez, et al. (2013) Obtuvieron mejores resultados en la etapa de embauche (17,4% PC), grano lechoso (11% PC) y madurez fisiológica del grano (10,6% PC), este resultado se debe a las etapas vegetativas donde es rápida la absorción de nitrógeno por el sistema radicular de las gramíneas, a medida que la planta acelera su crecimiento, el nitrógeno se diluye porque el incremento de la MS no-nitrogenada supera a la capacidad de absorción de este elemento; Espitia, et al. (2012) con la variedad Saia mostro un contenido promedio de proteína del 15.4% mayor al de las demás variedades, atribuyéndolo al estado fenológico de la variedad; Santoyo, et al. (2019) lograron 14,2% de PT a los 105 días de sembrada y 12,9% PC a los 115

días de sembrada y Sánchez, et al. (2014) donde los valores de PC fueron similares entre las seis variedades que evaluaron con escalas de 11,3 % a 13,2 % (113 a 132 g/kg), la variedad Saia fue superior, debido a la alta cantidad de materia seca que produjo por hectárea.

Los datos de las variedades estudiada fueron mayores a lo reportado por Montoya (2017) obtuvieron valores de PT en el estadio grano pastoso para línea promisorio “INIA 2000” A. *sativa* y la línea promisorio “INIA Santa Ana” A. *sativa* del 5.7 %, los culés estaban relacionados con la reducción foliar y consecuentemente una baja relación hoja: tallo y Campuzano, et al. (2018) quienes registraron valores de PC bajos para las variedades alto andina (7,5%), avenar (4,8%), Cajicá (4,2%), y Cayuse (5,3%).

Extracto etéreo

Respecto al extracto etéreo se presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos, sin embargo, entre los periodos de siembra no existieron diferencia significativas ($p \geq 0,05$) (ver tabla3). La variedad Suprema en los dos periodos de siembra tuvo un promedio de EE de 1,55% considerado como el más bajo con respecto a las demás variedades. En el 2018 el mayor promedio lo consiguió la variedad Konan con un 2,8% y 2,8% EE para la variedad Ever Leaf en el 2019, los datos puede que están relacionados con el tipo de variedad y la cantidad de agua no influye en esta variable.

En general los valores obtenidos fueron similares a los encontrados por Santoyo, et al. (2019) para la avena en los dos estados diferentes de maduración con 2,2% y 1.9% (a los 105 días y 115 días de maduración) y fueron inferiores con relación a los datos tomados por Amanuel, et al. (2019) de 2.97% a 4.32% de EE en promedio.

Cenizas

Esta variable mostró que si existieron diferencias significativas para los tratamientos ($p \leq 0.05$) y los periodos de siembra (ver tabla 3). La variedad con el mejor contenido de cenizas en el 2018 fue la Ever Leaf con un 10,8% C en comparación con la Konan (9% C) y en el 2019 la variedad Konan obtuvo un promedio alto (9,2%) en relación con la variedad Suprema (6,8%). Para los periodos de siembra, el 2018 logró un mejor porcentaje (9,67%) con respecto al 2019 (8,15%), cada variedad se comportó de diferente manera en cada periodo, por ejemplo las variedades Cuyuse, Ever Leaf y suprema tiene una capacidad de absorción de minerales mayor en épocas de mayor lluvia y la variedad Kona en épocas de menor lluvia, entonces se puede decir que esta variable puede estar relacionada con la oferta hídrica y el tipo de variedad. Estos datos son parecidos a los encontrados por Santoyo, et al. (2019) donde a los 105 días de sembrada da un 8,2% C y un 9,1 % C a los 115 días, y Amanuel, et al. (2019) que reportaron datos de 8.48% a 9.99% de C.

Materia orgánica

Para el porcentaje de materia orgánica (MO%) se mostraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en los periodos de siembra. Se obtuvo valor promedio de 91,75% en el 2019, el cual es superior al del 2018 con promedio de 90,22% de MO, lo que indica que el porcentaje de MO depende del régimen de lluvias. No hubo diferencia estadísticamente entre las variedades ($p \geq 0,05$), pero en la tabla 3 se puede observar que la variedad Suprema dio un promedio de 93,1% de MO, siendo este superior al promedio de la variedad Konan (90,7%) que fue el más bajo en el periodo del 2019. Los resultados obtenidos por Sánchez, et al. (2014) tuvieron rangos

del 88.7 % al 91.4 % de MO respectivamente en las variedades que evaluaron, y estos datos fueron parecidos a los encontrados en el presente estudio.

Tabla 3

Composición químico nutricional (base seca) de cuatro variedades de A. sativa

periodo de siembra	tratamientos	%				
		MS	PT	EE	C	MO
2018 (mayor lluvia)	Cayuse (T1)	19,5 a	7,1 a	2,7 a	9,6 ab	90,3 a
	Suprema (T2)	22,4 a	7,1 a	1,4 b	9,3 b	90,6 a
	Everleaf (T3)	26,2 b	7,6 a	2,7 a	10,8 a	89,1 a
	Konan (T4)	21,7 a	7,6 a	2,8 a	9,0 ab	90,9 a
2019 (menor lluvia)	Cayuse (T1)	21,8 a	11,3 a	2,4 a	8,2 ab	91,7 a
	Suprema (T2)	23,3 a	10,8 a	1,7 b	6,8 b	93,1 a
	Everleaf (T3)	40,8 b	8,5 a	2,8 a	8,4 a	91,5 a
	Konan (T4)	19,2 a	11,1 a	2,5 a	9,2 ab	90,7 a
EE ±		0,78*	0,23ns	0,079*	0,17*	0,169ns

MS=Materia Seca, PT=Proteína Total, EE=Extracto Etéreo, C=Cenizas, MO=Materia Orgánica.

Valores numéricos con diferente letra dentro de una columna de cada periodo, son estadísticamente significativos según Tukey *($P < 0.05$). EE: error estándar. ns: no significativo. Fuente: autor.

Fibra en Detergente Neutro

El porcentaje de fibra de detergente neutro en las cuatro variedades de avena forrajera reporto diferencias significativas ($p \leq 0,05$) para la época de siembra, pero no existe diferencia entre los tratamientos ($p \geq 0,05$). En la tabla 4 se observa que en el 2019 hubo una disminución del FDN en un 2,48% con relación al 2018 debido a una menor cantidad en lluvia, por lo tanto se puede decir que a mayor lluvia el contenido de FDN se incrementa y a menor lluvia el FDN disminuye porque se demora menos días en alcanzar el estado de grano lechoso y la fertilidad del suelo también un factor que influye en estos datos. Esta variable no depende del porcentaje de

materia seca pero el consumo de materia seca si depende del %FDN. Las fichas técnicas muestran rangos desde 48% al 65% de FDN, las variedades Cayuse, Everleaf y Konan superan estos rangos en el 2019 y en el 2018 se mantienen dentro de los rangos propuestos por la casa comercia (ver anexo B).

En los siguientes trabajos los datos encontrados son parecidos o superiores a los resultados de la presente investigación: Montoya (2017) obtuvo el mayor porcentaje de FDN en la variedad *A. sativa* var. “centenario” con un 73,77%, debido a un mayor diámetro del tallo y menor relación hoja: tallo y la *A. sativa* línea promisoría “INA santa Ana” presento un bajo contenido en el FDN del 60,4% al inicio de la floración, y Sánchez, et al. (2014) en la variedad Ágata acumulo un alto porcentaje de FDN (61%) y karma con un 51,3% fue la de menor FDN, argumentaron que un incremento en el FDN afecta negativamente el consumo de materia seca.

En otras investigaciones, los datos que se presentaron en este estudio fueron superiores a los de Campuzano, et al. (2018) donde los valores variaron de un 56 a 62 % en promedio, con el mayor valor para la variedad Cayuse; Santoyo, et al. (2019) obtuvieron un porcentaje inferior (49,3%) en la variedad dorada en grano lechoso, y Amanuel, et al. (2019) informaron los porcentajes más altos y más bajos en las variedades CV-8235 (51,4%) y CVSRCP X 80 Ab 2806 (41,6%), argumentaron que los tratamientos estaban por debajo del 55% FDN conocido como el valor crítico y que por lo tanto no tenían efecto negativo sobre la digestibilidad y la ingesta.

Fibra en Detergente Ácido

Se observa que existió diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en los periodos de siembra. En el 2019 se observó una disminución del 3,93% del FDA (36,32%) con respecto al año 2018 (40,27%). Esto significa que el FDA también depende de la cantidad de agua, el tiempo de

cosecha (entre más días mayor es el %FDA) y la fertilidad del suelo. Si el FDN disminuye el FDA también porque están relacionados entre sí.

Entre tratamiento estadísticamente no hubo diferencias significativas ($p \geq 0,05$) pero numéricamente, los resultados obtenidos en las variedades Cayuse Ever Lef y Konan se ajustan a los rangos determinados (26 al 45% FDA) en las fichas técnicas por la casa comercial (ver anexo B). La variedad Konan en ambos periodos mostro los mismos porcentajes FDA (38%), quizás solo depende de la fertilidad del suelo.

Sin embargo, los resultados del presente estudio solo concuerda con los reportados por Sánchez, et al. (2014) con datos de la variedad karma 34.9% en el contenido de FDA siendo esta la de menor porcentaje, en las variedades restantes los porcentajes eran mayores al 39,5%. Los demás autores tuvieron menores porcentajes de FDA, Ramírez, et al. (2013) con un valor promedio de 23,5% en la etapa de grano lechoso y la variedad karma fue la de menor contenido de FDA (27,4%), esto les permitió decir que el FDA está condicionado por la variedad y etapa de corte; Santoyo, et al. (2019) con un FDA de 35,9% a los 115 días de sembrado, y Amanuel, et al. (2019) para el contenido de FDA en la variedad CV-SRCP X 80 Ab 2806 fue menor (22,1%) y el más alto se observó en el CI-8235 (28,0%), afirmando que el menor contenido de FDA indica que el forrajes es más digerible y deseable.

Energía bruta

La energía bruta de las cuatro variedades de avena forrajera muestra que se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos y en los periodos de siembra ($p \leq 0,05$) (tabla 4). La EB en el año 2018 (4143 Kcal/kg) fue menor en relación al 2019 (4272 Kcal/kg) que fue el periodo de menor lluvia. En cuanto a los tratamientos registro mayor cantidad de energía en la

variedad suprema en ambos periodos (4214 y 4396 Kcal/Kg). Como siempre este parámetro está condicionado por la cantidad de precipitación fluvial y el tipo de variedad. En este estudio se considera que la avena forrajera solo alcanza a cubrir la energía para mantenimiento de un bovino de 300kg de peso vivo (McDonald et al., 1999)

Tabla 4

Pared Celular y Energía Bruta de cuatro variedades de A. sativa forrajera. Base Seca

Periodo de siembra	Tratamientos	% FDN	% FDA	EB kcal/kg
2018 (mayor lluvia)	Cayuse (T1)	68,7 a	41,6 a	4143 ab
	Suprema (T2)	67,3 a	40,1 a	4214 a
	Everleaf (T3)	67,5 a	41,2 a	4107 b
	Konan (T4)	65,5 a	38,2 a	4109 b
2019 (menor lluvia)	Cayuse (T1)	65,3 a	36,5 a	4260 ab
	Suprema (T2)	65,3 a	34,9 a	4398 a
	Everleaf (T3)	63,1 a	35,6 a	4241 b
	Konan (T4)	65,4 a	38,3 a	4191 b
EE±		0,32 ns	0,38 ns	12,52*

FDN=Fibra Detergente Neutro, FDA=Fibra Detergente Ácido, EB=Energía Bruta

Valores numéricos con diferente letra dentro de una columna de cada periodo, son estadísticamente significativos según Tukey *($P < 0.05$), ns: no significativo. Fuente: autor.

Porcentaje de Degradabilidad de la materia seca

Se evaluaron tres tiempos de degradabilidad T. SOL. (0 horas), 24 horas y 48 horas para las cuatro variedades de avena forrajera *A. sativa* en las dos épocas del año (ver tabla 5). El análisis estadístico (ver anexo C) mostró que para la degradabilidad T.SOL (0 horas) y a las 24

horas existieron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos y en los periodos de siembra. En ambos periodos de siembra la variedad ever leaf tuvo porcentajes superiores de degradabilidad (2018: 31.7% y 54%; 2019: 35,99% y 61,6%) a comparación de la variedad konan con resultados menores (2018: 2,7% y 50,8; 2019: 30,2% y 55%), en cuanto a los periodos, en el 2018 (29,85% y 51,75%) se observó un promedio de degradabilidad menor al del 2019 (32,57% y 57,95%). El porcentaje de degradabilidad las 48 horas presento diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre periodos y no en los tratamientos, el 2018 tuvo en promedio 64,57% este es bajo comparado con el promedio del 2019 (69,62%), se puede considerar que el forraje de avena es de media a baja degradación. La degradabilidad incremento considerablemente hasta las 24 horas y fue mejor en el periodo de baja precipitación, claro que no todas las variedades degradaron el mismo porcentaje de MS, a las 48 horas no se degrado totalmente y la diferencia entre las 24 y 48 hora es mínima, puede deberse a la cantidad de fibra que posea el forraje en al momento del corte.

Porcentaje de Degradabilidad de la proteína

En la tabla 5 se observa que no existe diferencia significativa entre tratamientos ($p \geq 0,05$), pero si entre periodos de siembra se mostraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$). El mejor porcentaje de DEGR. PT se dio en el año 2019 con el 95,15% con relación al 2018 con un promedio de 93.87%. Se puede inferir que la variable está influenciada por la cantidad de agua que recibe el cultivo durante su ciclo de crecimiento maduración. Los porcentajes que se presentaron para la degradabilidad PT son elevados y según Faría (2002) la velocidad y la cantidad total de proteína degradada en los alimentos o dietas pueden convertirse en un factor limitante en el proceso de aporte de aminoácidos al intestino delgado del huésped y por lo tanto

en su productividad. Si la de degradación de dicha proteína es baja y/o el requerimiento del huésped es alto, la proteína microbiana puede no ser suficiente para satisfacer las necesidades de aminoácidos del rumiante. Por otro lado si ocurre una degradación excesiva en el rumen, se puede producir más amoníaco del que la población microbiana puede utilizar; en tal caso, el exceso de amoníaco se perderá por la vía de absorción en el rumen, se convierte en urea en el hígado y se excreta en la orina, por lo que el metabolismo de las proteínas puede resultar en un proceso deficiente.

Porcentaje de Degradabilidad de FDN

El porcentaje de Degradabilidad del FDN, (ver anexo C) indica que existen diferencias significativas entre los periodos de siembra ($p \leq 0,05$) y no se encontraron diferencias entre tratamientos ($p \geq 0,05$) (ver tabla 5). Para el periodo del 2018 el promedio fue de 50,22% este es bajo en comparación con el 57,17% del 2019, también dependió del régimen precipitaciones del periodo, pero numéricamente la variedad Ever Leaf fue la que tuvo mayor degradabilidad (59,4%) en comparación con la Konan (55,7%). Probablemente esta variable solo depende de las condiciones climáticas del cultivo, pues incrementa su porcentaje de degradabilidad en periodos de menor lluvia.

Los porcentajes de degradación de la materia seca, proteína total y FDN no se vieron afectadas por el tipo de variedad de avena forrajera y de pronto este más influenciado por la edad del cultivo.

Tabla 5

Porcentaje de Degradabilidad de la Materia Seca, PT y FDN de cuatro variedades de A. sativa forrajera. Base seca

periodo de siembra	tratamientos	% DEGR.MS			% DEGR. PT	% DEGR. FDN
		T. SOL.	24 H	48H		
2018 (mayor lluvia)	Cayuse (T1)	31,8 ab	53,1 ab	66,1 a	94,5 a	51,6 a
	Suprema (T2)	30,2 bc	49,1 b	64,0 a	94,3 a	50,3 a
	Everleaf (T3)	31,7 a	54 a	63,2 a	93,1 a	50,2 a
	Konan (T4)	25,7 c	50,8 b	65 a	93,6 a	48,8 a
2019 (menor lluvia)	Cayuse (T1)	33,7 ab	57,0 ab	68,2 a	95,1 a	56,0 a
	Suprema (T2)	30,4 bc	58,2 b	70,0 a	95,8 a	57,6 a
	Everleaf (T3)	35,99 a	61,6 a	71,2 a	93,9 a	59,4 a
	Konan (T4)	30,2 c	55,0 b	69,1 a	95,6 a	55,7 a
EE±		1,35*	1,56*	1,52_{ns}	0,90_{ns}	1,28_{ns}

T.SOL= Tasa Solubilidad a las 0 horas, DEGRMS= Degradabilidad Materia Seca, Digt.PT=Degradabilidad Proteína Total, Digt. FDN=Degradabilidad FDN

Valores numéricos con diferente letra dentro de una columna de cada periodo, son estadísticamente significativos según Tukey *(P < 0.05). ns: no significativo. Fuente: autor.

7. CONCLUSIONES

- La variedad Cayuse fue la que mejor promedio en producción de forraje en el periodo del 2018 donde hubo mayor lluvia y en el periodo del 2019 (menor lluvia) la variedad Suprema sacó un buen promedio de producción de forraje pero es bajo comparado con la variedad del 2018.
- En cuanto a calidad nutricional, para la variedad Konan en el periodo de menor lluvia obtuvo mejores porcentajes, seguida por la variedad Cayuse; en el periodo de mayor lluvia la variedad Ever Leaf tuvo buenos promedios.
- La variedad Ever Leaf pude incrementa el porcentaje de MS en la pradera.
- En el estado fenológico para este caso en el estadio de grano lechoso en las variedades de avena forrajera, dieron resultados bajos en cuanto a la calidad nutricional pero la producción de forraje es alta como se evidencio en el presente trabajo
- Las variedades de avena forrajera tuvieron una mejor composición nutricional en el primer periodo del año 2019 donde la precipitación del agua fue menor a la del segundo periodo del año 2018.
- La variedad Konan se pude implementar en el municipio de Ubaté, ya que se adaptó bien al lugar y su composición nutricional es buena.

8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda sembrar la avena forrajera empezando el periodo de invierno para obtener mayor cantidad de lluvia en el momento del desarrollo de la planta y así obtener más producción de forraje, aunque esto variaría por el cambio climático.
- Llevar el proyecto a un nivel regional para enriquecer más datos de las variedades que se manejan en clima frío, ya que existen pocas referencias acerca del trabajo.
- Realizar análisis nutricional a las variedades que cultiven, ya que dicha composición está influenciada por la relación suelo- clima- planta y por lo general suelen ser diferentes a las de las fichas técnicas que da la casa comercializadora.
- Las variedades evaluadas cosechadas en el estado de grano lechoso se recomienda para uso de ensilajes para mejorar su composición nutricional, pues su alto contenido de FDN reduce el consumo de forraje y esto puede representar pérdidas económicas.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Abuye, T., Mekonnen, D., y Worku, T. (2020). Evaluación de siete genotipos de avena (*Avena sativa*) para rendimiento de biomasa y parámetros de calidad en diferentes ubicaciones de Oromia occidental, Etiopía. *Advances in Agriculture*, vol. 2020, pp. 7, <https://www.hindawi.com/journals/aag/2020/8822344/>
- Agroglobal S.A. (2019). *Avena Forrajera Suprema*. Colombia. ©Copyright. https://www.agroglobal.com.co/images/fichas_tecnicas/50_Ficha_T%C3%A9cnica_Avena_Suprema_PDF.pdf
- Amanuel, W., Kassa, S., y Deribe, G. (2019). Biomass Yield and Nutritional Quality of Different Oat Varieties (*Avena sativa*) Grown Under Irrigation Condition in Sodo Zuriya District, Wolaita Zone, Ethiopia. *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*, Volume 20 (4): pp.197-204. <https://juniperpublishers.com/artoaj/pdf/ARTOAJ.MS.ID.556138.pdf>.
- Apráez Guerrero, J. E. (2020). *Análisis Químico de Alimentos para Animales*. - 1ª. Ed. San Juan de Pasto, Nariño, Colombia: © Editorial Universidad de Nariño, p. 290, <http://sired.udenar.edu.co/6817/1/ANALISIS%20QUIMICO%20DE%20ALIMENTOS%20PARA%20ANIMALES%20%281%29.pdf>.
- Arguelles, G., y Alarcón, E. (1995). *Principales pastos de corte en Colombia: Su manejo y capacidad de sostenimiento*. Santafé de Bogotá, DC: Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Boletín técnico No. 49. Produmedios, p. 39. <https://infopastosyforrajes.com/libros-y-manuales-pdf/principales-pastos-de-corte-en-colombia/>.
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2008). Caracterización económica y empresarial de las provincias de cobertura de la CCB: Ubaté. pp.51.

https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/2889/6233_caracteriz_empresarial_ubate.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Campuzano, L. F., Castro, E., Castillo, J., Torres, D., Cuesta, P. A., Portillo, P. A., Nieto, D. F y Yepes, D. B. (2018). Altoandina: nueva variedad de avena forrajera para el trópico alto colombiano. Bogotá, Colombia: *editorial corporación colombiana de investigación agropecuaria-AGROSAVIA*. pp 20

<http://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/view/131/110/990-1>.

Campuzano, L. F., Castro, E., Castillo, J., Torres, D., Nieto, D., y Portillo, P. A. (2020).

Altoandina: nueva variedad de avena forrajera para la zona Andina en Colombia.

Agronomía Mesoamericana, Universidad de Costa Rica. Vol. 31, núm. 3. pp. 581-595.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43764233005>

Carvajal Salcedo, T., y Cuesta Peralta, A. (2016). Conservación y composición nutricional del follaje de sauco (*Sambucus nigra*). *Pastos y Forrajes*. Vol. 39, No. 2, pp. 125-132.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942016000200007

Cazares Preciado, M. D. (1999). El cultivo de la avena (*Avena sativa L.*). México, (Monografía, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”). pp. 67.

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/719/T10150%20%20CAZARES%20PRECIADO%2C%20MANUEL%20DE%20JESUS%20%20MONOG..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Di Marco, O. (2011). Estimación de calidad de los forrajes. *Producir XXI, Bs. As*, 20(240), pp. 24-30. https://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/45-calidad.pdf.

Espitia, E., Villaseñor, H. E., Tovar, R., Olán, M., y Limón, A. (2012). Momento óptimo de corte para rendimiento y calidad de variedades de avena forrajera. México: *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol.3 Núm.4, pp. 771-783.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000400012.

Fajardo, A. E. (2019). Variabilidad climática y disponibilidad hídrica en los valles de Ubaté, Chiquinquirá y Alto Chicamocha, Colombia. *Acta Agronómica*, 68(3), pp. 182-195.

<https://doi.org/10.15446/acag.v68n3.69082>.

Faría Mármol, J. (2002). Capítulo XIX. Valoración proteica de alimentos para rumiantes. En Trujillo, *Avances en la ganadería de doble propósito* (pp. 281-297). Ramírez, I, Lílido. N; González Stagnaro, Carlos; Soto Belloso, Eleazar (Eds).

<http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/38315>.

Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). (s.f). *Avena*. Obtenido de http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/avena

Gibson, J., y Gibson, T. (2007). *The green world. Plant Diversity*. New York. Copyright (c) Chelsea House An imprint of Infobase Publishing. pp. 145.

file:///C:/Users/Equipo/Downloads/kupdf.net_plant-diversity-taxonomy.pdf.

Google maps. (2021). Google maps. Obtenido de

<https://www.google.com.co/maps/place/Granja+Experimental+el+Tibar/@5.3260124,-73.794964,1418m/data=!3m1!1e3!4m16!1m10!4m9!1m3!2m2!1d-73.7921477!2d5.3270914!1m3!2m2!1d-73.8179666!2d5.3093154!5i2!3m4!1s0x8e40399153b3bbed:0x925c0c272a5e89b6!8m2!3d5.3270655!4>

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2018). *ICA*. Obtenido de

<https://www.ica.gov.co/Normatividad/Normas-Ica.aspx?aliaspath=%2fNormatividad%2fNormas-Ica&searchtext=semillas&searchmode=AnyWord&searchscope=SearchCurrentSection&pagesearchresults=6>

Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2021). *Censo Pecuario año 2021*. Obtenido de

<https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (01 de 2021). *IDEAM,*

Consulta y Descarga de Datos Hidrometeorológicos. Obtenido de

<http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>

Instituto Nacional Tecnológico Dirección General de Formación Profesional [INTDGF].

(2016). *Manual del protagonista. Pastos y forrajes. Nicaragua*: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. pp. 96. <https://docer.com.ar/doc/ss1x8c8>.

International Seed Testing Association (ISTA). (2016). *reglas internacionales para el analisis de las semillas*. Bassersdorf, Suiza: ISTA. pp. 192.

https://vri.umayor.cl/images/ISTA_Rules_2016_Spanish.pdf.

Kruger, O., Kashirskikh, E., Babich, O., y Noskova, S. (20 de june de 2018). Oat protein concentrate production. Russia. *Foods and Raw Materials* vol. 6, no. 1, pp. 47–55.

https://www.researchgate.net/publication/326181391_Oat_protein_concentrate_production#read.

- Mahadevan, M., Calderini, D. F., Zwer, P. K., y Sadras, V. O. (2016). The critical period for yield determination in oat (*Avena sativa* L.). *Elsevier B.V.* Volume 199. pp. 109–116, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378429016303719?via%3Dihub>.
- Malagón Castro, D. (septiembre de 2003). Ensayo sobre tipología de suelos colombianos - énfasis en génesis y aspectos ambientales. Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* Volumen 27(104), pp. 319-341. https://www.acefyn.com/revista/Vol_27/104/319-341.pdf.
- Mamani Paredes, J., y Cotacallapa Gutiérrez, F. H. (2018). Rendimiento y calidad nutricional de avena forrajera en la región de Puno. *Rev. investig. Altoandin*, vol.20 no.4, pp. 385-400, http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572018000400002&lng=es&nrm=is#:~:text=La%20materia%20seca%20del%20forraje,kg%2D1%20MS%20de%20ENL.
- McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J., y Morgan, C. (1999). *Nutrition animal. 5a edición.* España. Editorial Acribia, S.A., pp. 600. <https://zoovetespasion.com/libros-zootecnia-veterinaria/nutricion-animal-mcdonald/>.
- McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J., Morgan, C., Sinclair, L., y Wilkinson, R. (2011). *Animal Nutrition. Seventh Edition.* Harlow, England: Copyright © Prentice Hall/Pearson. pp. 714. <https://vetbooks.ir/animal-nutrition-7th-edition/>.
- Mendoza Pedroza, S. I., Sánchez Espinoza, J., Álvarez Vázquez, P., Sosa Montes, E., Maldonado Peralta, M. Á., y Garay Martínez, J. (2021). Yield estimation of forage oat (*Avena sativa* L.) Chihuahua variety: ruler and plate methods. *Agro Productividad*, Vol. 14, Núm. 1. pp: 75-80. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1939>.

Montoya, K. H. (2017). *Características agronómicas y valor nutricional de 7 cultivos forrajeros bajo secano en la sierra central. Perú*. [Trabajo de grado, Universidad Nacional Agraria la Molina].archivo digital pp. 99.

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3254/montoya-quispe-karina-haydee.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Official Methods of Analysis (AOAC) (Volume 1). (1990). *official methods of analysis of the association of official analytical chemists. Virginia, United States of America*: Copyright© 1990 by the Association of Official Analytical Chemists. pp. 771.

<https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>

Organization of the United Nations (FAO). (2017). *The future of food and agriculture. Trend sand challenges*. Rome: copyright@fao.org. pp. 180.

<https://www.fao.org/3/i6583e/i6583e.pdf>

Parsons, D., Mondoñedo, J., kirchner, F., Medina, J., y De la rosa, I. (1981). *Manual para la educación agropecuaria: trigo, cebada, avena*. Mexico. Trillas, S.A. pp.58.

Pond, w. G., Church, D. C., y Pond, K. R. (2002). *Fundamentos de nutrición y alimentación en animales. Segunda edición*. Estados Unidos: Editorial Llmusa, S.A. De C.V. Uteha Wiley, pp. 630.

<https://zoovetespasion.com/libros-zootecnia-veterinaria/libro-nutricion-y-alimentacion-de-animales/>.

Ramírez, S., Domínguez, D., Salmerón, J. J., Villalobos, G., y Ortega, J. A. (2013). Producción y calidad del forraje de variedades de avena en función del sistema de siembra y de la etapa de madurez al corte. *Revista fitotecnia mexicana*. vol.36 no.4. pp. 395-403.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802013000400005

Revilla, G., y Zarra, I. (septiembre de 2007). *Fisiología vegetal. Introducción a las células de las plantas: membranas y pared*. España: Universidad de Barcelona. MonoComp, S. A. pp. 669.

<https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FundamentosdeFisiologiaVegetal2008Azcon.pdf>

Sáenz Fety. (2018). *Cultivo transitorio*. Obtenido de <http://www.saenzfety.com/pecuaria>

Sajid, S., S. A., Akhtar, L. H., Minhas, R., Bukhari, M. S., Ghani, A., y Anjum, M. H. (2015). Evaluation of different oat (*Avena sativa L.*) varieties for forage yield and related characteristics. *Science Letters*, Volume 3 (1). pp. 13-16.

http://thesciencepublishers.com/science_letters/files/v3i1-3-2014032-SL.pdf.

Sánchez, R. A., Gutiérrez, H., Serna, A., Gutiérrez, R., y Espinoza, A. (2014). Producción y calidad de forraje de variedades de avena en condiciones de temporal en Zacatecas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, vol. 5, núm. 2, pp. 131-142

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242014000200001

Santoyo, M. L., Sedano, M. P., y Diaz, P. A. (2019). *Evaluación del rendimiento productivo y valor nutricional de la avena forrajera (avena sativa) en dos estados de maduración diferentes, en la vereda el gaital del municipio de vélez, Santander*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - ECAPMA. [Documentos De Trabajo ECAPMA]. pp 8.

<https://doi.org/10.22490/ECAPMA.3074>.

Singh, G. (2010). *Plant Systematics. An integrated approach*. India: Science Publishers, Enfield, NH, USA. pp. 716, <https://mariomairal.com/wp-content/uploads/2020/10/Plant-Systematics-An-Integrated-Approach-Gurcharan-Singh-3-Edition.pdf>.

Suttie, J., y Reynolds, S. (2004). *Fodder oats: a world overview*. Rome: © FAO,

<https://www.fao.org/3/y5765e/y5765e00.htm#Contents>.

Villanueva, D. (2018). *Anexo 1 análisis sector agrícola y pecuario. Estudios sobre la Bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia*. [Documento de trabajo, Universidad EAFIT]. pp. 49. Archivo digital.

https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Bioeconomia/Informe%20/ANEXO%201_An%C3%A1lisis%20sector%20agr%C3%ADcola.pdf.

Villegas, J. B., Pardo, A. M., Llanos, L., y Carulla, J. (2014). *Cultivar avena para ensilar es una opción viable, para las ganaderías de lechería especializada*. Colombia.

ASOGANADEROS. pp 8. <https://www.contextoganadero.com/reportaje/cultivar-avena-para-ensilar-opcion-para-predios-lecheros-especializados>

Yepes, D. B. (2013). Selección de nuevos genotipos de avena (*avena sativa L.*) y cebada (*hordeum vulgare L.*) forrajeras en la región natural andina del sur de Colombia. [Tesis de maestría, Universidad de Nariño san juan de pasto]. pp. 70. Archivo digital.


<https://core.ac.uk/download/pdf/147429307.pdf>.

10. ANEXOS


Anexo A

Figura 15

Análisis de suelos del lote donde se estableció la unidad experimental



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO
CENTRO DE BIO-SISTEMAS



**LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS
ANÁLISIS FERTILIDAD EN SUELOS**

Muestra	Cliente	Finca
No. Muestra: 000743 Identificación: LOTE 9 Orden de Trabajo No.: 000320 Fecha de Solicitud: 21-may-14 Fecha de Impresión: 06-jun-14 Cultivo: Avena	Nombre: UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA Dirección: DG 18 20-29 Municipio: FUSAGASUGA Teléfono: 8732512 Fax: E-Mail: onzaa00@gmail.com/m3sandres@hotmail.com	Nombre: CENTRO EXPERIM. G. EL TIB Municipio: UBATE Departamento: Cundinamarca
Solicitante: LLIAN ROBAYO		


ELEMENTO ANALIZADO	pH	C.E. dS/m	Elementos Mayores (mg * kg ⁻¹ ó ppm)										Elementos Menores (mg * kg ⁻¹ ó ppm)					
			N-NH ₄ ⁺ Amonio	N-NO ₃ ⁻ Nitrato	N-Min. Nitrógeno	P Fósforo	K Potasio	Ca Calcio	Mg Magnesio	Na Sodio	Al Alúmina	S Azufre	Cl ⁻ Cloruro	Fe Hierro	Mn Manganeso	Cu Cobre	Zn Zinc	B Boro
RESULTADO DEL ANÁLISIS	4.4	0.45	19.9	25.9	45.7	72.6	306	2086	600	63	2.07	47.6	N.A	398.7	4.8	0.1	4.6	0.5
Resultado en cmol ⁺ kg ⁻¹							0.78	10.41	4.93	0.28	2.07							
INTERPRETACIÓN	Deficiente	Bajo			Exceso	Exceso	Alto	Óptimo	Exceso			Exceso	Óptimo	Exceso	Deficiente	Deficiente	Óptimo	Óptimo
BAJO	6	0.56			20	20	129	1677	206			12		15.0	11.3	1.1	3.4	0.34
ÓPTIMO	6.25	0.74			25	30	181	2322	284			15		20.0	15.0	1.5	4.5	0.45
ALTO	6.5	0.92			30	40	232	2967	361			18	106.5	25.0	18.8	1.9	5.6	0.56

Metodología:

pH en agua (1:1); Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y bases de intercambio en acetato de amonio (1:20); elementos menores en DTPA (1:2); boro y C.E extracto de saturación. Acidez Intercambiable sólo cuando pH < 5.5; S por turbidimetría. N-mineral en KCl (1N) - Kjeldahl.

Otros Análisis y Parámetros de la Muestra						Relaciones Catiónicas			
Porcentaje de Agua Pw %	Porcentaje de Saturación Ps %	% Carbono Orgánico	% M.O.	CIC	CICe	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	(Ca+Mg)/K
2.3	69.1	3.75	6.44	25.8	18.5	2.11	13.29	6.30	19.59
Interpretación						Deficiente	Óptimo	Alto	Óptimo
Valores Óptimos						3 - 5	12 - 18	4 - 6	12 - 20

Metodo Fósforo (P): Bray II


 Quim. Adriana Mireya Zamudio S.
 Jefe Laboratorio de Suelos y Aguas

Tomado de: universidad de Cundinamarca (2014).

Figura 16

Resultados de la composición nutricional de las cuatro variedades de avena forrajera hecho por la UDCA

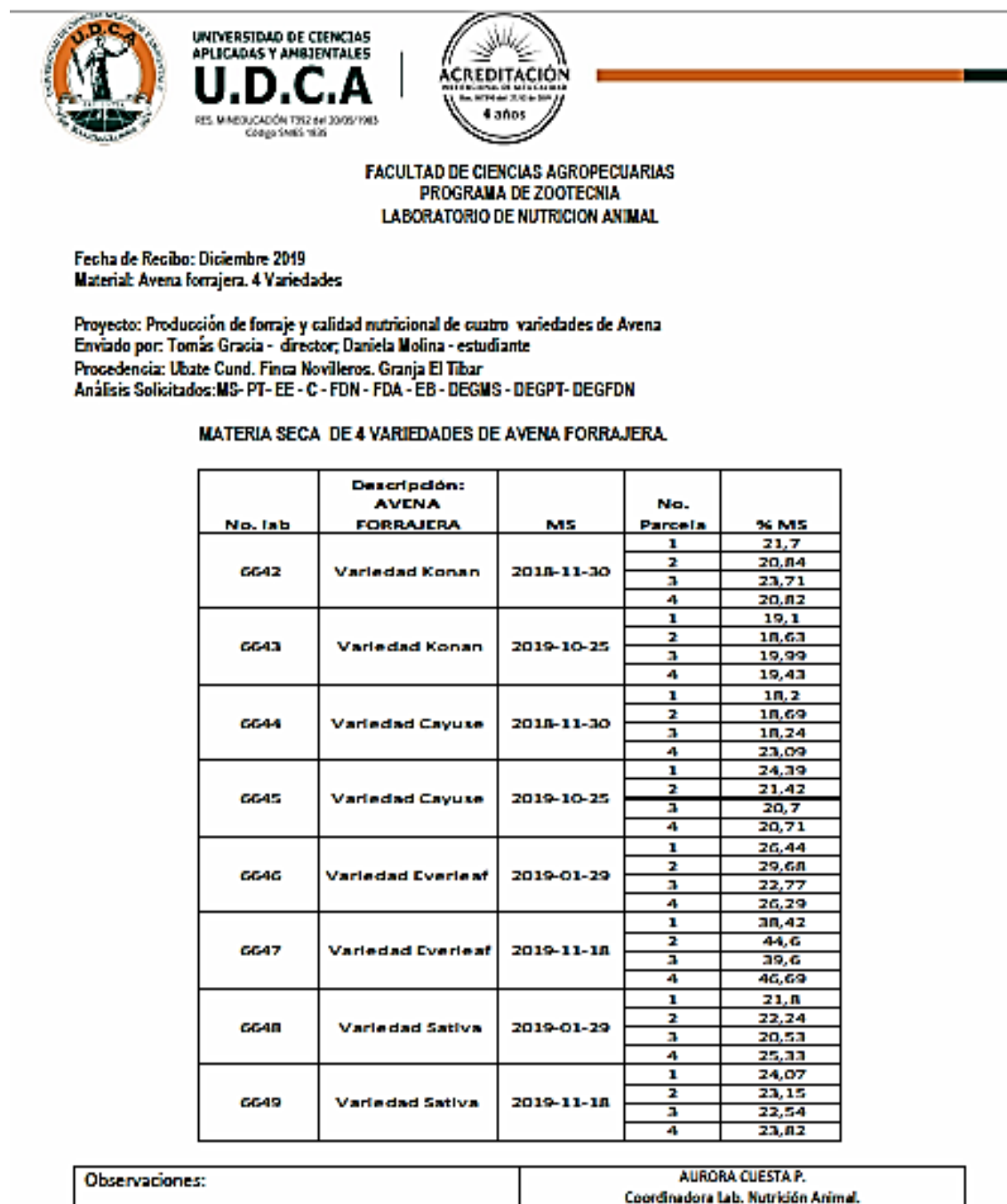
No. lab	Descripción: AVENA FORRAJERA	fecha de muestreo	%							EB Kcal/Kg	%DEGMS			% DEGRADA. PT	% DEGRADA. FDN
			PT	NT	EE	C	MO	FDN	FDA		T. SOL.	24H	48H		
6642	Variedad Konan	2018-11-30	7,10	1,14	3,10	9,03	90,97	66,64	38,95	4186	25,80	51,09	64,20	92,50	48,47
			8,25	1,32	2,53	9,04	90,96	64,38	37,52	4032	25,76	50,60	65,79	94,75	49,26
			7,68	1,23	2,81	9,03	90,97	65,51	38,24	4109	25,78	50,85	65,00	93,71	48,86
6643	Variedad Konan	2019-10-25	11,68	1,87	2,32	9,22	90,78	67,10	38,36	4189	30,30	54,98	68,55	95,54	55,79
			10,59	1,69	2,85	9,24	90,76	63,79	38,40	4194	30,24	55,10	69,82	95,72	55,79
			11,14	1,78	2,59	9,23	90,77	65,45	38,38	4191	30,27	55,04	69,19	95,62	55,79
6644	Variedad Cayuse	2018-11-30	7,32	1,17	3,06	9,75	90,25	69,95	41,84	4163	31,50	52,34	65,65	93,88	51,86
			6,88	1,10	2,46	9,52	90,48	67,61	41,44	4123	32,20	53,84	66,71	95,30	51,52
			7,10	1,14	2,76	9,63	90,37	68,77	41,64	4143	31,80	53,38	66,18	94,57	51,69
6645	Variedad Cayuse	2019-10-25	11,76	1,88	2,47	8,18	91,82	65,52	36,72	4274	32,24	56,14	68,64	95,87	56,68
			10,88	1,74	2,44	8,30	91,70	65,12	36,48	4247	35,18	57,96	67,82	94,37	55,51
			11,32	1,81	2,45	8,24	91,76	65,32	36,60	4261	32,89	57,64	68,23	95,15	56,10
6646	Variedad Everleaf	2019-01-29	7,60	1,22	2,29	10,75	89,25	68,87	41,15	4101	31,60	53,98	63,43	92,90	50,98
			7,70	1,23	2,20	10,87	89,13	66,25	41,26	4113	31,98	54,01	63,02	93,33	49,46
			7,65	1,22	2,24	10,81	89,19	67,56	41,21	4107	31,47	54,83	63,23	93,12	50,23
6647	Variedad Everleaf	2019-11-18	8,71	1,39	2,85	8,40	91,60	63,98	35,39	4215	36,78	62,24	71,69	94,76	60,19
			8,30	1,33	2,77	8,44	91,56	62,34	35,85	4269	35,21	60,98	70,79	93,11	58,77
			8,50	1,36	2,81	8,42	91,58	63,16	35,62	4242	36,91	61,18	71,24	93,96	59,48
6648	Variedad Sativa	2019-01-29	7,55	1,21	1,60	9,38	90,62	67,28	40,35	4235	30,38	48,24	63,47	94,95	49,48
			6,64	1,06	1,37	9,32	90,68	67,40	39,96	4194	30,12	49,98	64,57	93,80	51,22
			7,09	1,13	1,49	9,35	90,65	67,34	40,15	4215	29,99	49,82	64,02	94,41	50,35
6649	Variedad Sativa	2019-11-18	11,15	1,78	1,68	6,86	93,14	65,30	34,51	4347	30,58	58,32	70,30	95,87	57,54
			10,52	1,68	1,85	6,90	93,10	65,41	35,32	4449	30,22	58,24	69,83	95,91	57,76
			10,83	1,73	1,76	6,88	93,12	65,36	34,91	4398	31,04	58,14	70,07	95,90	57,65

MS = MATERIA SECA; PT= PROTEINA TOTAL; NT= NITROGENO TOTAL; EE=EXTRACTO ETHEREO; C=CENIZA; MO=MATERIA ORGANICA; FDN=FIBRA DETERGENTE NEUTRA; FDA=FIBRA DETERGENTE ACIDA; EB Kcal/Kg=ENERGIA BRUTA Kcal/Kg;
DEG MS= DEGRADABILIDAD DE LA MATERIA SECA; T.SOL.= TASA DE SOLUBILIDAD (0 Horas); H = HORAS; DEGRADA.PT= DEGRADABILIDAD DE LA PROTEINA; DEGRADA.FDN=DEGRADABILIDAD DEL FDN.

Fuente: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A) Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa Zootecnia laboratorio de nutrición animal (2020).

Figura 17

Resultados del porcentaje de materia seca (%MS) de las cuatro variedades de avena forrajera hecho por la UDCA



Fuente: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A) Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa Zootecnia laboratorio de nutrición animal (2020).

Figura 18

Hojas en la avena forrajera dañadas por la babosa



Fuente: autor.

Figura 19

Control con cal viva y producto comercial baboxa para la babosa



Fuente: autor.

Figura 20

Presencia de la chinche (Collaria spp.) en la avena forrajera



Fuente: autor.

Figura 21

Roya amarilla en las hojas de la avena forrajera



Fuente: autor.

Figura 22

Fumigación con productos para erradicar y controlar enfermedades y plagas



Fuente: autor.

Figura 23

Posibles síntomas de deficiencia en fósforo



Fuente: autor.

Figura 24

Ebauche y floración de la avena forrajera



Fuente: autor.

Figura 25

Volcado de la avena forrajera en las variedades cayuse y konan en el año 2018



Fuente: autor.

Anexo B

Figura 26

Ficha técnica avena forrajera de la variedad Cayuse

Nombre científico	<i>Avena sativa</i>
Densidad de siembra sola (Voleo)	150 lb/ha
Densidad de siembra en mezcla con Vicia Atropurpurea (Voleo)	125 lb/ha
Adaptación (metros sobre el nivel del mar)	2200 - 3200 msnm
Días a germinación	5 - 7
Tiempo en días a la cosecha (Rango promedio) (Grano entre lechoso - pastoso) (*)	120 - 140
Rango de pH	5 - 8
Precipitación en milímetros mes	75 - 90
Tolerancia a Roya (<i>Puccinia spp</i>)	Baja
Producción de forraje verde al corte en toneladas por hectárea (*)	45 - 65
Proteína Cruda (PC) (%) (*)(**)	8 - 12
Fibra en Detergente Neutro (FDN) (%) (*)(**)	48 - 65
Fibra en Detergente Ácido (FDA) (%) (*)(**)	26 - 45

(*) El tiempo en días a la cosecha, la producción y calidad nutricional del forraje, dependerán de las condiciones edafo-climáticas y de manejo (fertilización, riego, etc.).

(**) Rango promedio como porcentaje de la materia seca.

Tomado de: Sáenz Fety (2018).

Figura 27

Ficha técnica avena forrajera de la variedad Konan

Nombre científico	<i>Avena sativa</i>
Densidad de siembra sola (Voleo)	150 lb/ha
Densidad de siembra en mezcla con Vicia Atropurpurea (Voleo)	125 lb/ha
Adaptación (metros sobre el nivel del mar)	2200 - 3200 msnm
Días a germinación	5 - 7
Tiempo en días a la cosecha (Rango promedio) (Grano entre lechoso - pastoso) (*)	125 - 150
Rango de pH	5 - 8
Precipitación en milímetros mes	75 - 90
Tolerancia a Roya (<i>Puccinia spp</i>)	Alta
Producción de forraje verde al corte en toneladas por hectárea (*)	45 - 65
Proteína Cruda (PC) (%) (*)(**)	8 - 14
Fibra en Detergente Neutro (FDN) (%) (*)(**)	48 - 65
Fibra en Detergente Ácido (FDA) (%) (*)(**)	26 - 45

(*) El tiempo en días a la cosecha, la producción y calidad nutricional del forraje, dependerán de las condiciones edafo-climáticas y de manejo (fertilización, riego, etc.).

(**) Rango promedio como porcentaje de la materia seca.

Tomado de: Sáenz Fety (2018).

Figura 28

Ficha técnica avena forrajera de la variedad Ever Leaf

Nombre científico	<i>Avena sativa</i>
Densidad de siembra (Voleo)	70 - 80 kg/ha
Adaptación (metros sobre el nivel del mar)	2200 - 3200 msnm
Días a germinación	5 - 7
Tiempo en días a la cosecha (Rango promedio) (Grano entre lechoso - pastoso) (*)	90 - 120
Rango de pH	5 - 8
Precipitación en milímetros mes	75 - 90
Tolerancia a Roya (<i>Puccinia spp</i>)	Media
Producción de forraje verde al corte en toneladas por hectárea (*)	30 - 45
Proteína Cruda (PC) (%) (*) (**)	8 - 12
Fibra en Detergente Neutro (FDN) (%) (*) (**)	48 - 65
Fibra en Detergente Ácido (FDA) (%) (*) (**)	26 - 45

(*) El tiempo en días a la cosecha, la producción y calidad nutricional del forraje, dependerán de las condiciones edafo-climáticas y de manejo (fertilización, riego, etc.).

(**) Rango promedio como porcentaje de la materia seca.

Tomado de: Sáenz Fety (2018).

Figura 29

Ficha técnica avena forrajera de la variedad suprema

Tipo	▪ <i>Avena sativa</i>
Adaptabilidad	▪ 2.200 - 3.000 msnm
Densidad de siembra	▪ 150 lb/ha
Días a germinación	▪ 5 - 8 días
Primer pastoreo o corte	▪ 100 - 120 días
pH	▪ 5.0 - 8.0
Requerimiento hídrico	▪ 80 - 90 mm/mes
Producción	▪ 60 - 75 ton/ha/corte
% proteína en materia seca	▪ 10 - 14%
Tolerancia	▪ Media a Roya
Uso	▪ Abono verde, corte, pastoreo y ensilaje
Asociación con	▪ Ryegrasses y leguminosas

Tomado de: Agroglobal S.A. (2019).

Anexo C

Figura 30

ANAVA de la altura de la planta, hecho en el programa SAS

```

┌
The SAS System          17:55 Thursday, May 27, 2021
11

The GLM Procedure

Dependent Variable: altura  altura

Source                DF          Sum of
                    Squares    Mean Square    F Value    Pr > F
Model                 5          844.087500    168.817500    2.21    0.0840
Error                26          1987.881250    76.456971
Corrected Total      31          2831.968750

R-Square    Coeff Var    Root MSE    altura Mean
0.298057    5.236889    8.743968    166.9688

Source                DF          Type I SS    Mean Square    F Value    Pr > F
bloq                 1          52.5312500    52.5312500    0.69    0.4147
trat                 3          762.6562500    254.2187500    3.32    0.0351
repet                1          28.9000000    28.9000000    0.38    0.5440

Source                DF          Type III SS    Mean Square    F Value    Pr > F
bloq                 1          52.5312500    52.5312500    0.69    0.4147
trat                 3          762.6562500    254.2187500    3.32    0.0351
repet                1          28.9000000    28.9000000    0.38    0.5440

```

Fuente: autor.

Figura 31

ANAVA peso del forraje verde en Kg, hecho en el programa SAS

```

-
3
The SAS System      17:55 Thursday, May 27, 2021

The GLM Procedure

Dependent Variable: Peso

Source              DF          Sum of
                   Squares    Mean Square    F Value    Pr > F
Model                5          5.09295788    1.01859158    1.93    0.1235
Error               26         13.72105234    0.52773278
Corrected Total     31         18.81401022

R-Square      Coeff Var      Root MSE      peso Mean
0.270700      23.04620      0.726452      3.152156

Source              DF          Type I SS      Mean Square    F Value    Pr > F
bloq                1          1.58909878    1.58909878    3.01    0.0945
trat                3          2.80571059    0.93523686    1.77    0.1772
repet               1          0.69814851    0.69814851    1.32    0.2605

Source              DF          Type III SS     Mean Square    F Value    Pr > F
bloq                1          1.58909878    1.58909878    3.01    0.0945
trat                3          2.80571059    0.93523686    1.77    0.1772
repet               1          0.69814851    0.69814851    1.32    0.2605

```

Fuente: autor.

Figura 32

ANAVA del porcentaje de materia seca (MS%), hecho en el programa SAS

□

The SAS System 22:27 Wednesday, August 5, 2020 85

The GLM Procedure

Dependent Variable: MS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	1175.982663	235.196533	11.95	<.0001
Error	26	511.728259	19.681856		
Corrected Total	31	1687.710922			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	MS Mean promedio
0.696792	18.02440	4.436424	varianza / 24.61344 x100= xcoeff

Source	libertad gados	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq		1	139.821003	139.821003	7.10	0.0130 <0.05
trat		3	1032.252284	344.084095	17.48	<.0001
repet		1	3.909376	3.909376	0.20	0.6595

Fuente: autor.

Figura 33

ANAVA del porcentaje de la proteína total (PT%), hecho en el programa SAS

□

The SAS System 07:47 Thursday, August 5, 2020 17

The GLM Procedure

Dependent Variable: proteina cruda

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	42.40683613	8.48136723	9.79	0.0013
Error	10	8.66543445	0.86654344		
Corrected Total	15	51.07227058			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	proteina cruda Mean
0.830330	10.44296	0.930883	8.913974

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	1	37.66471104	37.66471104	43.47	<.0001
trat	3	4.13252849	1.37750950	1.59	0.2529
repet	1	0.60959660	0.60959660	0.70	0.4212

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	1	37.66471104	37.66471104	43.47	<.0001
trat	3	4.13252849	1.37750950	1.59	0.2529
repet	1	0.60959660	0.60959660	0.70	0.4212

Fuente: autor.

Figura 34

ANAVA del porcentaje del extracto etéreo (EE%), hecho en el programa SAS

The SAS System 22:27 Wednesday, August 5, 2020 55

The GLM Procedure

Dependent Variable: EE

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	3.05480000	0.61096000	6.11	0.0076
Error	10	1.00040000	0.10004000		
Corrected Total	15	4.05520000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	EE Mean
0.753304	13.37383	0.316291	2.365000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	1	0.02402500	0.02402500	0.24	0.6347
trat	3	2.98015000	0.99338333	9.93	0.0024
repet	1	0.05062500	0.05062500	0.51	0.4931

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	1	0.02402500	0.02402500	0.24	0.6347
trat	3	2.98015000	0.99338333	9.93	0.0024
repet	1	0.05062500	0.05062500	0.51	0.4931

Fuente: autor.

Figura 35

ANAVA del porcentaje de materia orgánica (MO%), hecho en el programa SAS

The SAS System 22:27 Wednesday, August 5, 2020 77

The GLM Procedure

Dependent Variable: MatOrg

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	13.87277500	2.77455500	5.95	0.0083
Error	10	4.66042500	0.46604250		
Corrected Total	15	18.53320000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	MatOrg Mean
0.748536	0.749778	0.682673	91.05000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	1	9.18090000	9.18090000	19.70	0.0013
trat	3	4.69165000	1.56388333	3.36	0.0635
repet	1	0.00022500	0.00022500	0.00	0.9829

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	1	9.18090000	9.18090000	19.70	0.0013
trat	3	4.69165000	1.56388333	3.36	0.0635
repet	1	0.00022500	0.00022500	0.00	0.9829

Fuente: autor.

Figura 36

ANAVA del porcentaje de la fibra de detergente neutro (FDN%), hecho en el programa SAS

□

The SAS System 22:27 Wednesday, August 5, 2020 69

The GLM Procedure

Dependent Variable: FDN

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	41.63747500	8.32749500	4.94	0.0154
Error	10	16.84670000	1.68467000		
Corrected Total	15	58.48417500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	FDN Mean
0.711944	1.964839	1.297948	66.05875

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	1	24.55202500	24.55202500	14.57	0.0034
trat	3	7.56822500	2.52274167	1.50	0.2744
repet	1	9.51722500	9.51722500	5.65	0.0388

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	1	24.55202500	24.55202500	14.57	0.0034
trat	3	7.56822500	2.52274167	1.50	0.2744
repet	1	9.51722500	9.51722500	5.65	0.0388

Fuente: autor.

Figura 37

ANAVA del porcentaje de la fibra de detergente acido (FDA%), hecho en el programa SAS

		The SAS System	17:49 Thursday, May 27, 2021			
		The GLM Procedure				
Dependent Variable: FDA		FDA				
			Sum of			
Source	DF		Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	66.94491590		13.38898318	5.61	0.0101
Error	10	23.84889003		2.38488900		
Corrected Total	15	90.79380593				
		R-Square	Coeff Var	Root MSE	FDA Mean	
		0.737329	4.027565	1.544309	38.34348	
Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F	
bloq	1	61.81456737	61.81456737	25.92	0.0005	
trat	3	5.06290258	1.68763419	0.71	0.5691	
repet	1	0.06744595	0.06744595	0.03	0.8698	
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F	
bloq	1	61.81456737	61.81456737	25.92	0.0005	
trat	3	5.06290258	1.68763419	0.71	0.5691	
repet	1	0.06744595	0.06744595	0.03	0.8698	

Fuente: autor.

Figura 38

ANAVA de la energía bruta (EB Kcal/kg), hecho en el programa SAS

□

The SAS System 22:27 Wednesday, August 5, 2020 47

The GLM Procedure

Dependent Variable: EB

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	123623.7563	24724.7513	9.84	0.0013
Error	10	25119.1855	2511.9185		
Corrected Total	15	148742.9418			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	<u>EB</u> Mean
0.831124	1.190933	50.11904	4208.386

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	1	66744.72250	66744.72250	26.57	0.0004
trat	3	56404.22967	18801.40989	7.48	0.0065
repet	1	474.80410	474.80410	0.19	0.6730

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	1	66744.72250	66744.72250	26.57	0.0004
trat	3	56404.22967	18801.40989	7.48	0.0065
repet	1	474.80410	474.80410	0.19	0.6730

Fuente: autor.

Figura 40

ANAVA de la Degradabilidad de la materia seca (24H (24 horas)) hecho en el programa SAS

The SAS System 22:27 Wednesday, August 5, 2020 23

The GLM Procedure

Dependent Variable: 24 horas

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	211.1557750	42.2311550	17.34	0.0001
Error	10	24.3615250	2.4361525		
Corrected Total	15	235.5173000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	24 horas Mean
0.896562	2.844185	1.560818	54.87750

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	1	155.5009000	155.5009000	63.83	<.0001
trat	3	54.9408500	18.3136167	7.52	0.0064
repet	1	0.7140250	0.7140250	0.29	0.6001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	1	155.5009000	155.5009000	63.83	<.0001
trat	3	54.9408500	18.3136167	7.52	0.0064
repet	1	0.7140250	0.7140250	0.29	0.6001

Fuente: autor.

Figura 41

ANAVA de la Degradabilidad de la materia seca (48 horas (48H)) hecho en el programa SAS

```

└─
                                The SAS System      22:27 Wednesday, August 5, 2020 31

                                The GLM Procedure

Dependent Variable: 48 horas

Source              DF          Sum of
                   Squares      Mean Square    F Value    Pr > F

Model                5      103.4875750      20.6975150      8.87      0.0019

Error               10      23.3253250       2.3325325

Corrected Total     15      126.8129000

R-Square      Coeff Var      Root MSE      48 horas Mean
0.816065      2.274659      1.527263      67.14250

Source              DF          Type I SS      Mean Square    F Value    Pr > F

blog                1      103.0225000      103.0225000      44.17      <.0001
trat                3       0.0990500       0.0330167       0.01      0.9975
repet               1       0.3660250       0.3660250       0.16      0.7003

Source              DF          Type III SS      Mean Square    F Value    Pr > F

blog                1      103.0225000      103.0225000      44.17      <.0001
trat                3       0.0990500       0.0330167       0.01      0.9975
repet               1       0.3660250       0.3660250       0.16      0.7003

```

Fuente: autor.

Figura 42

ANAVA de la Degradabilidad de la proteína bruta (% DEGR. PT), hecho en el programa SAS

```

The SAS System      22:27 Wednesday, August 5, 2020 15

The GLM Procedure

Dependent Variable: DegPT

Source              DF          Sum of
                   Sums of
                   Squares    Mean Square    F Value    Pr > F
Model                5      11.88150000    2.37630000     2.92    0.0702
Error               10      8.13570000    0.81357000
Corrected Total     15     20.01720000

R-Square      Coeff Var      Root MSE    DegPT Mean
0.593565      0.954124      0.901981     94.53500

Source              DF          Type I SS    Mean Square    F Value    Pr > F
bloq                1      5.92922500    5.92922500     7.29    0.0223
trat                3      5.95225000    1.98408333     2.44    0.1249
repet              1      0.00002500    0.00002500     0.00    0.9957

Source              DF          Type III SS    Mean Square    F Value    Pr > F
bloq                1      5.92922500    5.92922500     7.29    0.0223
trat                3      5.95225000    1.98408333     2.44    0.1249
repet              1      0.00002500    0.00002500     0.00    0.9957

```

Fuente: autor.

Figura 43

ANAVA de la Degradabilidad de la fibra de detergente acida (% DEGR. FDN), hecho en el programa SAS

The SAS System 22:27 Wednesday, August 5, 2020 8

The GLM Procedure

Dependent Variable: DegFDN

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	207.9040000	41.5808000	25.19	<.0001
Error	10	16.5093000	1.6509300		
Corrected Total	15	224.4133000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DegFDN Mean
0.926434	2.389706	1.284885	53.76750

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	1	194.4630250	194.4630250	117.79	<.0001
trat	3	13.2603500	4.4201167	2.68	0.1039
repet	1	0.1806250	0.1806250	0.11	0.7476

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bloq	1	194.4630250	194.4630250	117.79	<.0001
trat	3	13.2603500	4.4201167	2.68	0.1039
repet	1	0.1806250	0.1806250	0.11	0.7476

Fuente: autor.