

Evaluación agronómica de tres variedades de avena forrajera (*Avena sativa*) Cayuse, dorada y Cajicá, para la producción de biomasa en el Municipio de Pamplona, Norte de Santander



Stivinson Manuel Ibarra Centeno

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Agrarias

Departamento de Zootecnia

Pamplona – Colombia

2021

Evaluación agronómica de tres variedades de avena forrajera (*Avena sativa*) Cayuse, dorada y Cajicá, para la producción de biomasa en el Municipio de Pamplona, Norte de Santander



Stivinson Manuel Ibarra Centeno

Proyecto de grado para optar el título de Zootecnista

Tutor y Asesor Científico

Lino Alberto Meza Alba

Zootecnista Esp. Nutrición Animal Sostenible

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Agrarias

Departamento de Zootecnia

Pamplona – Colombia

2021

Contenido

Evaluación agronómica de tres variedades de avena forrajera (<i>Avena sativa</i>) Cayuse, dorada y Cajicá, para la producción de biomasa en el Municipio de Pamplona, Norte de Santander	1
Evaluación agronómica de tres variedades de avena forrajera (<i>Avena sativa</i>) Cayuse, dorada y Cajicá, para la producción de biomasa en el Municipio de Pamplona, Norte de Santander	2
Contenido de tablas	4
Tabla de ilustraciones	5
Resumen	6
Abstract.....	8
Introducción.....	10
Problema de investigación.....	12
Justificación	13
Hipótesis	15
Objetivos.....	16
General.....	16
Específicos.....	16
Marco Teórico	17
Clasificación taxonómica de la <i>avena sativa</i>	18

Requerimientos climáticos y edáficos del cultivo de avena	19
Morfología de la <i>avena sativa</i>	20
Marco Referencial	22
Metodología.....	24
Resultados y Discusión.....	26
Costos de siembra de avena forrajera	32
Conclusiones.....	36
Recomendaciones	37
Bibliografía.....	38

Contenido de tablas

1 Tabla	<i>Clasificación Taxonómica de la Avena Sativa.....</i>	<i>18</i>
2 Tabla	<i>Diferencia Absoluta para Altura de Planta (cms) entre la V1, V2 y V3</i>	<i>27</i>
3 Tabla	<i>Diferencia absoluta para producción de biomasa entre la V1, V2 y V3</i> <i>(ton/ha).....</i>	<i>31</i>
4 Tabla	<i>Costos de Implementos y materiales para la siembra de las parcelas de</i> <i>avena forrajera estudiadas.....</i>	<i>322</i>
5 Tabla	<i>Costos de Siembra por hectárea para avena forrajera</i>	<i>333</i>

Tabla de ilustraciones

<i>Ilustración 1</i> <i>Altura para las tres variedades en la décima semana / V1 (Cayuse) V2 (Dorada) V3 (Cajicá)</i>	<i>26</i>
<i>Ilustración 2</i> <i>Grafica de largo de las hojas para la V1 (Cayuse) -V2 (Dorada) y V3 (Cajicá).....</i>	<i>28</i>
<i>Ilustración 3</i> <i>Grafica de ancho de hoja para la V1 (Cayuse) V2 (Dorada) y V3 (Cajicá)</i>	<i>29</i>
<i>Ilustración 4</i> <i>Grafica de área foliar para la V1 (Cayuse) V2 (Dorada) y V3 (Cajicá).....</i>	<i>30</i>
<i>Ilustración 5</i> <i>Grafica de producción de biomasa ton/ha.....</i>	<i>311</i>

Resumen

El presente proyecto, se realizó con el fin de comprender el desarrollo y producción de biomasa de tres diferentes especies de avena forrajera en el Municipio de Pamplona en el Departamento de Norte de Santander. El objetivo del presente proyecto de investigación es evaluar el comportamiento agronómico de tres variedades de avena (*Avena sativa*) forrajera, para la producción de biomasa. Este proyecto se desarrolló en el Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bioinsumos CISVEB propiedad de la Universidad de Pamplona, donde se establecieron doce parcelas, cada una de 12 m² en un diseño de bloques completos aleatorizados, con cuatro repeticiones de cada una de las variedades a evaluar, Para la evaluación de las variables agronómicas de fenología, altura de planta, número de tallos por planta, número de hojas por planta, peso de tallo, peso de hoja y área foliar, se aplicaron pruebas de estadística descriptiva, análisis de varianza y análisis de separación de medias mediante la prueba LSD Fisher ($P < 0.05$), de las cuales se obtuvieron las conclusiones de la investigación. Como resultados de importancia en la producción de forrajes destinados a la nutrición animal se obtuvieron producciones de biomasa por hectárea para las variedades Dorada, Cayuse y Cajicá de 68,39 – 70,75 y 71,56 toneladas por hectárea de biomasa y altura de 94,86 – 94,78 y 91,63 cms para las variedades Cayuse, Dorada y Cajicá.

Por lo que se pudo concluir que, aunque existen variaciones en altura y área foliar entre las tres variedades estudiadas la variedad Cajicá fue la que obtuvo mayor productividad sobrepasando los 80 ton/ha de biomasa con referente a la avena Cayuse, por lo que se recomienda la utilización de esta especie forrajera como

fuelle de alimento para animales en el municipio de Pamplona debido a su alta produccióu de biomasa y valor nutricional.

Palabras clave: Avena, Requerimientos, Forraje, Produccióu.

Abstract

This project was carried out in order to understand the development and production of biomass of three different species of forage oats in the Municipality of Pamplona in the Department of Norte de Santander, as well as providing a historical compilation of the development of this activity in the municipality and department, where it focuses on the advantages of this species for the production of green forage for silage for animal feed. Taking into account that the culture of this crop (forage oats) is increasing due to the nutritional contributions, where energy and fiber stand out. Each of these characteristics makes the cultivation of forage oats of great influence in livestock systems destined for dairy in temperate and cold climates where this species adapts. The objective of this research project is to evaluate the agronomic behavior of three varieties of forage oats (*Avena sativa*) for biomass production. This project was developed at the CISVEB Research Center for Plant Health and Bio-inputs owned by the University of Pamplona, where twelve plots were established, each measuring 12 m² in a randomized complete block design, with four repetitions of each of the varieties. to evaluate, For the evaluation of the agronomic variables of phenology, plant height, number of stems per plant, number of leaves per plant, stem weight, leaf weight and foliar area, descriptive statistics tests were applied, analysis of variance and analysis of separation of means by means of the LSD Fisher test ($P < 0.05$), which will allow to obtain the conclusions of the investigation. As important results in the production of forages for animal nutrition, biomass productions per hectare were obtained for the varieties Dorada, Cayuse and Cajicá of 68.39 - 70.75 and 71.56 tons per hectare of biomass for each one respectively. . Leaf area of 51.31 - 47.93 - 51.72 cm² and height of 94.86 -

94.78 and 91.63 cm for the Cayuse, Dorada and Cajicá varieties. Therefore, it was possible to conclude that although there are variations in height, thickness and width of the leaves among the three varieties studied, the Cajicá variety was the one that obtained the highest productivity, exceeding 80 tons / ha of biomass with reference to Cayuse oats under the conditions from the municipality of Pamplona.

Introducción

Considerando la situación actual de la ganadería en Colombia, cabe resaltar que es necesario trabajar de manera asertiva en busca del aumento en la productividad y competitividad de cada uno de los sistemas de producción. Teniendo en cuenta que la actividad ganadera es de gran importancia para la economía de muchas familias y regiones, se deben impulsar tecnologías acordes a las necesidades de los productores con el fin de aumentar la rentabilidad de las ganaderías y así mitigar en parte la crisis económica, política y ambiental. El crecimiento de la actividad se ha basado en el aumento del inventario ganadero y del área ocupada, mientras que la productividad media continua estancada, teniendo como resultado baja competitividad de la ganadería, es por tal motivo que la dinámica de la producción bovina de carne y leche en el país se evalúa a través de su ciclo productivo, el que responde a factores de diversa índole, de una parte los de tipo biológico o de reproducción, y de otra, los relacionados con la evolución del mercado, estos factores han demarcado la población bovina y el movimiento de los inventarios ganaderos en Colombia (Figueroa, 2021)

La relación suelo - planta - animal, es de importancia en el proceso de producción bovina, razón por la cual se deben analizar a detalle los diversos factores que puedan alterar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los recursos. Para lograr una mayor comprensión sobre la situación ambiental de la ganadería en el país, es importante hacer un análisis sobre su interacción con recursos como el suelo, el agua, la atmósfera y la biodiversidad; contemplando la evolución de la

ganadería, enmarcada en los aspectos socioeconómicos (Ruiz Solera & Janica, 2012).

Después de analizar la situación actual de la ganadería bovina de carne y leche, es clara la necesidad de buscar estrategias que la lleven a alcanzar una verdadera competitividad, productividad y sostenibilidad, a la vez que le permitan lograr una mayor participación en la economía del país.

Teniendo en cuenta las necesidades del sector productivo ganadero se hace necesario la búsqueda de nuevas alternativas alimenticias y nutricionales que permitan dar solución a la situación en la que se encuentran especialmente los pequeños y medianos, quienes son los que poseen más bajo nivel tecnológico y una mayor vulnerabilidad a las altibajos presentes en la dinámica de producción y mercadeo.

Por tales razones se evaluó cuál de las variedades de *Avena sativa* presenta una mejor adaptabilidad y producción de biomasa, posibilitando la transferencia de tecnologías al productor quienes serán los encargados de replicar esta técnica de producción en sus instalaciones ganaderas.

Siendo la avena *sativa*, una planta semestral con producción de tres cosechas por año, de crecimiento erecto, rápido y una alta producción de forraje, produciendo numerosos tallos y según la fertilidad del suelo puede llegar a medir más de 1.5 metros de alto, (Agrote, 2015).

la utilización de especies forrajeras anuales como materia prima para la realización de ensilajes o alimentación directa en las especies de interés zootécnico,

en las diferentes regiones del país, han ido aumentando significativamente de acuerdo a los beneficios e implementación de la avena para ensilaje, la *avena sativa* posee la cualidad de producir biomasa y granos que mejoran la calidad nutricional de los animales que la consuman, adaptándose a un PH entre 5 y 7, por tanto suele sembrarse en tierras recién roturadas ricas en materias orgánicas, beneficiando a los productores en la implementación de esta para su ganado. (Ramirez, Dominguez y Zamora, 2013)

Problema de investigación

Años acumulados de manejo de nuestra manera de manejar las praderas llevaron a la degradación de los suelos, el mal manejo rotacional y de sobrepastoreo hizo de nuestras praderas lugares poco eficientes y con bajas capacidades de carga, por lo que retomar nuevas prácticas y tecnologías al momento de alimentar nuestros animales es de vital importancia para mejorar los parámetros en el que se encuentra actualmente el sector ganadero a modo general en nuestro territorio.

El nivel tecnológico encontrado en los sistemas de producciones de países elite en producción animal como lo son Brasil, Nueva Zelanda y Estados Unidos nos dejan ver el gran abismo que nos separa entre sí. Y aunque Colombia posee gran riqueza edáfica y un clima envidiable con referencia a los lugares en donde las estaciones son marcadas, nos encontramos en un nivel tecnológico muy bajo debido al poco enfoque por parte de los gobiernos en el sector agropecuario y por la gran dificultad al momento de competir con los costos de producción de países industrializados que son favorecidos con los mercados de libre comercio, siendo aún más difícil la labor del campesino y productor rural del país.

Nuestros sistemas de producción avanzan de manera muy lenta y la distribución de tecnologías eficientes se hace de gran importancia, el aumento de las producciones de leche por hectárea en nuestros sistemas actuales es muy bajo aun teniendo las condiciones de no ser del todo así.

Se hace necesario que tendencias más sólidas y enfoques más diferenciados tomen las riendas de como nuestro campesino ve su tierra para poder lograr la rentabilidad que nuestro campo requiere para que así se fortalezca de manera dinámica con la ayuda de políticas pertinentes para la realidad del agro colombiano.

Formulación pregunta de investigación

¿Como influye el comportamiento agronómico de tres variedades de avena (*Avena sativa*) forrajera, para la producción de biomasa en el municipio de Pamplona, Colombia?

Justificación

La realidad de la ganadería en el país en especial para los pequeños productores quienes son los que contribuyen en gran parte con la seguridad alimentaria para la población, con productos de excelente calidad en especial lácteos y cárnicos. Siendo evidente el gran esfuerzo que realizan cada uno de estos productores para hacer de sus fincas unidades de producción mucho más rentables, todo esto teniendo en cuenta que la búsqueda en la mejora de los índices productivos implica la realización de un plan de acción asertivo, aplicable y

evaluables acorde al sistema de producción de cada uno de estos productores, en los cuales aspectos como promedio de leche por animal u litros por hectárea, capacidad de carga son indicadores que son claves cuando se tienen objetivos claros a mediano y largo plazo, ya que nos permiten ver la evolución del sistema con referente al tiempo y a mejoras realizadas, todo esto en busca de una mayor productividad por unidad de área.

Teniendo en cuenta el contexto anteriormente descrito, la planificación forrajera es un ítem en el cual debemos trabajar conjuntamente las instituciones educativas y los profesionales dedicados a la extensión de estas tecnologías al campo, donde se deben aplicar buscando siempre que nuestro campo colombiano sea cada vez más fuerte, unido y productivo para los productores de primera mano y para todo un país que vive y debe vivir para el agro.

Debido a esto es de gran importancia generar investigaciones que planteen la realidad de la producción de biomasa destinada a la nutrición animal, específicamente hablando de la avena forrajera para sistemas doble propósito y de lechería especializada en trópico alto en el municipio de Pamplona. Buscando datos idóneos para nuestra realidad y que de esta manera el productor pueda tener información clara y real para poder aplicar y replicar en sus sistemas de producción y así contribuir con la mejora de los cultivos de importancia en la ganadería como lo es la avena forrajera.

Debido a esta realidad, la búsqueda de información y datos verídicos para las condiciones es de suma importancia a la hora de marcar la diferencia con respecto a estudios que muchas veces son de utilidad para nuestro medio pero que siendo aun en condiciones similares a los nuestros se evidencian diferencias que pueden terminar en resultados no muy satisfactorios.

Teniendo en cuenta que en el Municipio de Pamplona, Norte de Santander se concentran ganaderías destinadas a la producción de leche, se decidió realizar este estudio en el cual se compararan tres variedades de avena forrajera todo esto para poder interpretar el crecimiento y evolución de esta especie teniendo como principal foco la producción de biomasa, basados en la importancia que tiene la especie forrajera en estos sistemas de producción, pero siendo reales de la poca utilización de estas tecnologías en los sistemas de producción en el municipio se hace necesario el estudio y comprensión de estas tecnologías en la producción de forraje verde destinado a la nutrición animal.

Hipótesis

Como hipótesis principal se espera que las variedades de *avena sativa* (Cayuse – Dorada – Cajicá) tengan comportamientos agronómicos y productivos diferentes respectivamente.

Objetivos

General

Evaluar el comportamiento agronómico de tres variedades de avena (*Avena sativa*) forrajera, para la producción de biomasa en el municipio de Pamplona, Colombia.

Específicos

1. Determinar la fenología de tres variedades y analizar las variables agronómicas de *Avena sativa* (Cayuse, Dorada, Cajicá).
2. Estimar costos de producción de tres variedades de *Avena sativa* (Cayuse, Dorada, Cajicá).

Marco Teórico

La producción de forrajes destinados a la alimentación animal se ha venido implementando desde siempre, pero se ha visto la necesidad de estos y la búsqueda constante de la tecnificación de este tipo de cultivos a través de los años, todo en búsqueda del aumento en la capacidad de carga de los terrenos y del mejor aprovechamiento de las tierras destinadas a la ganadería. Teniendo como principal función la correcta producción de materia prima para poder cubrir los requerimientos de nuestros animales al menor costo posible, de ahí su gran importancia e impacto directo en los sistemas productivos de la región.

Uno de los pilares más importantes en la producción animal es la nutrición, la cual tiene implicaciones directas en el desarrollo animal, así como en la producción de los mismos en sus etapas productivas. La ganadería de leche o doble propósito no es la excepción debido a que la fisiología de estos animales requiere de grandes cantidades de alimentos para que sus requerimientos de manutención, producción y reproducción sean suplidos, razón por la cual la producción de alimentos no solo en cantidades sino en calidades adecuadas es de suma importancia para que dichas producciones puedan alcanzar buenas capacidades de cargas y flujo de caja constantes y rentables para los propietarios de estas empresas pecuarias.

La razón por la cual se decidió enfatizar en el estudio del crecimiento y producción de la *avena sativa* o más conocida como avena forrajera en el municipio de Pamplona se debe a el clima y altura de dicho municipio, el cual cuenta con todas las características para que dicho cultivo sea base en la nutrición de las ganaderías

que se desarrollan en la zona que tienen como finalidad la producción de leche principalmente así como animales para pie de cría y secundariamente la cría de animales para fines cárnicos.

El grano de avena es un magnífico pienso para el ganado caballar y mular, así como para el vacuno y el ovino. Es buena para animales de trabajo y reproductores por su alto contenido en vitamina E. Se emplea también en productos dietéticos para la alimentación humana, así como en la fabricación de alcohol y bebidas (Lescano, Rojas, Pajares, & Sanches, 2017)

Clasificación taxonómica de la *avena sativa*

La clasificación taxonómica de la avena fue descrita por Robles en 1986 como se da a conocer en la tabla 1 (TICONA, 2021).

1 Tabla Clasificación Taxonómica de la Avena Sativa

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Sub división	Pteropsida
Clase	Angiospermae
Sub clase	Monocotiledonea
Grupo	Glumiflora

Orden	Graminales
Familia	Gramineae
Tribu	Aveneae
Genero	Avena
Especie	<i>Avena sativa</i>

Requerimientos climáticos y edáficos del cultivo de avena

Se adapta a tierras desde los 1500 m en zonas tropicales y subtropicales y desde el nivel del mar en zonas templadas, relativo a su fotoperiodo la avena se considera una especie de día largo que requiere condiciones intermedias de luminosidad y una temperatura entre 5 y 30°C, siendo 17.5°C óptimo para su desarrollo (FAO, 1994)

Requiere de 400 a 1300 mm por ciclo y tolera sequías no prolongadas. La avena se desarrolla de mejor manera en suelos de mediana profundidad (40-60 cm.) y de textura arcillo-limosos o franco-arcillosos, preferentemente no calcáreos, y de buen drenaje, se desarrolla en pH entre 4,5 a 7,5, presenta ligera tolerancia a la salinidad

Este cultivo absorbe aproximadamente 23 kg de N, 7.5 kg P₂O₅, 6.2 kg de K₂O, 2.0 kg de S y un poco más de 1 kg de Mg y Ca por cada tonelada de grano producida

Morfología de la *avena sativa*

La avena es una gramínea de sistema radicular pseudofasciculado. La inflorescencia es en panícula. Es un racimo de espiguillas de dos o tres flores, situadas sobre largos pedúnculos (Loaya, 2020).

Requiere de un periodo de vernalización (variable de frío para que se produzca la floración) para lograr una buena floración. Es durante el periodo de vernalización cuando se comporta como una especie tolerante al frío, condición y desaparece en las siguientes etapas (BioQualitium, 2015).

Valdivia (1990), indica que el tallo es herbáceo con caña erguida que generalmente crece de 60 a 150 cm, variando estas alturas de acuerdo a las variedades a las cuales se refieran, puede llegar a 170 cm.

El tallo presenta una consistencia blanda observándose además su endurecimiento a medida que transcurre el tiempo desde las emergencia hasta la madurez, los entrenudos tienen una separación de aproximadamente 15 cm y son huecos (CONDORI, 2014).

Las hojas son planas y alargadas; su borde libre es dentado, el limbo de la hoja es estrecho y largo. La flor es un racimo de espiguillas, situadas sobre largos pedúnculos y el fruto es una cariósida (grano), con las glumillas adheridas (Plagas, 2018)

Para la siembra se debe realizar la adecuación del terreno de forma manual o mecánica donde se garantice un suelo bien arado y la eliminación total de arvenses que puedan competir con la avena en sus primeras fases. Se recomienda sembrar en

épocas de inicio de lluvia o aplicar riego en su primer mes de siembra, tapando la semilla de manera superficial (no mayor a los 5 cm de profundidad), con el fin de garantizar vigor y evitar resiembras (BioQualitium, 2015).

La densidad de siembra se encuentra entre los 100 y 150 kg por hectárea con producciones de biomasa promedio de 65 ton/ha cosechada entre los 120 y 140 días, posee un volcamiento cercano al 5% y una producción de proteína promedio del 9%, Nutrientes digestibles totales de 54,8 y fibra detergente neutra FDN de 57,5 (Agrosavia, 2016).

La utilización de la avena forrajera en la nutrición animal se puede realizar en tres formas, en pastoreo, ensilaje y heno, por ejemplo:

Para el pastoreo, la cosecha se debe realizar antes del estado de embuchamiento, con el objetivo de ofrecer un forraje de buena calidad y obtener varias cosechas. Para el ensilaje o henolaje, la cosecha se debe realizar cuando el grano se encuentre en el estado de lechoso a pastoso, o cuando el grano tome un color verde limón (Enciso Valencia, y otros, 2020).

Marco Referencial

El cultivo de la avena forrajera destinado a la alimentación animal en especial la ganadería de leche en climas templados y fríos hace de esta especie un gran atractivo a la hora de pensar en una planificación forrajera en este sistema de producción pecuario.

En regiones como Puno – Perú este cultivo llega a representar el 24 % aproximadamente del área sembrada y el segundo cultivo más importante representado en un 19,8% (Agropuno & INEI, 2015).

La realidad en México no es distinta ya que el cultivo de la avena se encuentra en tercer lugar superado solamente por el cultivo de praderas y la alfalfa, donde el área destinada para la siembra de esta especie es de 723 mil hectáreas de las cuales 176 mil hectáreas se siembran con sistema de riego (HILEGARIO, 2016).

Trabajo realizado por la Universidad Central de Ecuador determinan que la mayor eficiencia de producción de Materia Seca (MS) para la avena forrajera para fertilizaciones nitrogenadas (urea) se alcanza a los 210 kg/ha obtenido producciones de 200 a 220 kg (Gallardo, 2016).

Se reportaron ganancias de 223 g/día en finalización de corderos en confinamiento con alimentación de heno de avena con un 40% (540 gr) de inclusión en la dieta según estudio realizado por (Palacios, 2020).

Se evaluó el efecto de la suplementación de avena forrajera en heno (2kg) para vacas de leche obteniéndose incremento en la producción de leche en 4,5 litros y índice de condición corporal de 2,8 a 3,58 con respecto al grupo testigo que por el

contrario produjo menor cantidad de leche y bajo su condición corporal en 0,5 pastando en mezcla de rye grass y tréboles, como lo estableció (Lescano, Rojas, Pajares, & Sanches, 2017)

(Santos, Fuentes, Dardón, Franco, & Rosales, 2007) Evaluaron la respuesta productiva de vacas lecheras con la suplementación de 2 kg de heno de avena forrajera y teniendo como base pastoreo en praderas de kikuyo obteniendo 2,7 kg más de leche en las vacas suplementadas con heno de avena.

La producción de biomasa para la avena forrajera puede llegar a 4,5 kg por m² (45 Ton/ha) con un tiempo estimado de cosecha de 115 días y puede llegar a alcanzar niveles de proteína de 12,9 % para el municipio de Vélez en el departamento de Santander con una altura de 2485 msnm y una temperatura promedio de 14 °C según estudio de (Santoyo, Sedano, & Diaz, 2016)

(Hilegario, 2016) Divide las etapas del cultivo de avena siendo, emergencia, tercer hoja, macóllaje, encañado, panoja (floración media) y floración haciendo referencia a lechosa, pastosa y cornea.

Metodología

El proyecto se llevó a cabo en el Centro de Investigación en Sanidad Vegetal y Bio insumos CISVEB de la Universidad de Pamplona, a una altitud de 2461 m.s.n.m., temperatura promedio de 14° C y suelo de textura franco – arenoso, con mediana capacidad de retención de humedad y nutrientes, buen drenaje, aireación, y pH fuertemente ácido (SIAMA, 2014).

El material vegetal utilizado fue la avena forrajera (*Avena sativa*) trabajando las tres variedades utilizadas para la producción de biomasa (Cayuse, Dorada, Cajicá), siendo esta una variedad con la adaptabilidad desde los 2200 hasta los 3100 m.s.n.m., obteniéndose producciones de 3,6 - 18 toneladas por hectárea de heno y forraje verde anualmente con niveles de proteína que varía entre 9% y 11%.

Previamente se realizó un análisis físico - químico del suelo reuniendo doce submuestras a una profundidad de 30 cms (Sosa 2012), las cuales fueron analizadas por el laboratorio de calidad de la Universidad de Pamplona.

Posteriormente se procedió a realizar los correctivos al suelo según las especificaciones de los resultados del análisis de suelo.

Luego se adecuaron doce parcelas de 12 m² cada una, donde se realizó el descapote y arreglo del terreno dejando entre calles y ancho entre parcela y parcela de un metro.

Para la siembra se utilizaron semillas de avena forrajera (*Avena sativa*) en las tres variedades, implementando para el procedimiento experimental 2 kilos con

sus respectivas repeticiones para un total de 4 por cada tratamiento, a saber que la densidad de siembra de (*Avena Savita*) es de 60-75 kilos por hectárea y con producción estimada de forraje verde de 60 a 80, 50 a 70 y 80 a 90 toneladas por hectárea para las variedades Cayuse, Cajicá y Dorada respectivamente. (Lescano, Rojas, Pajares, & Sanches, 2017)

Para la evaluación agronómica se realizaron bloques aleatorios (con cuatro repeticiones) por cada variedad.

La toma de muestras se realizó semanalmente midiendo factores como germinación, crecimiento, número de hojas, diámetro de tallo y distancia entre plantas hasta obtener el punto ideal de cosecha en donde se tomó el aforo y la muestra de cada variedad.

La altura de la planta se midió desde la base del tallo hasta la parte distal de la planta utilizando cinta métrica siguiendo la metodología de (Heredia, 2011). El número de hojas y tallos se realizó de manera manual en cada una de las plantas de las parcelas. El peso de tallo y hojas se realizó seleccionando 8 plantas por parcela (descartando plantas ubicadas próximas a las calles) las cuales se diseccionarán para poder estimar el peso de tallo y hojas.

Por último, para la medición del diámetro de tallo se realizó un muestreo semanalmente en donde se utilizó un pie de rey instrumento idóneo para esta labor.

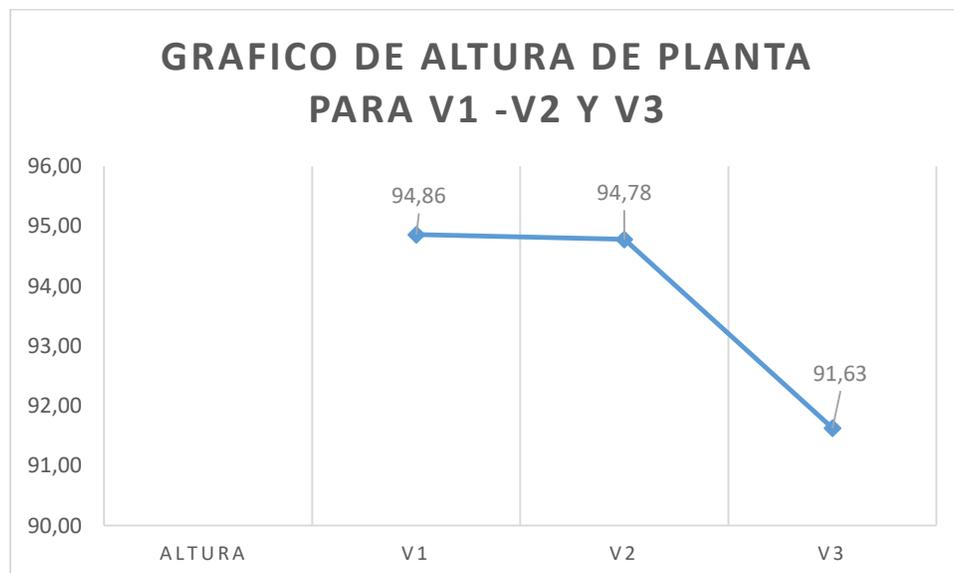
Para estimar la producción de biomasa se realizó el corte de cada una de las parcelas y se realizó el cálculo para una hectárea, el cual se medirá en materia seca (MS).

. Para el análisis de los datos obtenidos de las diferentes variedades de avena forrajera se realizaron pruebas de estadística descriptiva, análisis de varianza y separación de medias mediante LSDFishser ($P < 0.05$).

Resultados y Discusión

Se obtuvieron datos de importancia agronómica teniendo en cuenta la altura de la planta, así como el área foliar, además de estimar la producción de biomasa por hectárea representado en toneladas por hectárea. Para la altura se tomaron datos a tres categorías (alto-medio-bajo) con el fin de adquirir datos representativos de las parcelas, se obtuvieron datos de altura promedio de planta de 94,86 – 94,78 y 91,63 centímetros de altura para las variedades Cayuse – Dorada y Cajicá respectivamente, cada uno para la décima semana como se observa en la gráfica 1.

Ilustración 1 Altura para las tres variedades en la décima semana / V1 (Cayuse) V2 (Dorada) V3 (Cajicá)



Fuente: S. Ibarra (2021)

Teniendo diferencias muestrales no significativas para la V1 con respecto a la V2 con valores de (0,080 cms). Por lo contrario se observó diferencia positiva entre la variedad V1 (3,23 cms) y V2 (3,15 cms) con respecto a la V3 *Tabla 2*.

2 Tabla *Diferencia Absoluta para Altura de Planta (cms) entre la V1, V2 y V3*

Hipótesis	Diferencia absoluta
V1vsV2	0,08055556
V1vsV3	3,23055556
V2vsV3	3,15000000

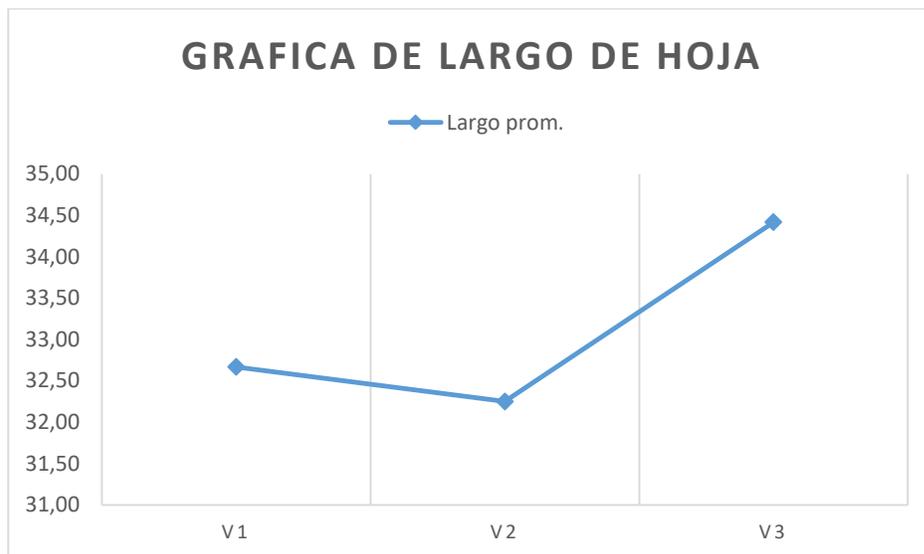
Fuente: S. Ibarra (2021)

Sabiendo que la variedad Cayuse obtuvo la mayor altura de planta, según (Rojas, 2019) para la variedad Dorada se determinó altura de planta promedio de 59,86 cms para la región de Sonche en Perú. Muy por debajo de lo encontrado en este trabajo para la misma variedad con 94,76 cms para el municipio de Pamplona – Colombia, Por lo que se puede determinar que las condiciones edáficas y climatológicas son mejores comparadas con las de Perú, por lo que la variedad Dorada puede desarrollarse en mejores condiciones.

Como resultados de largo de hojas encontramos valores no significativos para las V1 y V2 con diferencia de 0,416, pero con valores significativos al comparar la V1 y V2 con la V3 con valores de 1,750 y 2,166 centímetros,

Ilustración 2.

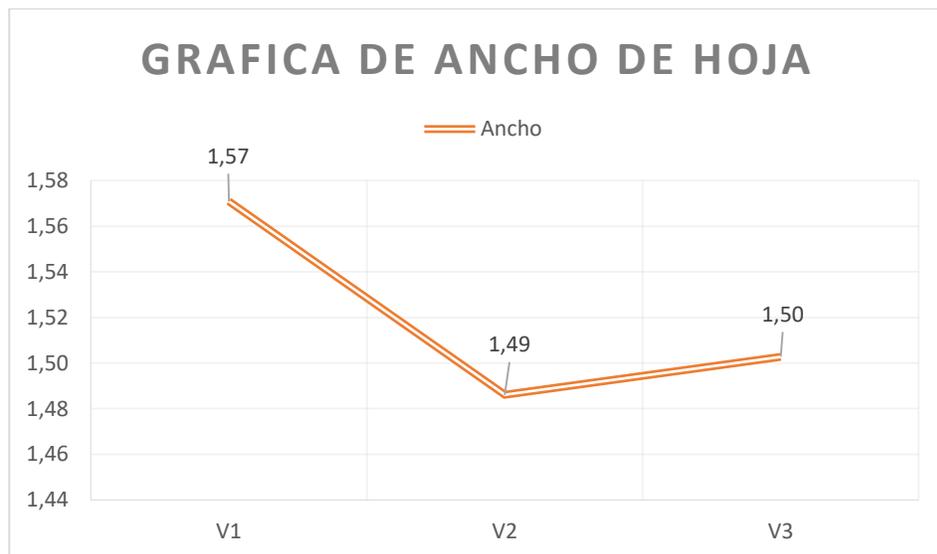
Ilustración 2 Grafica de largo de las hojas para la V1 (Cayuse) -V2 (Dorada) y V3 (Cajicá)



Fuente: S. Ibarra (2021)

Con respecto al ancho de las hojas encontramos Resultados no significativos para la V2 con respecto a la V3 pero encontramos valores significativos para la V1 y V3 con respecto a la variedad 1

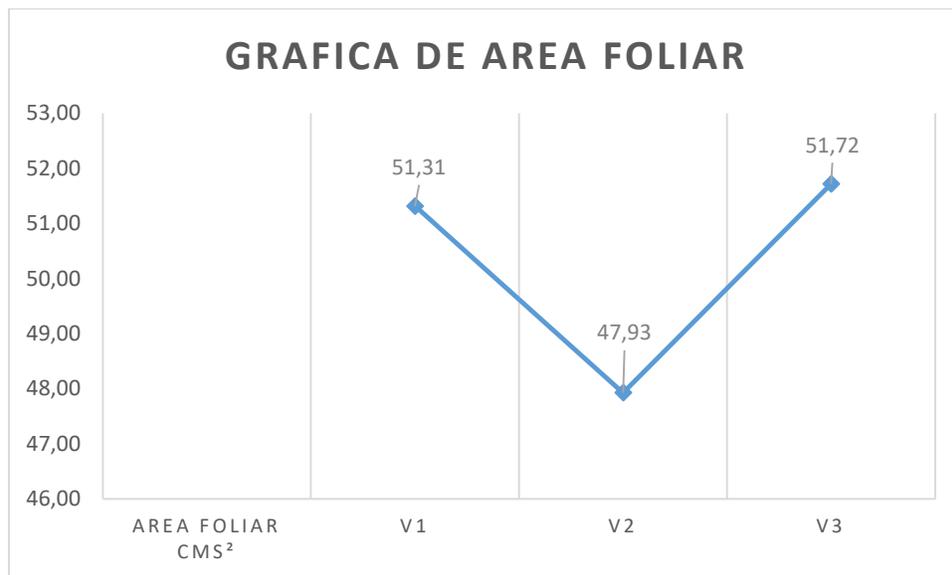
Ilustración 3 Grafica de ancho de hoja para la V1 (Cayuse) V2 (Dorada) y V3 (Cajicá)



Fuente: S. Ibarra (2021)

El área foliar se obtuvieron datos de 51,31 – 47,92 y 51,72 cms² para la V1 – V2 y V3. Con área superior de 3,38 y 3,79 para la V1 y V3 con respecto a la V2 como se muestra en la *Ilustración 3*.

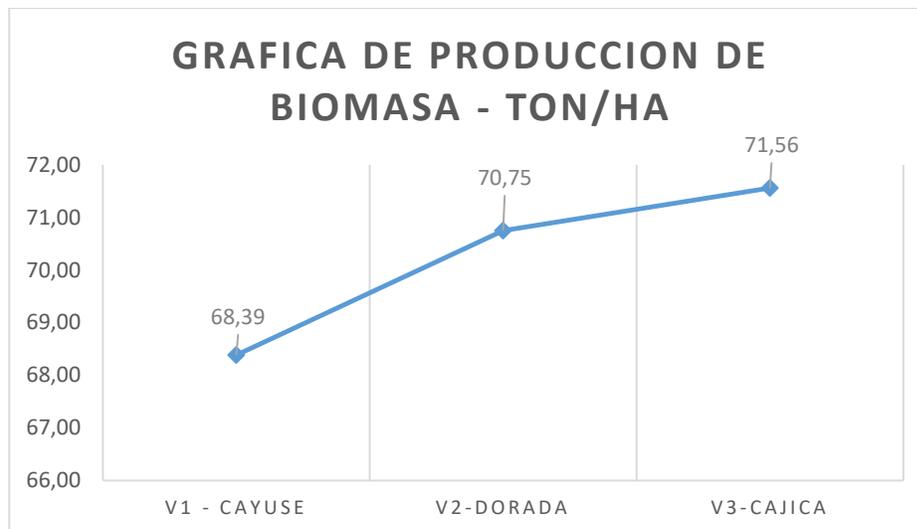
Ilustración 4 Grafica de área foliar para la V1 (Cayuse) V2 (Dorada) y V3 (Cajicá)



Fuente: S. Ibarra (2021)

Y por último se realizó un aforo estimado por hectárea (ha) para las tres variedades de avena forrajera, teniéndose resultados de producción de biomasa para la V1 – V2 y V3 de 68,39 – 70,75 y 71,56 ton/ha como se muestra en la ilustración 5, muy por encima de las cantidades publicadas para Colombia por (Vazquez, 2014) las cuales estiman producciones de 10 a 15 ton/ha para tierras encima de los 1600 msnm.

Ilustración 5 Grafica de producción de biomasa ton/ha



Fuente: S. Ibarra (2021)

La diferencia absoluta de producción de biomasa encontradas para las tres variedades se encuentra en la *Tabla 3*.

3 Tabla *Diferencia absoluta para producción de biomasa entre la V1, V2 y V3 (ton/ha)*

Hipótesis	Diferencia muestral del valor absoluto
V2 vs V1	2,36
V3 vs V1	3,17
V3 vs V2	0,81

Fuente: S. Ibarra (2021)

Se encontraron producciones de biomasa por encima de lo descrito por Cardozo y López (1974) con producciones de 40 ton/ha para las variedades Rotemburger y Haidemur (CONDORI, 2014). Obteniéndose producciones de 28,39

– 30,75 y 31,56 por encima para las variedades Cayuse, Dorada y Cajicá respectivamente.

En cambio, según Rojas (2019) se encontraron producciones de 37,7 ton/ha para la variedad Dorada, encontrándose 33,05 ton por debajo de lo demostrado en este estudio, solo superada por la variedad Blanca Urano con una producción de 50,23 ton/ha (Rojas, 2019).

Costos de siembra de avena forrajera

4 Tabla Costos de Implementos y materiales para la siembra de las parcelas de avena forrajera estudiadas.

MATERIALES E INSUMOS	PRESUPUESTO
Roca fosfórica 20k	\$ 20.000
Cal 20k	\$20.000
Cuerda	\$10.000
Semilla	\$60.000
Cuerda	\$ 15.000
Tablas	\$ 40.000
Estacas	\$ 20.000
Herbicida Glifosol	\$ 5.000
Pintura	\$15.000
Pinceles	\$ 10.000
Bolsas de papel	\$ 7.000
Cinta métrica	\$ 10.000
Tijera	\$6.000
Gramera digital	\$ 15.000
Total	\$ 253.000

Para estimar los costos de producción del cultivo de avena forrajera por hectárea se tendrá en cuenta los costos de implementación de las parcelas de avena, las cuales suman cerca de 145 m² de los cuales solo se tendrán en cuenta la roca fosfórica, cal, semilla, Glifosol y la horas de tractor necesarias para el descapote y arreglado de la hectárea.

5 Tabla Costos de Siembra por hectárea para avena forrajera

MATERIALES E INSUMOS POR HECTAREA	COSTO
Roca fosfórica	\$ 1.379.000
Cal	\$1.200.000
Semilla	\$1.800.000
Herbicida Glifosol	\$ 344.827
Tractor	\$600.000
Total	\$5.323.827

Fuente: S. Ibarra (2021)

Los costos de producción estimados para una hectárea de avena forrajera están en \$5.323.827 como se muestra en la tabla 3, para estimar el costo de la tonelada de forraje verde se realizó un promedio con los aforos de las tres variedades, siendo este valor 70,23 ton/ha teniendo un costo de producción por tonelada de \$75.805 sin tener en cuenta la mano de obra para la siembra y los manejos en las etapas de cultivo así mismo como la cosecha del material vegetal.

Teniendo en cuenta todo el contexto de la ganadería en el municipio es muy claro que existen muchas falencias que aun debemos resolver, entre ellas el ser

agricultor antes de ganadero. Muchas veces se piensa que la tecnificación de los sistemas productivos solo viene de la mano de tecnologías que faciliten las tareas a realizar a diario en cada explotación, pero no es del todo así. La utilización de tecnologías como la siembra de especies vegetales mejoradas como las variedades de avenas forrajeras nos permite la obtención de biomasa de alto valor nutricional y en altas cantidades, si la compramos con praderas nativa y manejadas comúnmente, queda claro que la relación costo beneficio de la utilización de avena forrajera en las unidades productivas es muy positiva, además de contar con un clima ideal para este tipo de cultivo nos permite obtener 70 toneladas de material vegetal para utilizar en la alimentación directa, como materia prima en ensilajes o para la henificación en un periodo de tiempo relativamente corto, facilitando de esta manera la planificación forrajera anual, teniendo como ventaja una de las bases con mayor relevancia en la producción animal que es poder suplir los requerimientos de nuestros animales en las diferentes etapas los 365 días del año.

Otro factor de gran importancia que se debe tener en cuenta para la implementación de la avena como fuente alimenticia en vacas destinadas a la producción de leche es el aumento en el índice de condición corporal (ICC) como lo describe (Lescano, Rojas, Pajares, & Sanches, 2017) teniendo esto como resultado vacas en mejores condiciones para la utilización de protocolos de reproducción como la inseminación artificial (IA) y la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) así mismo como la aspiración folicular y el trasplante de embriones, lo que nos permitirá tener producciones de leche mucho más estables a lo largo del año, mejorando así la rentabilidad y el flujo de caja de las unidades productivas.

Teniendo como base los costos de plantío descritos en la tabla 3 y estimando una producción de biomasa de 70 ton/ha, se puede apreciar que sumándole el costo de cuidado del cultivo y cosecha se puede tener un costo aproximado de \$140 el kilogramo de forraje verde para utilizar en la alimentación directa, materia prima para ensilaje o henificación. Teniendo en cuenta el valor nutricional de este forraje se puede asegurar que los costos de producción para suplir los requerimientos tanto proteicos como energéticos de nuestra vacada serán menores y se verán reflejados directamente en la rentabilidad del negocio, de igual manera en el aumento de la producción de nuestros animales. Cabe recalcar que una de las metas que siempre debemos trazar en la producción de forrajes es la disminución de los costos de producción por kg, así que cada esfuerzo que realicemos para brindarle al cultivo las mejores condiciones de crecimiento se verá reflejadas en el aumento de la producción de biomasa y de ese modo se incide en un factor que ayuda a disminuir el precio por kg de biomasa o materia seca producido.

Conclusiones

1. Respecto a la altura de planta concluimos que, aunque la avena Dorada obtiene la mayor altura, la diferencia es no significativa para la variedad Cayuse (94,86 cms) y Dorada (94,78), pero si para la variedad Cajicá (91,63) teniendo esta la menor altura.
2. La avena Cajicá es la variedad que mejor se adapta al municipio de Pamplona teniendo en cuenta su mayor área foliar y producción final de 71,56 ton/ha
3. Los costos de implementación de un cultivo de avena forrajera por hectárea son de \$5, 323,827 siendo realmente bajos teniendo en cuenta las grandes ventajas que presenta este cultivo para el uso en la alimentación bovina, teniendo como principales factores el aumento en el volumen y calidad de la leche así mismo como la mejor en el índice de condición corporal de los animales y la disminución de costos de alimentación animal.

Recomendaciones

Aunque existen discrepancias en el desarrollo fenológico en las variedades de avena estudiadas, teniendo en cuenta que el enfoque principal de este cultivo es la producción de biomasa, se recomienda la utilización de las variedades de avena Dorada y Cajicá para el municipio de Pamplona, siendo estas las que mostraron las mejores producciones.

Se recomienda la siembra y cosecha de avena forrajera en el municipio de Pamplona tanto para medianos y pequeños productores teniendo en cuenta que el buen manejo de este cultivo solo se verá reflejado en beneficios para los ganaderos de nuestro municipio.

Bibliografía

- Enciso Valencia, K. J., Castillo Sierra, J., Burkart, S., Avellaneda, Y., Vargas Martines, J. d., Campusano, L., & Mejia, S. (2020). Evaluación económica de la avena forrajera alto andina para sistemas lecheros en el trópico alto de Colombia. *Agrosavia*, 28.
- A, H. (2011). Evaluación del comportamiento forrajero del *Medicago sativa*, bajo la aplicación de diferentes niveles de micorrizas y abono orgánico bovino. Riobamba.
- Agricultura, O. d. (2011). *fao.org*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-bo952s.pdf>
- Agropuno, 2., & INEI, 2. (2015). Puno.
- Alimentación, O. d. (2006). *Fao.org*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-a0701s.pdf>
- Alvarez, P. (2013). Evaluación cuantitativa de diez variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.). Montecillo.
- Animal, O. M. (Febrero de 2014). *oie.int*. Obtenido de https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/International_Standard_Setting/docs/pdf/E_TAHSC_Feb_2014_Parte_B.pdf
- Benacchio. (1982). Obtenido de Benacchio, S.S. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con
- Borda, O. A., Barón, F. H., & Gomez, M. I. (2007). El silicio como elemento benéfico en avena forrajera (*Avena sativa* L.): respuestas fisiológicas de crecimiento y manejo. *Revistas Universidad Nacional de Colombia*, 7.
- Calderon, E. E., & Cesar Salto. (2000). *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*. Obtenido de INTA: http://rafaela.inta.gov.ar/anuario2000/a2000_p69.htm

- Casilla 567, V. (2005). *scielo.conicyt.cl*. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2005000100005
- CONDORI, A. C. (2014). *Universidad Mayor de San Andres*. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/5639/T-2050.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- E Hetticha,, M F Hinostrozab, & N Tadich. (2007). *scielo*. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2007000300008&script=sci_arttext&tlng=en
- Figueroa, L. N. (25 de Marzo de 2021). Análisis de los ciclos ganaderos en Uruguay y Argentina entre 1988-2016. Uruguay .
- Gallardo, C. E. (Diciembre de 2016). *EFICIENCIA AGRONÓMICA DEL NITRÓGENO EN EL CULTIVO DE AVENA FORRAJERA*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10127/1/T-UCE-0004-87.pdf>
- Heredia. (2011). Evaluación del comportamiento forrajero del *Medicago sativa*, bajo la aplicación de diferentes niveles de micorrizas y abono orgánico bovino. Riobamba: Ecuador.
- HILEGARIO, L. A. (2016). *RESPUESTA DEL CULTIVO DE AVENA FORRAJERA. CUAUTITLÁN IZCALLI*.
- Infoagro. (2017). *infoagro.com*. Obtenido de <http://canales.hoy.es/canalagro/datos/herbaceos/cereales/avena.htm#:~:text=La%20>

avena%20es%20una%20gram%C3%ADnea,l%C3%ADgula%2C%20pero%20no%20existen%20est%C3%ADpulas.

Lescano, R. F., Rojas, A. D., Pajares, C. E., & Sanches, C. A. (2017). Obtenido de <http://190.116.36.86/bitstream/handle/UNC/3075/Efecto%20de%20la%20suplementaci%C3%B3n%20en%20vacas%20%2035-40.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Loaya, M. (2020). *repositorio.lamolina.edu.pu*. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4376/mendoza-loayza-kerry-kary.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Palacios, C. F. (enero de 2020). Obtenido de http://www.cytacunoc.gt/wp-content/uploads/2021/03/Informe_final_engorde.pdf

Pérez Méndez, J. A., & Alvarez Pinilla, A. (Julio de 2008). Obtenido de http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/34668/1/ICE_843_227-240__279F32FE102B0A3452E68F2500998FA1.pdf

Plagas, S. N. (2018). *sinavimo*. Obtenido de <https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/avena-sativa>

Rojas, W. G. (2019). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazona. *Adaptabilidad de tres variedades de avena forrajera en dos sistemas de siembra para determinar la composición nutricional en el distrito de sonche, amazonas* . Chachapoya, Sonche, Peru.

Ruiz Solera, F. A., & Janica, L. (Abril de 2012). EFECTOS AMBIENTALES Y SOCIO-ECONÓMICOS DEL SISTEMA DE. Cartagena, Colombia.

Santos, S. R., Fuentes, L. M., Dardón, A. D., Franco, R. J., & Rosales, L. F. (abril de 2007).

Obtenido de [http://www.sidalc.net/cgi-](http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=rednia.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expression=mfn=019953)

[bin/wxis.exe/?IsisScript=rednia.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expression=mfn=019953](http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=rednia.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expression=mfn=019953)

Santoyo, M., Sedano, M., & Diaz, P. (2016). Obtenido de

<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/3074-Texto%20del%20art%C3%ADculo-11092-2-10-20201125.pdf>

TICONA, C. A. (2021). *UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO*.

Obtenido de

http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15613/Quispe_Ticona_Cliver_Antonio.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vazquez, R. A. (junio de 2014). *Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro*.