

1-1-2018

Ensilaje de avena (avena sativa) : una revisión del arte en el contexto Colombiano

Jhonatan Perdomo Atuesta
Universidad de La Salle

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia>

Citación recomendada

Perdomo Atuesta, J. (2018). Ensilaje de avena (avena sativa) : una revisión del arte en el contexto Colombiano. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/357>

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias Agropecuarias at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Zootecnia by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.



ENSILAJE DE AVENA: UNA REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE EN EL CONTEXTO COLOMBIANO

Artículo

Presentado como Modalidad de grado para optar al título de Zootecnista
Producción Intelectual

Jhonatan Perdomo Atuesta

Estudiante del Programa de Zootecnia

Miembro del Semillero de Investigación en Ciencia Animal (SICA)

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROGRAMA DE ZOOTECNIA

MAYO

2018

ENSILAJE DE AVENA: UNA REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE EN EL CONTEXTO COLOMBIANO

Jhonatan Perdomo¹ y Laila Bernal ²

Resumen

La avena (*avena sativa*) es una gramínea que se ha cultivado para el consumo humano y para la alimentación animal, esta especie se utiliza en Colombia como base para la elaboración de ensilajes. Este artículo se centró en una búsqueda de literatura en diferentes bases de datos nacionales e internacionales donde se hablará de la avena en la producción animal y su uso en ensilajes. Para la elaboración de este artículo se revisaron un total de 110 documentos de los cuales, fueron incluidos 58 en base al origen o relevancia de los mismos. Los resultados obtenidos a partir de la revisión se dividieron en dos temáticas; estas son, el ensilaje a partir de avena forrajera en el cual se describe y adicionalmente se tocan los temas referentes a los costos de producción de ensilajes de avena y el contenido nutricional. Se encontraron valores de pH promedio de 4,21 y un contenido de nitrógeno amoniacal promedio de 4.7% para los ensilajes de avena, en el mercado Colombiano se encuentran solo 5 variedades de avena y otras que no han sido liberadas por Corpoica; la calidad nutricional de la avena depende directamente del estado de la planta al momento del corte; es decir, a mayor edad de corte, menor cantidad de nutrientes, en cuanto a cantidad de nutrientes, en cuanto a la producción animal se encontró que se necesita en promedio 6,8 kg de materia seca de ensilaje de avena para producir al menos 12, 6 kg de Leche. Los resultados obtenidos por diferentes autores, tienden a presentar diferencias importantes entre sí, debido a aspectos ambientales, fisiológicos de la planta y de los animales estudiados; pero, cabe entender que en climas templados, en comparación con el trigo y la cebada, pocos forrajes rinden tanto por hectárea como la avena.

¹ Estudiante del Programa de Zootecnia. Miembro del Semillero de Investigación en Ciencia Animal-SICA. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de La Salle. Correo electrónico: jperdomo11@unisalle.edu.co

² Zootecnista, M.Sc., (c) Ph.D. en Agrociencias. Profesora Asociada del Programa de Zootecnia. Coordinadora del Semillero de Investigación en Ciencia Animal-SICA. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de La Salle. Correo electrónico: labernal@unisalle.edu.co

Introducción

La avena (*avena sativa*) es un cereal usado por el ser humano en todo el mundo con una gran historia en cuanto a origen y su uso para alimentación animal o humana, con el paso de los años esta gramínea se ha cultivado con dos finalidades muy marcadas que difieren entre sí; está el cultivo de avena para el uso del ser humano y las avenas forrajeras que es hacia donde se enfoca esta revisión, relacionado con su efecto en la producción. Para contextualizar, según (INFOAGRO, 2010) la avena es originaria de Asia Central, se cree que en un comienzo no era un cultivo como tal, por el contrario esta era una plaga de cultivos como el trigo y la cebada que son de los cultivos más históricos de la humanidad, las primeras reliquias arqueológicas (semillas) de la avena se encontraron en Egipto, aunque se toma como una semilla que se infiltró allá debido a que era una maleza para los cultivos realmente importantes de la época, en cuanto a los primeros cultivos en sí de avena, los restos más importantes se encontraron en Europa central. En lo referente a Colombia la avena, es usualmente utilizada como base para la elaboración de ensilajes, aunque en las zonas de trópico medio y alto esta es utilizada para el pastoreo de animales, donde este se hace cuando emerge la espiga (Corpoica, 2006). En la actualidad, es un producto importante para la economía el mayor productor mundial es la federación Rusa con cuatro millones novecientos treinta y un mil ochocientos veintidós toneladas para el 2013, mientras que una potencia mundial como China tuvo producción para el año 2013 de seiscientos catorce mil toneladas, un país como Italia que puede ser uno en los cuales se originó produjo para el mismo año doscientas treinta y ocho mil toneladas, finalmente en Colombia para el 2013 se produjeron solo cuatro mil quinientas toneladas (FAO, 2013).

En consonancia con lo mencionado anteriormente podemos decir que la avena es un cultivo tradicional; pero en la última década ha presentado un incremento exponencial en cuanto a su cultivo dado que es una especie de grandes aportes nutricionales, tanto para el ser humano como para los animales, siendo un forraje rico en energía para los herbívoros y alto en fibra para el ser humano. Además de que se puede usar como abono verde para mejorar el recurso suelo, sumado a sus usos industriales esto conlleva a un incrementado el área de cultivo a nivel mundial; en Europa los niveles productivos de la avena están desde 1,8 toneladas por hectárea en el caso de Lituania y hasta 7,3 toneladas en caso de la república de Irlanda, esto depende de las condiciones edáficas, climáticas y del cultivar usado según el país (Marshall et al., 2013).

El objetivo de esta revisión es generar un estado del arte relevante en cuanto a la avena forrajera en Colombia y sus impactos en la producción animal.

Metodología

1. Estrategia de búsqueda:

La realización del presente estudio, se basó en una búsqueda de literatura en diferentes bases de datos nacionales e internacionales, en los cuales se buscaron manuales técnicos y artículos científicos donde en sus temas centrales se encontrará alguno de los siguientes: la historia y manejo de la avena como cultivo forrajero, su funcionalidad en condiciones de ensilajes, las variedades usadas en Colombia y su rendimiento en cultivo.

Esto se buscó mediante la ayuda de conectores booleanos y Tesoros formulando la siguiente ecuación de búsqueda: (Producción OR cultivo OR crops OR "Avena sativa" OR Avena OR Desarrollo OR Producción OR Oats OR Production) AND (Historia OR Origen OR Procedencia OR History) AND ("produccion animal" OR Ovinos OR Bovinos OR porcinos OR Aves OR vacas OR cerdos OR cabras OR ovejas OR "animal production") AND (Ensilajes OR "Conservación de Forrajes" OR silos OR Silage), que permitió realizar una búsqueda restringida con alto grado de especificidad; tanto en bases de datos, como buscadores virtuales. Esta ecuación se utilizó en google académico, Science Direct, Scielo y Scopus; además mediante el uso de palabras clave se realizó la búsqueda de documentos y artículos en físico en la Biblioteca de Corpoica.

Los artículos que fueran originarios de una universidad, de un instituto o una corporación, fueron llevados a una matriz donde se revisó su introducción, metodología, resultados y/o contenido general

2. Análisis de documentos

Se hizo una preselección por calidad de los documentos que fueran originarios de organizaciones reconocidas a nivel nacional o internacional, posteriormente se llevaron a la matriz, donde se evaluó la calidad de su contenido para ser incorporados, en este documento en la figura 1 se muestra la

metodología de búsqueda y análisis de artículos.

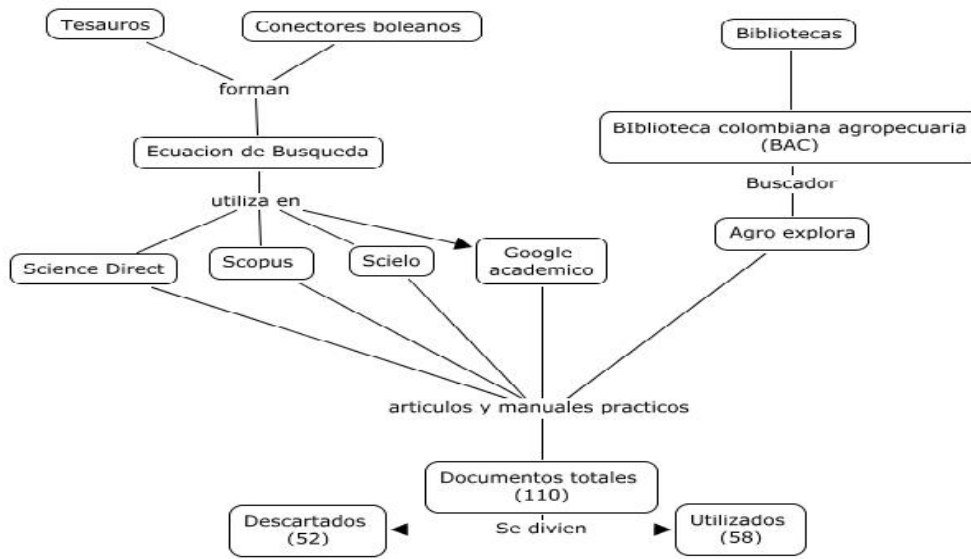


Figura 1: Metodología de búsqueda de información.

Lo mencionado anteriormente genera un uso de información, que es un indicador relacionado a cuantos artículos fueron revisados y cuántos de ellos fueron utilizados que se observa mejor en el siguiente gráfico circular:



Figura 2: Relación uso de información

El criterio por el cual se descartó la información fue por el tipo de fuente, en este caso periódico o publicaciones de Blogs, la cual se consideraba información de bajo grado de confiabilidad para el desarrollo de este estudio.

Resultados

Los resultados se dividieron en dos temáticas grandes congruentes entre sí; estas son, el ensilaje centrado en avenas y la avena forrajera, donde se describe todo lo referente de ella. Adicionalmente se tocan los temas referentes a los costos de producción de ensilajes de avena y los contenidos nutricionales sumado a los efectos productivos que tienen en diferentes especies animales.

1. ENSILAJE

La necesidad de incrementar el número de animales por hectárea, maximizando su producción a bajo costo, denota la necesidad de disminuir el uso de alimentos concentrados o subproductos costosos para la alimentación de los animales, e incrementa la necesidad de utilizar forrajes de bajo costo de producción (Corpoica, 1988), para que esto sea sostenible a lo largo de todo un año es necesario implementar métodos de conservación de forraje, en los cuales se aproveche el pico de producción y se conserve para suministrarse cuando la cantidad de forraje producido disminuya.

En Colombia a lo largo de más de 40 años, se han usado tradicionalmente dos métodos de conservación de forraje, estos son el henolaje (consiste en el secado del forraje de manera natural, ideal para el fácil almacenaje, comúnmente producido en trópico bajo en Colombia) y el ensilaje; ambos tienen como objetivo conjunto maximizar el aprovechamiento del excedente de forraje que se produce en la época de lluvias para lograr preservarlo para las épocas de sequías (Franco, Calero, & Avila, 2007).

El ensilaje se define como un forraje verde (leguminosas, gramíneas o arbóreas), conservado y fermentado anaeróticamente (Corpoica, 1988); otra definición clara es que el ensilaje es, un proceso o método de conservación de forraje con la finalidad de preservar el material biológico como residuos de plantas de beneficio o material vegetativo, mediante preservación anaeróbica buscando mantener la composición nutricional del producto otra definición clara es que el ensilaje es, un proceso o método de conservación de forraje con la finalidad de preservar el material biológico como

residuos de plantas de beneficio o material vegetativo, mediante preservación anaeróbica buscando mantener la composición nutricional del producto (Cardenas, Solorio, & Sandoval, 2004). Cada forraje cosechado con la finalidad de ensilaje difiere de los demás, por ende antes de iniciar un cultivo de especies vegetales es indispensable conocer: las características físicas y químicas del suelo, las condiciones agroecológicas de la zona y posteriormente seleccionar la especie que mejor se adapte a lo descrito anteriormente. Todo cultivo de especies vegetales requiere fertilización, control de plagas y de malezas, en especial los cultivos transitorios con fin de ensilaje como lo son maíz, sorgo, cebada, trigo, avena entre otros (Gamero, Herrera, Ovalle, Bernal, & Jimenez, 2015).

El ensilaje como tal tiene un origen poco claro y se estima, según reportes de la universidad de Cambridge, que se originó en Italia para el año 1700; donde se cortaba el forraje, se almacenaba en vasijas de arcilla y se cubría con arena, antes del invierno, se suministraba a medida que el invierno avanzaba para que no murieran tantos animales por inanición, esta labor paso de forma cultural a Francia, Alemania e Inglaterra, países donde posteriormente se inició con las labores de fermentación y almacenaje de forraje fresco (Castillo, Hernandez, & Lopez, 2011).

El ensilaje consta de cuatro fases,

1. Fase aeróbica: se caracteriza por ser la etapa en la cual el forraje es picado (material vegetativo), generando pérdidas de oxígeno y degradándolo a sustancias más sencillas, además el forraje del silo se inicia a compactar por lo anteriormente mencionado (Oude, Driehuis, Gottschal, & Spoelstra, 1999).
2. Fase fermentativa: es la fase en la cual se forman los ácidos grasos volátiles; que son los que genera la conservación del silo, esencialmente el ácido láctico. En esta etapa el silo disminuye su pH, lo cual facilita la formación de bacterias ácido lácticas (Villa, 2008).
3. Fase estable: es la fase en la cual ocurren pocos cambios durante la ausencia de aire, es el proceso en el cual algunos microorganismos reducen su presencia en el silo (Cedeño, Acosta, Rubio, & Waugh, 1981).
4. Fase de deterioro aeróbico: es la etapa que atraviesa el silo después de ser abierto, lo que genera la producción de hongos no deseados, conllevando a la putrefacción del material vegetativo (Watson & Smith, 1963).

Es esencial que durante las primeras dos fases no entre nada de aire debido a que se descompondría la totalidad del silo.

El tipo de silo varía según la infraestructura y maquinaria que tenga cada sistema productivo; en Colombia, México y Uruguay, por muchos años el silo más utilizado fue el silo de montón, dado a que no tiene un alto costo en infraestructura y es relativamente sencillo de realizar; pero, con el paso del tiempo se notó que las pérdidas por contaminación aeróbica en este sistema de silo es muy alta, dado que generalmente estos silos albergan más de una (1) tonelada de forraje y para suministrar a los animales se debe abrir y si no se consume todo en un periodo de máximo tres días, se descompondrá y todo el forraje se perderá (Cobos, 2000)

Tipos de ensilaje:

La variedad de silos existentes presenta diferencias de capacidad, conformación y su material de construcción. El tipo de silo dependerá directamente del tamaño de la producción, a continuación, se presentan los diferentes tipos de silo:

1. Silos de trinchera: consiste en almacenar el forraje en una ladera, utilizando dos muros de tipo natural (tierra), donde al final se cubre con un plástico para su almacenaje. Además, se les conoce como silos de poso o zanja y estos tienen como desventaja las pérdidas por filtraciones (Anzola & Montoya, 1979).
2. Silo bunker o semi trinchera: es un silo que se realiza en zonas planas y tiene alguna similitud con el silo de trinchera, solo que usa muros artificiales construidos en concreto, es un silo más durable y con mayor capacidad (Wagner, Asencio, & Caridad, 2012).
3. Silo de montón: es aquel en el cual no se utilizan paredes de ningún tipo; consiste en apilar el pasto en un lugar y posteriormente es cubierto con plástico. Es otro tipo de silo que presenta bastantes pérdidas, este puede ser dañado fácilmente por animales (Cadena, Ojeda, & Ascanio, 1985).
4. Silo tipo caneca: Es aquel tipo de silo donde se usan canecas plásticas, de entre 50 a 200 lts y tanques plásticos de hasta 1000 litros, este silo tiene como ventaja la nula entrada de roedores, lo reutilizable y menor índice de pérdidas que los anteriores (Ponce González, 1986).

5. Silos verticales: son silos realizados en diferentes materiales; como madera, láminas de zinc, plástico o metal, según sea el caso. Estos tienen una gran capacidad de almacenaje y presentan grandes ventajas para la conservación de ensilajes durante largos periodos de tiempo (Siebald, 2003).
6. Silos parva: son silos en los cuales no se requiere una construcción permanente, este consiste en una especie de montón, en el cual se pueden presentar algunas pérdidas debido a la complejidad de mantener el espacio completamente anaerobio (García, 1999).
7. Silo embutido: como su nombre lo indica tiene similitud a un embutido, en el cual se asegura un espacio anaerobio con una especie de salchicha gigante en la que se alberga el silo. La cubierta de este es mediante un polietileno resistente (Molina, Roa, Ruiz, Serna, & Builes, 2000).
8. Silo en bolsa: Es el más comúnmente usado por pequeños productores, dado que pueden ser bolsas de 45 a 55 kg fáciles de manipular, transportar y suministrar a los animales o unos silos en bolsas de hasta de una tonelada (Noguer & Valles, 2000).

Los parámetros que son de mayor relevancia en la evaluación de calidad fermentativa del ensilaje son: pH, amonio con relación al nitrógeno total (NH₃/NT), extracto etéreo (EE), temperatura, análisis microbiano, concentración de ácido láctico, concentración de ácido acético, concentración de ácido butírico y cantidad de bacterias productoras de lactato. Los parámetros que se toman en cuenta en cuanto a calidad nutricional del ensilaje son materia seca (MS), proteína cruda (PC), energía metabolizable (kcal o Mjoul), y fibras (FDN, FDA, FC); además de estos, existen características que son detectadas de forma organoléptica como lo son olor y color (Villalba, Holguin, Acuña, & Piñeros, 2011).

Factores que se deben tener en cuenta para la fabricación de ensilajes

La fabricación de ensilajes es un proceso en el cual se deben tener en cuenta una serie de procesos antes de iniciar la actividad, debido a que según el tipo de ensilaje la mano de obra puede ser costosa, en especial para los pequeños productores se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El número y tipo de animales que recibirán en alimento.

- Cuánto tiempo se piensan alimentar los animales.
- Qué porcentaje de la ración se usará en ensilaje.
- Conocer todos los recursos que se tienen en el sistema productivo (forrajes, maquinaria, extensión, mano de obra, insumos entre otros).

Si antes de iniciar una labor de ensilaje se tiene claro lo mencionado anteriormente, se consigue reducir y organizar los costos de la producción (García, 1999).

ADITIVOS

En la elaboración de ensilajes es muy común utilizar aditivos, que enriquecen el silo; ya sea, de manera nutricional o fermentativa, en sí esto depende del tipo de aditivo que se use. A continuación, se muestran los diferentes aditivos utilizados en la elaboración de ensilajes (Montero, Vadillo, Ortiz, & Acuna, 1990).

1. Aditivos biológicos: se consideran aditivos biológicos aquellos que no presentan riesgo en su manipulación y además no son corrosivos, ni causan daños ambientales. En el mercado es fácil acceder a productos biológicos usados en el ensilaje como lo son algunos tipos de bacterias, enzimas o inoculantes, estos últimos con más investigación en forrajes de clima templado como cebada y trigo (Franco, Calero, & Avila, 2007).
2. Ingredientes alimenticios o sub productos es una práctica común en la elaboración de ensilajes adicionar otros productos que ayuden con la fermentación, estos también son de tipo biológico pero se clasifican de forma diferente porque generalmente son derivados de otras industrias; ejemplos de estos son, la melaza, fuentes de almidón (ejemplo: harina de yuca) y el uso de cítricos ya sean cáscaras o pulpas (Mühlbach, 2000).
3. Aditivos químicos: en los aditivos químicos se encuentran sustancias que pueden ser tóxicas y corrosivas para los equipos que se usen o las personas que las manipulen, no son usadas tradicionalmente en el sector agropecuario, pero se han estudiado sustancias como el ácido fórmico que estimula la más rápida fermentación del ensilaje y también se ha usado formaldehído con finalidad conservante, no es recomendable el uso de lo mencionado anteriormente (Mannetje, 1999).

4. Aditivos minerales: es la inclusión de elementos de origen mineral al ensilaje para fomentar la palatabilidad de este, o para aumentar el contenido de nitrógeno del mismo; un ejemplo de esto, es la Urea y la Sal (Rubio, Johnson, Salazar Cruz, & González Zuluaga, 1967)
5. Residuos productivos: no es lo más utilizado; pero, se encuentran casos en los cuales, si se hace, se adicionan residuos de galpón al ensilaje, lo cual atenta con el bienestar animal y puede ser un medio de transmisión de enfermedades (Figueroa & Pineda, 2016).

CALIDAD DE FERMENTACIÓN

Los parámetros a tener en cuenta de calidad de fermentación de los ensilajes son: en primer lugar el pH que de este dependerá el estado del silo, en segundo lugar está el porcentaje de nitrógeno amoniacal, estos factores se relacionan con la concentración de ácidos grasos volátiles, esencialmente el lactato (Anzola & Montoya, 1979). En la Tabla 1 se muestran parámetros de calidad de fermentación de diferentes ensilajes evaluados por diferentes autores.

Especies ensiladas	pH	Nitrógeno amoniacal	Ácido Láctico	Fuente bibliográfica
Avena sativa, Acacia decurrens, Brachiaria latifolia y Sambucus nigra	No reporta	No reporta	Ácido láctico= 32,8% - 27,93%	(Guerro & Edmundo, 2012)
Avena sativa, Sambucus peruviana y Acacia decurrens	3,81 – 3,87	4,75 – 6,8 (%/NT)	No reporta	(Rosendo, Blanco, Arreaza, & Rey, 2005)
Avena	4,63	4,6 (%/NT)	No reporta	(Elizalde & Gallardo, 2003)
Avena	3,89 – 4,36	2,4 – 4,6 (%/NT)	No reporta	(Gamara, 2013)
Avena más aditivos	Avena más melaza = 4,37	No reporta	No reporta	(Xian Jun, Ai You, & Tao, 2015)

	Avena más etanol= 4,48 Avena más etanol y lactobacilos= 3.99			
Avena y cebada	4,4	51 gr/Kg NT o 5,1%/NT	No reporta	(Husskonnen, 2009)

Tabla 1: se observan valores de pH promedio de 4,21 y un contenido de nitrógeno amoniacal promedio de 4.7%.

En la tabla anterior se presenta la información obtenida a partir de 6 artículos, donde se observa que según el tipo de aditivo o la mezcla de avena con otras especies, genera ligeros cambios en las cualidades fermentativas.

2. AVENA, VARIEDADES y CONDICIONES AGROECOLÓGICAS

2.1 Variedades

A lo largo del tiempo la avena ha presentado cambios genéticos sustanciales dividiéndose en variedades diploides, tetraploípodes y hexaploides, principalmente, alrededor del mar mediterráneo y el sudeste asiático (Papapanagiotou, Paresidou, Kaloumenos, & Eleftherohorinos, 2015) En la producción mundial partiendo de sudáfrica, norte américa, Europa y terminando en sudamérica es muy común el uso de las variedades Avena bizantina y Avena sterilis, que, por procesos de selección e hibridación, presentan mejor resistencia a la sequía y a bajas temperaturas, estas son variedades hexaploides con 42 cromosomas. Con el paso de los años la avena se ha convertido en uno de los cereales más estudiados, no solo como alimento para el ser humano; si no, también se ha vuelto importante para la alimentación de ganado, por ende con el pasar de los años en toda Sur América y norte América, la variedad que se ha posicionado como la más cultivada es la avena sativa, que de ella surgen un sinnúmero de cultivares con la finalidad de la alimentación animal, ya sea

como forraje fresco o conservado. Existe una gran cantidad de variedades de avena, cada una con una función específica ya sea producir grano o forraje, de estas variedades se derivan cultivares que son mejoras genéticas de las variedades originales (Stevens, Armstrong, Bezar, Griffin, & Hampton, 2004) .

En Colombia, para la década de 1990, Corpoica en su boletín técnico número 49 denominado “Principales pastos de corte de Colombia” se mencionan solo tres cultivares de avena forrajera; las cuales eran la Nehuen, Cayuse e Ica- Cajicá donde estudios realizados en 1986 por el ICA Tibaitata reportan una producción de 6,2 a 13,3 toneladas de forraje seco, siendo la producción de 13,3 toneladas un cultivo asociado entre el cultivar Nehuen y la especie vicia, por otro lado la menor producción de 6,2 toneladas se obtuvo a partir del cultivar Ica- Cajicá en monocultivo; en ese momento se presentaba la avena como la especie idónea para la realización de ensilajes y tres décadas después encontramos que así es (Corpoica, 1988).

En la actualidad Corpoica reporta las siguientes cultivares de avena, su contenido de materia seca en toneladas por hectárea y sus días de cultivo, todo esto en la fase de embuchamiento o emergencia de la espiga, sumado a esto en la parte inferior del cuadro se encuentran las 5 variedades comerciales del mercado actual.

Variedad	Materia seca (t/ha)	Días cultivo	Fuente bibliográfica
204	20.8	125	(Corpoica, 2006).
902	18	115	
013	12.7	90	
206	12.5	90	
017	12.3	90	
901	12	90	
016	11.5	90	
608	11	85	
011	9.7	75	
015	9	75	
010	8.7	75	
014	8.0	75	

018	7.5	75	
012	7.5	75	
609	7	75	
019	5.5	70	
Dorada (Impulsemillas)	20	100 – 120	(Impulsemillas, 2017)
Cayuse (Impulsemillas)	16	120	
Cayuse (Saenz Fety)	14	120 – 140	(Saenz Fety, 2017)
Everif (Saenz Fety)	14	140 – 150	
Conon (Saenz Fety)	13	125 - 140	

2.3 Condiciones agroecológicas

La avena es un cereal que presenta gran eficiencia en cuanto a retención de agua se refiere, es una planta que aprovecha al máximo la lluvia y es un cultivo ideal para la temporada lluviosa en países tropicales; pero la gran desventaja de la avena es que es muy susceptible a deficiencias de nitrógeno, por ende es necesaria la fertilización nitrogenada, dicha deficiencia es una de las mayores causas de bajo rendimiento de la avena en sistemas productivos alrededor del mundo (Mohammad, Shah, & Haroon, 2014).

2.4 Establecimiento del cultivo

La avena es una especie que acepta suelos moderadamente ácidos (con un pH que oscile entre 5,3 y 5,7); requieren suelos con capacidad de retención de agua, pero que no se encharquen; sumado a esto se necesita que el perfil A del suelo sea superior a 10 centímetros y es necesario elegir la especie según las condiciones edáficas para asegurarnos del adecuado desarrollo de la misma. Cabe tener en cuenta que es una especie muy exigente en cuanto a Nitrógeno se refiere y la siembra se recomienda hacer bajo condiciones de lluvia, en nuestro hemisferio es necesario conocer el comportamiento de las lluvias y plantar al inicio de dicha temporada. La dosis de siembra oscila en 200 kg por hectárea, pero en caso de asocio esta se deberá reducir en un 50%, para la siembra se debe hacer una adecuada corrección del pH del suelo, un manejo idóneo en cuanto al arado y la siembra se puede hacer al voleo o en chorrillo (surco de 1 cm de ancho) y dicha siembra se deberá

realizar entre 4 a 6 cm de profundidad para que la semilla no sea arrastrada o destapada en caso de lluvias, esto dependerá de la maquinaria con la que se cuente. El proceso de fertilización debe realizarse acorde con el contenido de nutrientes del suelo para no caer en sobre fertilización ni en sub-fertilización (Sequella & Ormeño)

Basándonos en Corpoica, en términos generales se requieren 80 kg de semilla de avena para una hectárea, cuando el establecimiento se realiza en monocultivo, y de 50 kg por hectárea cuando se realiza un asocio con vicia (*Vicia sativa*), adicional a esto recomienda una dosis de 50 kg/Ha (Arguelles & Alarcon).

Los pasos por seguir para la instauración de un cultivo de avena son:

-) Definir la finalidad del cultivo, lo cual puede ser grano para alimentación humana, forraje de pastoreo o forraje para ensilaje.
-) Establecer la especie con mayor afinidad a las características edáficas del suelo que pueda cumplir con la finalidad ya establecida.
-) Realizar la preparación del terreno; este alistamiento para la instauración de un cultivo no es una fórmula preestablecida, debido a que según las características que presente el mismo, como la profundidad de los perfiles, la capacidad de retención de agua entre otros, serán los que ayuden a definir qué tipo de arado y que tan profundo se debe pasar al terreno.
-) Instaurar un plan de enmienda y/o fertilización de ser necesario, el conocer las características del suelo incluidas sus deficiencias, nos ayuda a la hora de implementar los procesos de enmienda y fertilización, esto se debe realizar en base a los requerimientos minerales que tenga la especie que se va a instaurar.
-) Establecer procesos de prevención y control de plagas o enfermedades, definiendo periodos de fumigación o controles biológicos que se adapten de forma idónea al cultivo.
-) Opcionalmente y solo en caso de ser necesario, se puede instaurar un plan de riego y drenaje para la especie para que algún cambio inesperado de las condiciones climáticas no logre generar afectaciones al cultivo.
-) Definir la cantidad de insumos y equipos requeridos para que la cosecha se realice con la mayor eficiencia posible.

2.5 Asociación

Dada la necesidad mundial de producir alimentos en poca área, los cultivos asociados presentan una alternativa interesante a utilizar, dado que estos traen efectos beneficiosos en cuanto a la eficiencia en utilización de recursos tanto hídricos, agrícolas y de suelo además de la reducción de la competencia con malezas. Para establecer un cultivo asociado se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

-) Edad de madurez y cosecha de las especies a utilizar.
-) La densidad de plantas recomendada para las especies.
-) Uso de especies compatibles, donde se recomienda usar especies que no compitan entre sí por nutrientes.

Teniendo en cuenta estos aspectos; la asociación de cultivos puede traer grandes beneficios a un sistema productivo, estos pueden disminuir el grado de erosión del suelo, ayuda a disminuir la incidencia de enfermedades, ayuda a la fijación de nutrientes del medio ambiente al suelo y su aprovechamiento (Aziz, Mahmood, Asif, & Ali, 2015)

La avena es una especie que va muy bien con el asocio a otro tipo de especies; especialmente las leguminosas, en Reino Unido es común que esta especie se asocie con lupinos, que es una especie de leguminosa la cual se encarga de la fijación de nitrógeno para que la avena como gramínea que es, lo aproveche. Para el establecimiento de un cultivo mixto (gramínea + leguminosa) se tiene que tener en cuenta la relación leguminosa gramínea que se desee establecer, esta determinará la cantidad de semilla a utilizar, generalmente para un cultivo de solo cereal (avena) se tiene una dosis de siembra de 325 a 400 semillas/m²; pero, en caso de la mezcla, la cantidad de semilla puede ser menor por el desarrollo herbáceo de la leguminosa que se desee incorporar, algunos autores recomiendan mezclas 50/50 donde se planten de 85 a 100 semillas por metro cuadrado, que serían 42 semillas de cereal y 42 de leguminosas. En Reino Unido se ha investigado la necesidad de disminuir el uso de agroquímicos en la producción de forrajes que puedan ser usados para conservación (ensilaje, henolaje entre otros), así que se plantea la alternativa de tener edades de corte más bajas con una fertilización menor a causa del uso de leguminosas en el cultivo (Powel).

2.6 Factores que afectan la producción de avena

La avena es una especie que alcanza una altura considerable con relación a otros cereales; lo que la hace más susceptible al Volcamiento y ruptura de la planta, dado que es una especie que alcanza una altura considerable con relación a otros cereales, esta se puede partir en la parte alta a causa de vientos muy fuertes y topografía del suelo, además por su conformación radicular la planta puede (a causa de vientos muy fuertes) caerse y quedar con su raíz fuera del suelo, lo cual disminuye el rendimiento del cultivo. Otro factor que puede afectar la producción de avena son los factores inherentes a la variedad o cultivar que se desee implementar, un cultivar que presente baja adaptación a condiciones edáficas particulares, lo cual no permitirá que la especie exprese todo su potencial genético. Sumado a esto las enfermedades; aunque no afectan en gran medida a la avena pueden disminuir su rendimiento, las enfermedades más comunes en la avena a nivel mundial son: *Puccinia coronata* f.sp. *avenae*, es un patógeno que genera en la hoja unas manchas amarillas a naranjas a lo largo de la hoja de la planta, otro agente de enfermedad en la avena es *Erysiphe graminis* f.sp. *avenae*, que es una especie de hongo sobre la planta, estas dos afectan en gran medida la producción de la avena a nivel mundial; existen otro tipo de agentes patógenos que producen enfermedades como la mancha moteada, la mancha foliar y el tallo negro, que son enfermedades poco comunes que no afectan en gran medida la producción de esta planta (Marshall, y otros, 2013). Se debe considerar que la temperatura afecta la eficiencia en la capacidad fotosintética de la planta, temperaturas muy bajas o muy altas afectan directamente la producción de biomasa por hectárea, como se mencionó anteriormente la variedad cultivada también tiene mucho que ver en este aspecto, la etapa de desarrollo a la que se lleva la planta se debe considerar según la edad de cosecha que se asigne, bien sea en etapa de formación de grano, cuando el grano se forma o cuando este se seca, todo depende de la finalidad del sistema productivo (Ruiter J. , 2001).

2.7 Calidad nutricional avena

Las variables para evaluar calidad nutricional en un alimento son: materia seca, proteína cruda, fibras (FDN, FDA), energía, digestibilidad y en algunos casos extracto libre de nitrógeno, todas estas varían según las materias primas utilizadas, la edad de corte, el estado físico de la materia prima entre otros. Este mismo concepto se aplica para ensilajes, en la tabla 2 se muestran diferentes ensilajes evaluados para calidad nutricional por diferentes autores.

Especies ensiladas	MS (materia seca)	PC (proteína cruda pc/kgMS)	Energía (MCal/ kg MS)	Otros	Fuente bibliográfica
Avena sativa, acacia decurrens, brachiaria latifolia y sambucus nigra	No reporta	11,43% a 18%	2,2 - 2,8	Extracto libre de nitrógeno= 32,8%-37,93%	(Guererro & Edmundo, 2012)
Avena más urea	Avena con urea = 32,8% Avena = 26,4%	Avena con urea= 17,6% Avena= 10%	Avena con urea=2,17 Avena= 2,12	FDA(fibra detergente acida) Avena con urea= 38,6% Avena=38,3%	(Elizalde & Gallardo, 2003)
Kikuyo (penisetum clandestinum) en pastoreo y <u>suplementación ensilaje de avena.</u>	30,8%	7,3%	No reporta	Digestibilidad in vitro de MS 58,1% Fibra detergente neutra 67,2%	(Carulla, Leon, & Pabon, 2008)
Avena negra y avena blanca	Avena negra=25,9% Avena blanca=32,5%	No reporta	No reporta	Digestibilidad in vitro de MS Avena negra=65,2% Avena blanca=68,4%	(Gamarra, 2013)

				Fibra detergente neutra Avena negra=68,4% Avena blanca=67,6	
Avena y avena más trébol rojo	Avena= 27,3% Avena más trébol= 27,9%	Avena=6,5% Avena más trébol= 12,1%	No reporta	Amonio Avena=12,1%/NT Avena más trébol 15,3%/NT	(Piguarina, 1992)
Avena sativa	22, 85 %	8,77%	No reporta	Fibra: 31, 01 Digestibilidad: 65%	(Zapata & Pineda)
Avena (A. Sativa) y Raps (B. napus)	15,3%	11,20	No reporta	Fibra: 34,4% Fibra cruda: 5,3%	(Carrere, Araya, & .M., 1988)
Avena (A. sativa)	11%	12%	10,5 M/joul/kg	Fibra detergente ácida: 32%	(Salcedo, 1998)
Calamagrostis antoniana (40%) y Avena sativa (60%)	32,8%	7,8%	No reporta	Fibra: 26,52%	(Contreras, Rios, Montes, & Ramos., 2013)
Avena sativa cultivares 204, 17 y 608	No reporta	204 8.9%	No reporta	FDN 204 34.72% Digestibilidad 204 55.73%	(Torres, 2007)
	No reporta	17 9.63%	No reporta	FDN 17 35.3 Digestibilidad 17	

				55.26%	
	No reporta	608 9.64%	No reporta	FDN 608 35.18 Digestibilidad 608 44.79%	
Sambucus peruviana, Acacia decurrens y Avena sativa.	18,3%	12,2%	No reporta	FDN: 43% FDA: 30,77% Celulosa: 20,67%	(Rosendo, Blanco, Arreaza, & Rey, 2005)

La calidad nutricional de la avena depende directamente del estado fenológico de la planta al momento del corte; es decir, a mayor edad de corte menor cantidad de nutrientes, esto se debe a que la cantidad de fibra por planta se incrementa reduciendo la cantidad de nutrientes albergados en ella, por ende disminuye la digestibilidad de la materia seca y provoca un menor aprovechamiento de nutrientes por parte del animal incurriendo en mayor gasto energético, así mismo dependiendo del cultivar el rendimiento por hectárea, en cuanto a producción de biomasa, materia seca entre otros, será mayor o menor dependiendo el caso (Dear, kaiser, & Piltz, 2005).

En los cultivares de avena que se encuentran en Colombia se presentan 5 estados fenológico, estos son: estado de macollamiento, que es cuando salen las primeras hojas; el segundo es el estado de elongación del tallo, posteriormente el estado de embuchamiento y emergencia de inflorescencias, seguido del estado de antesis y finalmente el estado de grano lechoso. Todos ellos varían en su composición nutricional, en general a mayor edad menor contenido de materia seca y mayor concentración de proteína (Torres, 2007).

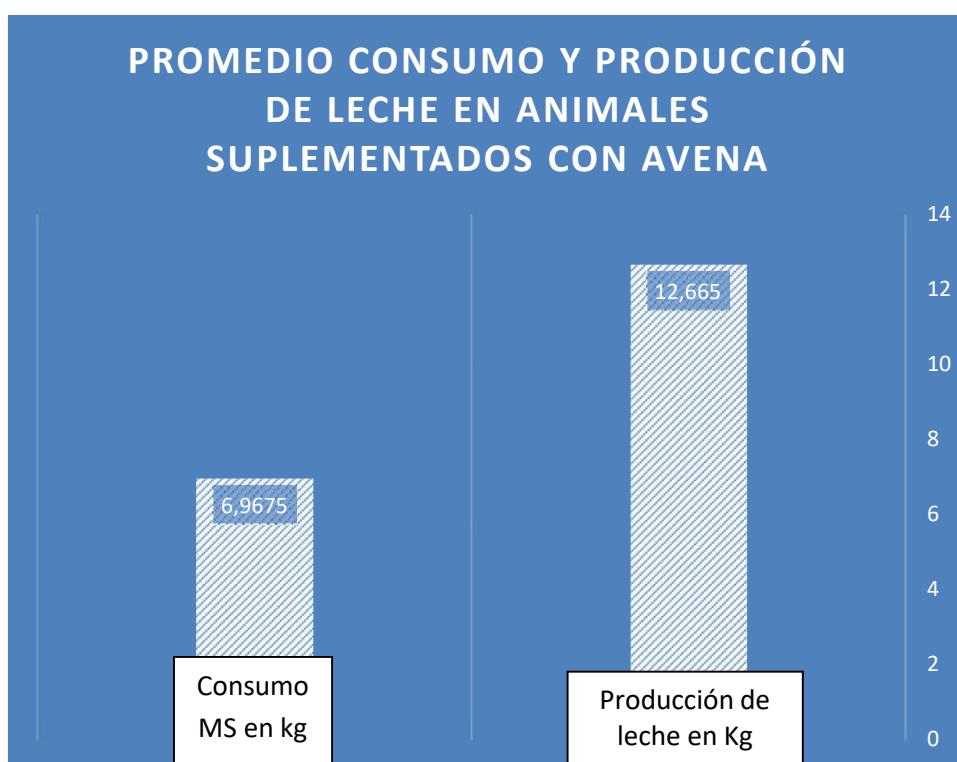
2.8 PRODUCCIÓN ANIMAL

La producción animal, especialmente cuando se habla de animales herbívoros se divide en dos grupos, los cuales son la producción láctea y la producción cárnica, en la siguiente tabla se muestra como el consumo de ensilaje de avena afecta la producción animal.

Alimento	Especie	Consumo materia seca (kg)	GDP (kg/día)	Producción de leche (kg/día)	Cita
Ensilaje avena (Avena sativa cv.Llaofén)	Vacas lecheras en lactancia	10,2	No reporta	13,2	(Elizalde & Menendez, 2004)
Ensilaje avena y pastoreo con kikuyo	Vacas lecheras en lactancia	6,7	No reporta	16	(Mojica, Castro, Leon, Cardenas, Pabon, & Carulla, 2009)
Ensilaje (20% de Calamagrostis antoniana y 80% Avena sativa),	Alpaca	0,226	No reporta	No reporta	(Contreras, De Los Ríos, Montes, & Ramos, 2013)
(Avena sativa), enriquecido con arbustivas: acacia (Acacia decurrens), chilca (Braccharis latifolia) y sauco (Sambucus nigra)	Ovinos	0,163	No reporta	No reporta	(Edmundo, Insuasty, Portilla, & Hernandez, 2012)
Ensilaje de avena y cebada	Novillas	7,3	1,05	No reporta	(Elizalde & Gallardo, 2003)
Ensilaje de avena y brocoli (50-50)	Vacas lecheras en lactancia	0,8	No reporta	11,96	(Monroy, Iglesias, & Valiño, 2013)
Ensilaje de avena	Vacas lecheras en lactancia	10,17	No reporta	9,5	(Manninena, Virkajärvia, & Jauhiainenb, 2005)
Ensilaje de avena	Toros tipo	5,53	1,182	No reporta	(Huuskonen,

	leche				2009)
Ensilaje de avena	Ovinos	1,38	0,51	No reporta	(Mahouachia, Haddadb, Kayoulib, Théwisc, & Beckersc, 2003)

En cuanto a la producción de leche y el consumo de material seca, según los artículos revisados anteriormente se encontró:



Este grafico muestra que mediante el consumo de 6,9 kg de MS de ensilaje de avena, se logran producciones promedio de 12,6 kg leche por día, esto va a variar según la genética de los animales utilizados en este proceso.

3. COSTOS DE PRODUCCION ENSILAJE

La producción de ensilaje presenta dos tipos de costos; el primero radica en todo lo referente a costos de cultivo, en los cuales se debe tener en cuenta la mano de obra, los insumos, la preparación del terreno y los otros demás gastos relacionados con la instalación y sostenimiento de un cultivo de corta duración, en donde se deben tener en cuenta control de plagas, control de enfermedades y demás aspectos que afecten el cultivo; los segundos costos a tener en cuenta son los relacionados a la fase de ensilaje, donde dependerán directamente del método que se decida utilizar, si se requieren construcciones permanentes o no, los costos operativos de la maquinaria utilizada, insumos, mano de obra entre otro, esto genera que los costos del ensilaje sean mayores que los de otros métodos de conservación del henolaje (Schoonhoven, Holmann, & Argel, 2005).

En el mundo, cerca de 200 millones de toneladas de materia seca son ensiladas anualmente, el cual es un proceso mayormente realizado en países desarrollados, se estimó que los costos están alrededor de 100 a 150 dólares por tonelada y esto dependerá del grado de tecnificación que se maneje, este costo está dividido en 50% el terreno, corte y plástico 30%, silo 13% y finalmente 7% aditivos, pero como se mencionó anteriormente todo dependerá de la tecnología de corte y ensilaje que se tenga (Herrera, 2014).

Conclusiones

Los resultados obtenidos por diferentes autores tienden a presentar diferencias significativas en algunos casos; debido a, aspectos ambientales, fisiológicos de la planta o de los animales estudiados, dado que es una recopilación de diferentes estudios realizados en todo el mundo.

En general la avena es un producto forrajero con una aceptable calidad nutricional y buenos rendimientos en cuanto a producción de biomasa por hectárea, cabe entender que en climas templados pocos forrajes rinden tanto por hectárea, si lo comparamos con el trigo o la cebada es superior

Bibliografía

- Arguelles, G., & Alarcon, E. (s.f.). Principales pastos de corte en Colombia . ICA- PRONATIA, 25-35.
- Aziz, A., Mahmood, M., Asif, & Ali, A. (2015). Wheat- based intercropping: A review. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 896-907.

- Anzola, V., & Montoya, R. (1979). Aspectos generales sobre ensilaje y costos de producción de ensilajes de maíz y avena. Bogota: ICA.
- Cadena, M., Ojeda, I., & Ascanio, C. (1985). Cartilla 12- Manejo del silo. Capacitación campesina , 1-15.
- Cardenas, J., Solorio, F., & Sandoval, C. (2004). Ensilaje de Forrajes: Alternativa Para la Alimentación de Rumiantes en el tropico. Merida: Universidad Autonoma de Yucatan.
- Carrere, M., Araya, & .M., B. (1988). DETERMINACION DEL EFECTO HEMOLITICO Y HEPATOTOXICO DEL ENSILAJE DE RAPS (*B. napus*) / AVENA (*A. sativa*) EN VAQUILLAS GESTANTES. Archivos de medicina veterinaria , 31-37.
- Carulla, J., Leon, J., & Pabon, M. (2008). Balance de nitrógeno y fósforo de vacas lecheras en pastoreo con diferentes ofertas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) suplementadas con ensilaje de avena (*Avena sativa*). revista colombiana de ciencia pecuaria, 30-49.
- Castillo, A., Hernandez, A., & Lopez, L. (2011). El ensilaje: ¿qué es y para qué sirve? REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA, 12-25.
- Cedeño, S., Acosta, J., Rubio, R., & Waugh, K. (1981). Silos y ensilaje. Programa Nacional de Ganado de Leche Instituto Colombiano Agropecuario, Bogotá (Colombia) Bogotá (Colombia), 47-70.
- Cobos, M. (2000). tecnicas de ensilaje y construccion de silos forrajeros . Mexico D.F: Sagarpa.
- Contreras, P., De Los Ríos, B., Montes, M., & Ramos, E. (2013). CONSUMO Y VALOR NUTRITIVO DEL ENSILADO DE *Calamagrostis antoniana* Y *Avena sativa* ASOCIADA EN DIFERENTES PROPORCIONES EN ALPACAS (*Vicugna pacos*). Revista Complutense de Ciencias Veterinarias , 50-58.
- Corpoica. (1988). El cultivo de la avena y su ensilaje. En J. V. Acuña. Chiquinquirá.
- Corpoica. (2006). Nuevas especies forrajeras para mejorar la competitividad de los sistemas de producción de leche de la sabana de Bogota. Bogota.
- Dear, B., kaiser, A., & Piltz, J. (2005). Yield and digestibility of legume and oat forages. profitable & sustainable primary industries.
- Edmundo, J., Insuasty, G., Portilla, J., & Hernandez, A. (2012). Composición nutritiva y aceptabilidad del ensilaje de avena forrajera (*Avena sativa*), enriquecido con arbustivas: acacia (*Acacia decurrens*), chilca (*Braccharis latifolia*) y sauco (*Sambucus nigra*) en ovinos . Revista de veterinaria y zootecnia, 25-35.

- Elizalde, F., & Gallardo, M. (2003). EVALUACIÓN DE ENSILAJE DE AVENA EN LA GANANCIA DE PESO DE VAQUILLAS EN CRECIMIENTO. *agricultura tecnica*, 90-115.
- FAO. (30 de Diciembre de 2013). FAOSTAT. Recuperado el 10 de Julio de 2016, de <http://faostat.fao.org/>
- Figueroa, C., & Pineda, L. (2016). Ensilaje de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* o *Kikuyuocloa clandestina*) fermentado con tres aditivos. *Agronomía Mesoamericana*, 49-60.
- Franco, L., Calero, D., & Avila, P. (2007). ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE FORRAJES. *Centro Internacional de Agricultura Tropical*, 5-12.
- Gamarra, J. (2013). manejo y conservacion de avena forrajera. *agrobanco peru* , 1-24.
- Gamero, C., Herrera, R., Ovalle, J., Bernal, L., & Jimenez, H. (2015). Efecto de bacterias ácido lácticas sobre la fermentación y calidad nutricional del ensilaje de Avena (*Avena sativa*) en Cundinamarca . *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* , 222.
- García, F. (1999). Técnicas de cosecha y de ensilado. *Memorias de la Conferencia Electrónica de la FAO sobre el Ensilaje en los Trópicos*, 25-40.
- Guererro, A., & Edmundo, J. (2012). Composición nutritiva y aceptabilidad del ensilaje de avena forrajera (*Avena sativa*), enriquecido con arbustivas: acacia (*Acacia decurrens*), chilca (*Braccharis latifolia*) y sauco (*Sambucus nigra*) en ovinos. *universidad de caldas*, 25-46.
- Herrera, L. (2014). Costos de Producción en un Sistema de Ensilaje . *Corporación Universitaria Lasallista Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias Zootecnia* .
- Husskonnen, A. (2009). the effect of cereal type and rapessed meal supplementation on the performance of growing and finishing dairy bulls offered grass silage-based diets. *livestock science*.
- INFOAGRO. (diciembre de 31 de 2010). informacion del agro. Recuperado el 10 de Julio de 2016, de <http://www.infoagro.com/>
- Mahouachia, M., Haddadb, C., Kayoulib, A., Théwisc, Y., & Beckersc, Y. (2003). Effects of the nature of nitrogen supplementation on voluntary intake, rumen parameters and ruminal degradation of dry matter in sheep fed oat silage-based diets. *Small Ruminant Research*, 181-187.
- Mannetje, L. (1999). *Memorias de la Conferencia Electrónica de la FAO sobre el Ensilaje en los Trópicos 1 septiembre a 15 diciembre 1999*. FAO.

- Marshall, Cowan, Edwards, Griffiths, Howarth, Langdon, & White. (2013). Oats- a cereal crop for human and livestock feed with industrial applications. Springer Science+Business Media Dordrecht and International Society for Plant Pathology , 13-33.
- Manninen, M., Virkajärvi, L., & Jauhainen, B. (2005). Effect of whole-crop barley and oat silages on the performance of mature suckler cows and their progeny in outdoor winter feeding. *Animal Feed Science and Technology*, 227-242.
- Mohammad, H., Shah, A., & Haroon. (2014). Effect of Conservation Agriculture Practices on Oat Fodder Yield, Water Use Efficiency, and Microbial Biomass C and N in Rainfed Dry Area of North- West Pakistan . *agro science technology*.
- Mojica, J., Castro, E., Leon, J., Cardenas, E., Pabon, M., & Carulla, J. (2009). Efecto de la oferta de pasto kikuyo y ensilaje de avena sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina. *Corpoica*, 81-90.
- Molina, A., Roa, L., Ruiz, S., Serna, J., & Builes, F. (2000). Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *REVISTA LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN*, 62-77.
- Monroy, B., Iglesias, E., & Valiño, C. (2013). Evaluación del bioensilaje de brócoli (*Brassica oleracea*) y Avena (*Avena sativa* L.) como suplemento en vacas lecheras. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 21-30.
- Montero, Vadillo, Ortiz, & Acuna. (1990). Utilización de melaza y suero de leche como aditivos en el ensilaje de avena forrajera (*Avena sativa*). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Mexico, D.F. (Mexico).
- Mühlbach, P. (2000). USO DE ADITIVOS PARA MEJORAR EL ENSILAJE DE LOS FORRAJES TROPICALES. Universidad Federal de Rio Grande del Sur, 157-176.
- Noguer, J., & Valles, A. (2000). El ensilado y sus ventajas. Madrid: ministerio de agricultura de españa.
- Oude, S., Driehuis, F., Gottschal, J., & Spoelstra, S. (1999). Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación. Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos FAO.
- Papapanagiotou, A., Paresidou, M., Kaloumenos, N., & Eleftherohorinos, I. (2015). ACCase mutations in *Avena sterilis* populations and their impact on plant fitness. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 28-48.
- Piguarina, G. (1992). CARACTERÍSTICAS DE ENSILAJES EN ESTABLECIMIENTOS LECHEROS. Instituto nacional de investigación agropecuaria de Uruguay.

- Ponce González, E. (1986). Cambios que ocurren en el ensilaje. La planta de maíz para ensilaje. *Día de campo Instituto Colombiano Agropecuario, Bogotá (Colombia)*, 14-26.
- Powel, D. (s.f.). The role and management of whole-crop forage for organic ruminants. Institute of Organic Training & Advice: PACARes Research Review: The role and management of whole-crop forage for organic ruminants.
- Rosendo, D., Blanco, G., Arreaza, L., & Rey, A. (2005). Evaluación nutricional del ensilaje de *Sambucus peruviana*, *Acacia decurrens* y *Avena sativa*. *corpoca*, 81-85.
- Rubio, R., Johnson, J., Salazar Cruz, J., & González Zuluaga, D. (1967). El ensilaje en la alimentación de ganado lechero en el valle del Sinú. *Pastos y ganados para la Costa Atlántica Instituto Colombiano Agropecuario, Cereté (Colombia)* , 119-120.
- Ruiter, J. (2001). Growth potential of spring forage cereals for silage. *New Zealand Institute for Crop & Food Research Limited*, 99-107.
- Ruiter, J., Hanson, A., Hay, K., Armstrong, W., & Harrison, K. (2002). Whole-crop cereals for grazing and silage: balancing quality and quantity. *Crop & Food Research*, 181-189.
- Salcedo, G. (1998). VALOR NUTRITIVO Y DEGRADABILIDAD RUMINAL DE AVENA SATIVA Y VICIA SATIVA . *Pastos*, 71-81.
- (2005). Costos y beneficios del suministro de Heno y Ensilaje durante la época seca en Honduras y Costa Rica. En D. Schoonhoven, F. Holmann, & P. Argel. *Centro Internacional de Agricultura Tropical*.
- Siebold, E. (2003). BUENOS ENSILAJES FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL ENSILAJE DE PRADERAS. *Santiago: Instituto de investigaciones agropecuarias*.
- Stevens, K., Armstrong, H., Bezar, W., Griffin, J., & Hampton. (2004). FODDER OATS: AN OVERVIEW. *FAO corporate document repository*.
- Sequella, F., & Ormeño, J. (s.f.). La avena como cultivo forrajero . *Secano, Mediterraneo* .
- Torres, D. (2007). EVALUACION DEL CRECIMIENTO, DESARROLLO Y VALOR NUTRITIVO DE TRES CULTIVARES DE AVENA FORRAJERA (*Avena Sativa*) BAJO CONDICIONES DE SABANA DE BOGOTA. *CORPORACION UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS*, 1-28.
- Villa, L. (2008). Estudio microbiológico y calidad nutricional de ensilaje de maíz cosechado en dos ecorregiones de Colombia. *biblioteca digital universidad nacional*, 12-29.
- Villalba, D., Holguin, V., Acuña, J., & Piñeros, R. (2011). calidad bromatologica y organoleptica de ensilajes de residuos organicos del sistema de produccion cafe musaceas. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 1-6.

Wagner, B., Asencio, V., & Caridad, J. (2012). COMO PREPARAR UN BUEN ENSILAJE . Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, 1-16.

Watson, S., & Smith, A. (1963). El ensilaje . Mexico : CECSA.

Xian Jun, Y., Ai You, W., & Tao, S. (2015). The effect of different aditives on the fermentation quality, in vitro digestibility of a total mixed ration siolage. animal feed science and technology, 41-50.

Zapata, O., & Pineda, J. (s.f.). Valor nutritivo del ensilaje de avena . Programa ganado de leche ICA, 41-48.

g