



**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA**

TESIS

**“DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CONCENTRACIÓN
DE ÁCIDO TÁNICO EN ALFALFA (*Medicago sativa*) EN DIFERENTES
EJEMPLARES DE CORTE EN LA REGIÓN JUNÍN”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO

ROSSANA ELIZABETH VARGAS VARGAS

BACHILLER EN MEDICINA VETERINARIA

LIMA – PERÚ

2018

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme siempre la fuerza necesaria para superar cada obstáculo en mi camino.

A mis padres.

Por el gran apoyo incondicional dándome todo su amor además del esfuerzo y sacrificio que realizaron para que pueda concluir mi carrera.

A mis amistades.

Que conocí a lo largo de toda esta etapa las cuales me brindaron un gran apoyo, paciencia y comprensión.

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiar mi camino dándome fortaleza.

A mis padres por su apoyo y amor incondicional a lo largo de mi vida.

A mi amiga Verónica Pantoja por siempre estar a mi lado apoyándome a lo largo de esta etapa y en especial en esta investigación.

A mi director de tesis el M.V. Carlos A. Estupiñan Morales por el tiempo que dedico a mi investigación guiándome en todo momento y al M.V. Oscar Vera Colona por sus consejos y dedicación para ser posible esta investigación.

RESUMEN

La presente tesis tuvo la finalidad de determinar la composición química y concentración de ácido tánico en alfalfa (*Medicago sativa*) en diferentes edades de corte en la región Junín. Consistió en recolectar 50 muestras de alfalfa (*Medicago sativa*) variedad SW8210 y WL625hq de 3, 6, 9, 12 y 15 semanas de edad en el mes de febrero del 2017; dichas muestras tuvieron como procedencia los campos experimentales de la Estación IVITA El Mantaro de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, luego de la recolección dichas fueron procesadas en el laboratorio de Bioquímica, Nutrición y Alimentación (LBNAA) de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Mayor de San Marcos (Lima, Perú), en el cual se realizó el análisis químico de proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), cenizas totales (CZ), fibra cruda (FC), extracto libre de nitrógeno (ELN) y fibra detergente neutro (FDN), adicionalmente se determinó el porcentaje de ácido tánico en las muestras estudiadas para las 2 variedades para ello se enviaron al al Management of Quality Assurance and Services Laboratories en EEUU. Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente mediante promedio, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, coeficiente de correlación (R), coeficiente de determinación (R^2) y graficas de dispersión. Se logró determinar la composición química y concentración de ácido tánico en alfalfa (*Medicago sativa*) en diferentes edades de corte en la región Junín. Se concluye significativos coeficientes de determinación para los componentes PC, CZ, FC, ELN, FDN y ácido tánico siendo los de mayor valor para la variedad SW8210 PC = 96.8% y CZ=94.2%, a su vez el menor valor R^2 fue para EE=76.5%. Con respecto a la variedad WL625hq los R^2 de mayor valor fueron PC=94.5% y ELN=94.8%, mientras que el menor valor fue para EE=75.53%

PALABRAS CLAVE: Ácido Tánico, alfalfa, composición química, SW8210, WL625hq, metabolitos.

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to determine the chemical composition and concentration of tannic acid in alfalfa (*Medicago sativa*) at different cutting ages in the Junín Region. It consisted of collecting 50 samples of alfalfa (*Medicago sativa*) variety SW8210 and WL625hq of 3, 6, 9, 12 and 15 weeks of age in the month of February 2017; These samples were taken from the experimental fields of the IVITA El Mantaro Station of the Faculty of Veterinary Medicine of the National University of San Marcos, after the collection they were processed in the laboratory of Biochemistry, Nutrition and Food (LBNAA) of the Faculty of Veterinary Medicine of the Universidad Mayor de San Marcos (Lima, Peru), in which the chemical analysis of crude protein (CP), extract ethereal (EE), total ash (CZ), crude fiber (CF), nitrogen-free extract (ELN) and neutral detergent fiber (NDF) additionally the percentage of tannic acid was determined in the samples studied for the 2 varieties for this were sent to the Management of Quality Assurance and Services Laboratories in the USA. The results obtained were analyzed statistically by mean, average, standard deviation, variance, coefficient of variation, correlation coefficient (R), coefficient of determination (R²) and scatter plots. It was possible to determine the chemical composition and concentration of tannic acid in alfalfa (*Medicago sativa*) at different cutting ages in the Junín Region. We conclude significant coefficients of determination for the components PC, CZ, FC, ELN, NDF and tannic acid being the highest value for the variety SW8210 PC = 96.8% and CZ = 94.2%, in turn the lowest value R² was for EE = 76.5%. With respect to the variety WL625hq the R² of higher value were PC = 94.5% and ELN = 94.8%, while the lowest value was for EE = 75.53%

KEYWORDS: Tannic acid, alfalfa, chemical composition, SW8210, WL625hq, metabolites.

ÍNDICE

Contenido	Página
Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
I. Introducción.....	1
II. Marco teórico.....	3
III. Materiales y métodos.....	17
IV. Resultados	22
V. Discusión.....	31
VI. Conclusiones.....	36
VII. Recomendaciones.....	37
VIII. Referencias bibliográficas.....	38
Anexos.....	44

I. INTRODUCCIÓN

La mejora en el manejo de pasturas como una mejor formulación de raciones alimenticias para la producción en el sector pecuario en nuestro país es de mucha importancia para el crecimiento de este sector. Para esto debemos tener en cuenta el valor nutritivo de los pastos lo cual puede variar con la edad o según especie. Sin embargo algunas plantas pueden poseer concentraciones de compuestos que juegan un rol en la protección de la planta contra bacterias, insectos y animales herbívoros. A estos compuestos se les llama metabolitos secundarios y entre estos se encuentran, los taninos (1).

Estas sustancias pueden afectar el rendimiento del animal; ya que en elevadas cantidades puede disminuir la utilización de nutrientes; afectando así el uso de las proteínas, también tiene un efecto en la digestibilidad del forraje ocasionando un funcionamiento inadecuado del rumen. Sin embargo, en pequeñas cantidades contribuiría a la alimentación y nutrición animal.

Uno de los forrajes que reúne características óptimas para la nutrición animal por sus cualidades altamente nutritivas además de ser un forraje perenne y que puede adaptarse a diversas condiciones climáticas de nuestro territorio nacional es la alfalfa (*Medicago sativa*).

Es una leguminosa muy apetecida por el ganado vacuno, fuente de proteínas, fibra, vitaminas y minerales. Además de la importante reducción energética que se supone la fijación simbiótica del nitrógeno para el propio cultivo y para los siguientes en las rotaciones de las que forma parte (2).

Por lo tanto el objetivo del estudio fue determinar la composición química y concentración de ácido tánico en alfalfa (*Medicago sativa*) en diferentes edades de corte en la región Junín; con lo cual se busca conocer la relación entre cada componente y la edad y además de obtener información actualizada, detallada y nueva de una de las leguminosas más usadas en la dieta de rumiantes con la consecuente mejora de formulación de raciones y así contribuir con la nutrición del sector pecuario.

II. MARCO TEÓRICO

2.1.1. ALFALFA

2.1.1.1. Generalidades

La alfalfa (*Medicago sativa*) constituye uno de los recursos forrajeros más importantes del país debido a su excelente calidad forrajera y a su gran adaptabilidad a distintas condiciones ambientales (3).

La alfalfa es una planta forrajera con alto contenido proteico, carbohidratos, minerales y vitaminas, muy apetecida por el ganado no es tóxica, de alto rendimiento y larga vida (10 años). La alfalfa contribuye como cultivo de cobertura y perenne reduciendo los problemas de erosión del suelo (4).

La alfalfa (*Medicago sativa*), es originaria de las altiplanicies del Irán y regiones cercanas. Es nativa de una zona templada de clima continental árido, con inviernos fríos y veranos cálidos y secos, baja humedad, alta luminosidad, noches frías, suelos alcalinos ricos en bases y capa freática profunda. Es una especie adaptada a la sequía del verano, con una profunda raíz pivotante. Introducida en Europa por Griegos y Romanos, fue reintroducida por los Moros en España, de donde pasó a Europa y de ésta a otros continentes llevada por los colonizadores (5).

El cultivo de alfalfa fue inicialmente introducido en América por los conquistadores españoles y portugueses; al encontrarse con condiciones ideales en México y Perú, la planta de alfalfa prosperó y se extendió a Chile, Argentina, y finalmente a Uruguay por el año de 1775 (6).

2.1.1.2. Descripción de Alfalfa (*Medicago sativa*)

En el valle del Mantaro y en la Sierra, en la época de lluvias, crece de 0.45 a 1.50 m de altura. No así, en la época seca con riego pues no crecen, o solo lo hacen a 0.10 m de altura, en dos meses. Tienen, generalmente, tallos erectos, posee hojas alternas trifoliadas. De las variedades que prosperan en el valle, la flor es de un color morado a rosado. El fruto es una legumbre en espiral, con espiras laterales (5).

Flores de color azul o púrpura con pétalos de hasta 1 cm, agrupadas en racimos de unos 4 cm de longitud sobre peciolo de inferior longitud al tubo del cáliz. Raíz principal muy larga de unos 2 a 4 m (7).

Fruto en legumbre de 4 a 7 mm de diámetro, sin espinas, en forma de espiral con una vuelta y media hasta tres vueltas y media (7).

2.1.1.3. Variedades

Existen diversas variedades adaptadas a las condiciones de nuestros valles interandinos, así como en la costa; para esta investigación tenemos en cuenta dos variedades WL625hq y la SW8210.

2.1.1.4. Adaptación y clima

El cultivo se cultiva bajo una amplia gama de climas donde la temperatura promedio diaria durante el período de crecimiento es superior a 5 ° C. La temperatura óptima para el crecimiento es de aproximadamente 25 ° C y el crecimiento disminuye bruscamente cuando las temperaturas son superiores a 30 ° C e inferiores a 10 ° C. En climas cálidos, la producción es más alta en condiciones secas en comparación con las húmedas.

La alfalfa se puede utilizar como un cultivo de ruptura importante en la rotación y la mayoría de los cultivos pueden seguir a la alfalfa con la excepción de ciertos cultivos de raíces como la remolacha azucarera, debido a la gran cantidad de residuos de raíces que quedan en el suelo (8).

La alfalfa es muy susceptible a excesos de humedad, siendo el efecto inicial atribuido a la disminución de oxígeno en la zona radicular, resultando en la formación de sustancias tóxicas que producen necrosis del xilema radicular, amarillamiento y pérdida de hojas (9).

Los síntomas aparecen con mayor severidad a medida que aumenta la temperatura en la zona de las raíces (10).

El exceso de humedad produce pérdida de población de la alfalfa, aumenta la presencia de gramíneas y malezas, con la consecuente disminución en la producción y calidad del forraje (11).

Los suelos ácidos presentan diversos problemas para el crecimiento del cultivo de la alfalfa, pudiendo mencionarse como los más importantes: a) efectos sobre la nutrición fosfatada de las plantas, b) toxicidad de aluminio y/o manganeso, c) deficiencia de algunos minerales como magnesio (Mg), potasio (K) y molibdeno (Mo), d) inhibición del proceso de fijación biológica de nitrógeno (N), y e) restricciones y deformaciones en el crecimiento radicular (12).

Los suelos arenosos y con bajo contenido de materia orgánica son los suelos que presentan la menor capacidad para amortiguar los procesos de acidificación (13).

Es conveniente saber que la alfalfa está catalogada como un cultivo adaptado a suelos con pH alcalino y moderadamente tolerante a la salinidad. Se desarrolla y produce mejor en suelos profundos, de textura media, bien drenados, con un nivel de salinidad menor a 2 dS/m y con menos de 15 por ciento de sodio intercambiable (14).

2.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA

La composición química de la alfalfa se muestra en el Anexo 1 (15).

2.2.1. Método para determinar la composición química

El método para determinar la composición química de los forrajes se basa en el sistema proximal de los alimentos que se diseñó a mediados del siglo XIX en la estación experimental de Weende, Alemania. Se creó para obtener una clasificación muy amplia y con un nivel máximo de los componentes de alimentos. El sistema consiste en la determinación analítica del agua (humedad), cenizas, grasa bruta (extracción con éter), proteína bruta y fibra bruta. El extracto libre de nitrógeno (ELN) representa más o menos los azúcares y almidones, se calcula por diferencia en lugar de medirlo mediante análisis (Greenfield y Southgate, 2003) (16).

Análisis químico proximal o de Weende. Es un procedimiento analítico, empleado para evaluar con relativa rapidez y seguridad un alimento. Este análisis separa y determina, mediante operaciones de laboratorio estandarizados, los siguientes componentes de un alimento: materia seca, cenizas, proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo (17).

2.2.2.1. Materia seca (MS)

La materia seca mide el contenido de agua del producto, es importante esta determinación por cuanto a mayor proporción de agua, menor es la proporción

de nutrientes. Por otra parte, se acepta que niveles de humedad superiores al 14% ocasionan problemas debido al crecimiento de hongos y a la posibilidad de combustión espontánea (17).

La determinación del contenido en MS de una muestra consiste en provocar la evaporación del agua presente en la misma, con lo que podemos conocer el contenido en MS por simple gravimetría. Tenemos básicamente dos vías distintas para realizar esta determinación. La primera es la que podemos realizar sólo a nivel de laboratorio y consiste en someter la muestra a un secado en estufa de ventilación forzada a 100 °C durante 24 horas, a 105 °C durante 16 horas o a 135 °C durante 2 horas (18).

2.2.2.2. Cenizas (CZ)

El contenido de cenizas refleja el contenido de minerales, su determinación es importante en insumos tales como harinas de pescado, de carne, de aves, de langostinos, por cuanto estima la proporción de alimentos poco aprovechables (huesos, escamas, espinas) incorporados en el alimento (17).

La determinación del contenido en cenizas consiste en la oxidación de toda la materia orgánica contenida en la muestra, sometiendo a ésta a una combustión en un horno a 600 °C durante 2 horas, hasta conseguir una ceniza blanquecina (18).

2.2.2.3. Proteína cruda (PC)

La proteína total o cruda estima el contenido proteico de la muestra mediante la determinación del nitrógeno total ya que se sabe que el nitrógeno constituye en forma aproximada el 16% del peso total de la molécula proteica; al multiplicar el contenido de N por 6,25 se obtiene el % de proteína total (17).

Por su costo es este el nutriente más importante en la dieta en una operación comercial; su adecuada evaluación permite controlar la calidad de los insumos proteicos que están siendo adquiridos o del alimento que se está suministrando (18).

El método Kjeldahl es el método estándar de determinación del contenido en nitrógeno desde finales del siglo XIX. El método consiste básicamente en tres grandes pasos: (18)

- 1) Digestión de la muestra en ácido sulfúrico con un catalizador, hasta convertir todo el nitrógeno a la forma amoniacal.
- 2) Destilación del sulfato amónico en una solución atrapadora.
- 3) Cuantificación del amoníaco por valoración con una solución estándar.

El análisis de PC no diferencia una forma de nitrógeno de otra, por lo que no es posible determinar si una mezcla de alimento contiene urea o proteína de la más alta calidad. Además, este procedimiento no convierte el nitrógeno que se halla en forma de nitratos en sales de amonio, de modo que el nitrógeno que se halla en este estado queda excluido. Los componentes nitrogenados más importantes del forraje son las proteínas y aunque el contenido en proteína total disminuye con la madurez, las proporciones relativas de aminoácidos no se alteran mucho (19).

2.2.2.4. Fibra cruda (FC)

La fibra cruda representa a los carbohidratos estructurales de la célula vegetal (celulosa, hemicelulosa, lignina), siendo la fracción menos digestible (17).

2.2.2.5. Extracto etéreo (EE)

Este procedimiento requiere que las muestras molidas se sometan a extracción con éter dietílico por un periodo de 4 horas o más (18).

La extracción con éter dietílico disuelve grasas, aceites, pigmentos y otras sustancias liposolubles (18).

El extracto etéreo estima el contenido de lípidos o grasas extraídos mediante éter. El contenido de grasa se relaciona directamente con el nivel energético de un alimento, pero su exceso implica pérdidas del valor nutritivo por enranciamiento, oxidación de vitaminas y formación de productos tóxicos (17).

2.2.2.6. Extracto libre de nitrógeno (ELN)

Los carbohidratos son determinados indirectamente por diferencia y viene a ser casi una mezcla de todos los almidones y azúcares de la muestra más algo de hemicelulosa y lignina. El ELN es determinado como la diferencia entre el peso original de la muestra seca y la suma de extracto etéreo, proteína total, fibra cruda y cenizas determinadas en el análisis proximal (19).

Cálculo

Extracto Libre de Nitrógeno (%) = $100 - (A + B + C + D + E)$

Donde:

A = Contenido de humedad (%)

B = Contenido de proteína cruda (%)

C = Contenido de lípidos crudos (%)

D = Contenido de fibra cruda (%)

E = Contenido de ceniza (%)

2.2.1.7. Fibra de detergente Neutro (FDN)

Van Soest y colaboradores (1991) indica que la fibra detergente neutro contiene los principales componentes de la pared celular como son celulosa, hemicelulosa y lignina. Sin embargo, puede también contener componentes secundarios de la pared celular tales como fracciones de proteína, nitrógeno, minerales y cutina. La fibra detergente neutro es solo parcialmente digestible por algunas especies, pero puede ser usada por los rumiantes, quienes dependen de la digestión microbial para la utilización de los componentes más fibrosos de las plantas. Para la determinación de la fibra detergente neutro, las muestras se hierven por

1 hora en una solución que contiene lauril sulfato de sodio. Este detergente extrae lípidos, azúcares, ácidos orgánicos y otros materiales solubles en agua tales como pectinas, nitrógeno no proteico, proteína soluble y fracciones de silica y taninos. El material no soluble corresponde a la fibra detergente neutro (20).

2.3. TANINOS

2.3.1. Generalidades

La palabra tanino refleja tradicionalmente, las primeras descripciones son del siglo XVIII, cuando los químicos comenzaron a caracterizar los extractos de plantas utilizados para curtir pieles. Los extractos de diferentes partes de la planta y especies fueron usados en la transformación de pieles animales en cuero, este procedimiento fue llamado curtido y los compuestos usados fueron taninos (21).

2.3.2. Definición

Son sustancias no bien definidas químicamente, pertenecen al grupo de los compuestos fenólicos y se han agrupado debido a que presentan algunas características comunes, su peso molecular oscila entre 500 y 2000 daltons (22).

Son polímeros polifenólicos producidos en las plantas como compuestos secundarios y que tienen la capacidad de formar complejos con proteínas, polisacáridos, ácidos nucleicos, esteroides y saponinas desempeñando en las plantas una acción defensiva ante los insectos (23).

La formación y la función de los taninos en las plantas son variable y no se conoce totalmente. La formación del tanino en el vegetal está ligada a la función clorofiliana: fenómenos de fotosíntesis dependientes de la luz solar, la clorofila y el CO₂. Se ha constatado en efecto que, en general, las partes del vegetal expuestas al sol son las más ricas en tanino (23).

En animales alimentados a voluntad con forrajes taniníferas, el consumo excesivo de tanino (> 50 g / kg de MS), provoca una reducción en el consumo voluntario debido a la astringencia de la dieta, los perjuicios sobre la actividad microbiana y eficiencia digestiva ruminal (24).

El consumo de forrajes taniníferos a su vez es afectado diferentemente entre las especies caprina y ovina. La especie caprina es conocida por su mejor adaptación, lo que está relacionado con mecanismos de secreción de proteínas salivares ricas en prolina (PRP) capaces de conectarse al tanino, evitando con ello la complejidad con la proteína dietética (25).

2.3.3. Clasificación:

Se distinguen dos grupos de taninos: condensados e hidrolizables (26).

2.3.3.1 Taninos condensados

Los taninos condensados son polímeros de flavan-3,4-dioles. Los taninos condensados presentes en leguminosas tropicales se encuentran en tres formas principales: (a) extractables (reactivos con proteína), (b) ligados a proteína, y (c) ligados a fibra. Existen leguminosas donde todos los taninos son extractables (e.g. Acacia boliviana) y en otras donde todos son ligados (e.g. *Gliricidia sepium*). Por otra parte, se ha demostrado que el secado de una muestra puede afectar la distribución de taninos en el tejido de una planta (27).

2.3.3.2. Taninos hidrolizados

Tal como su nombre lo indica son hidrolizables químicamente (28).

Los taninos hidrolizables son ésteres, habitualmente formados por una molécula de azúcar (en general glucosa), unidos a un número variable de moléculas de ácidos fenólicos (ácido gálico o su dímero, el ácido elágico) (29).

Los taninos hidrolizables son esteres oligoméricos en los que la unidad estructural básica es un poliol, normalmente D-glucosa, cuyos grupos hidroxilos están esterificados por ácidos polifenolcarboxílicos, tales como el ácido gálico(1), el ácido hexahidroxiidifénico(2) y/o sus análogos. A su vez estos ácidos pueden unirse oxidativamente, mediante uniones C-C y/o C-O, a otras unidades galilo produciéndose una amplia variedad de estructuras monoméricas y oligoméricas (30).

2.3.3.2.1. Ácido tánico

El Ácido tánico también conocido como ácido galotánico, ácido digálico, galotaninos entre otros. Es un polímero de moléculas de ácido gálico y glucosa. Su fórmula general es $C_{76}H_{52}O_{46}$ (31).

Los galotaninos son considerados como las formas más simples de los taninos hidrolizados. Son ésteres del ácido gálico y del ácido digálico unidos entre sí por enlaces ésteres entre el carboxilo ($-COOH$) de uno de ellos y el $-OH$ del otro y a su vez unidos a hexosas como la glucosa mediante un enlace anomérico beta, pues la forma alfa no es común en la naturaleza, aunque a nivel laboratorio se pueden producir a conveniencia y bajo reacciones controladas, isómeros alfa (32).

2.4. Propiedades de los taninos

2.4.1. Unión con la proteína

Los taninos son interesantes en alimentación de rumiantes porque reaccionan con las proteínas creando una unión. La formación de complejos tanino-proteína tiene lugar en el rumen a un pH de 5,5-7,2, lo que convierte a las proteínas en indigestibles para la población ruminal, que sólo llegan a ser solubles en el pH del abomaso ($<3,5$) y del intestino delgado, por lo que se liberan para la digestión y absorción por parte del animal. (33)

2.4.2. Factor antibacteriano

Son capaces de inhibir el crecimiento microbiano. Las bacterias Gram (+) son más sensibles que las Gram (-), ya que la escasez de proteína en la pared celular hace que los taninos se ligen al plasmalema celular originando un daño más grave. (33)

2.4.3. Limitadores de consumo

El efecto limitante del consumo sería interesante en terneros de cebo, ya que ayudaría a llegar a un consumo lineal evitando “atracones”. También podría ser interesante en situaciones en las que los terneros ya están cebados, pero por distintas causas no se pueden llevar a matadero. En esta etapa el índice de conversión es muy alto y por eso nos interesaría bajar el consumo de pienso. (33)

2.5. Importancia de taninos en rumiantes

El aspecto cuantitativo de la fijación y colonización de bacterias del rumen a varios forrajes, tanto de leguminosas como de árboles está en relación con los constituyentes de su pared celular, entre los que se pueden identificar factores que afecten la digestibilidad del forraje por efecto directo sobre la flora microbiana. Los taninos en los forrajes de las plantas pueden inhibir el crecimiento de los microorganismos del rumen, la digestión de forrajes y la producción de metano, este efecto inhibitorio puede estar relacionado con la fijación de microorganismos celulolíticos (34).

Los taninos en mayores cantidades provocan gastroenteritis, glomerulonefritis, edema en el aparato digestivo con mucosas congestionadas y hemorrágicas, aumento del tamaño de los riñones, presencia de sangre hemolítica y edema en pulmón, disminución de las proteínas, aumento del nitrógeno uréico, creatinina, potasio y fósforo (35).

2.6. Antecedentes

Timana (2015) en el estudio realizado en la estación experimental de Santa Catalina en Charqui-Ecuador hace mención al análisis proximal de la Alfalfa de la variedad SWL-8210 teniendo esta como porcentaje para proteína 25.17 %, para cenizas 9.87% y fibra cruda 25.19% (6).

Laforé (1999), realizó su investigación en el Valle del Mantaro, en las provincias de Concepción y parte de Jauja. Estas provincias se hallan en el área de influencia de la Estación Ex-perimental IVITA -El Mantaro, en la margen izquierdo; se realizó la estimación de la composición química tomando muestras de forrajes tales como: alfalfa, avena, trébol rojo, trébol blanco, rye grass inglés, rye grass italiano entre otros; teniendo como resultado para la alfalfa 22.7% en proteína cruda % y 40.41% para fibra de detergente neutro (15).

Anrique (2014) en la publicación realizada en Remehue-Chile nos reporta en la composición química de la alfalfa los siguientes promedios obtenido en el caso de proteína cruda 19.09%, en cenizas de 8.32%, en tanto fibra cruda fue de 22,44% y fibra de detergente neutro 34.23% (36)

Quintana y colaboradores (2013) en su investigación realizada en la Estación Experimental del Centro de Investigaciones IVITA, El Mantaro, provincia de Jauja, departamento de Junín, a una altitud de 3320 msnm y con una precipitación anual promedio de 750 mm. Realizo el análisis proximal de la alfalfa y obtuvo los siguientes resultados; para proteína cruda 22.36%, extracto etéreo 1.72%, cenizas 8.72%, fibra cruda 22.49%, extracto libre de nitrógeno 47.7% (37).

Vélez M y Torres J (2010) en Arequipa-Perú evaluaron la composición química de la alfalfa en diferentes estadios de floración y obtuvieron como promedio para proteína cruda 22.7%, en extracto etéreo 1.5%, para ceniza 11.5 %, y en fibra de detergente neutro se obtuvo 33.77% (38).

Jave (2014) en su investigación determinó el aporte de fibra de detergente neutro de dos forrajes: alfalfa (*Medicago sativa*) y la asociación Rye grass más trébol (*Lolium multiflorum* más *Trifolium repens*) en la alimentación del cuy durante la

etapa de crecimiento y engorde; para dicha investigación remitió al laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca muestras de alfalfa con el fin de determinar del aporte nutricional de este forraje el cual dio como resultado para fibra de detergente neutro 40.28%, extracto etéreo 2.90 % , ceniza 8.93% y fibra cruda 21.84% (39).

Torrez (2010) en Quipaquipani, la Paz-Bolivia, determinó en su investigación la composición química de la alfalfa (*Medicago sativa*) obteniendo los siguientes resultados de 8.5% para ceniza y 41.55% para extracto libre de nitrógeno (40).

Con esta investigación se busca obtener información actualizada, detallada y nueva de la composición química, incluyendo así un componente que no se ha evaluado anteriormente tal como es el ácido tánico de gran importancia en nutrición animal debido a sus efecto beneficiosos, antinutricionales hasta tóxicos de una de las leguminosas(alfalfa) más usadas en la ración de animales de producción en una de los departamentos en donde este forraje es la principal fuente de alimentación de la ganadería explotada en ese lugar.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Espacio y tiempo

Las muestras de la investigación fueron recolectadas de la estación IVITA El Mantaro de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos durante el mes de febrero del 2017.

La determinación de la composición química se realizó en el Laboratorio de Bioquímica, Nutrición y Alimentación Animal (LBNAA) de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Lima, Perú) en cuanto al análisis de concentración de ácido tánico fue realizado por Management of Quality Assurance and Services Laboratories S.A.C (EE.UU), durante los meses de Agosto- Noviembre del 2017.

3.2. Población y muestra

En la presente investigación se escogieron 50 muestras las cuales fueron recolectadas dentro de un área de 200 m² procedentes de la Estación IVITA El Mantaro de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, elegidas mediante muestreo aleatorio estratificado de 3, 6, 9, 12 y 15 semanas y de dos tipos de variedades las cuales son la SW8210 y la WL625hq.

3.3. Diseño de la investigación

El presente estudio es de tipo descriptivo y de tipo transversal puesto que no hay manipulación intencional de las variables además de no haber grupo control; la investigación se realiza en un momento establecido del tiempo

analizando los hechos y fenómenos de la realidad después de su ocurrencia. Para la recolección se utilizó un muestreo aleatorio estratificado (41).

3.4. Equipos y procedimiento:

3.4.1. Materiales

3.4.1.1. Materiales Biológicos:

- Alfalfa variedad SW8210 (3,6,9,12 y 15 semanas de edad)
- Alfalfa variedad WL 625hq (3,6,9,12 y 15 semanas de edad)

3.4.1.2. Materiales de campo

- Cámara fotográfica
- Mandil de Médico veterinario
- Botas
- Cúter
- Bolsas ziploc

3.4.1.3. Materiales de Laboratorio

- Vaso de 600ml de capacidad
- Filtro de tela
- Frasco de lavador
- Tubos para digestión
- Pyrex
- Portadedales de vidrio
- Tubos recolectores de éter
- Matraces Erlenmeyer de 250 ml
- Bureta de Lectura Digital

- Crisoles de porcelana
- Balanza de Precisión
- Crucible para ceniza
- Desecador
- Aspiradora o bomba al vacío
- Dedales celulósicos de extracción forrados con papel whatman
- Vasos de extracción Goldsfich
- Aparato extractor tipo “Goldsfich”
- Mufla de incineración
- Estufa Schutzart DIN EN 60529 – IP 20
- Desecador
- Aparato para a digestión que consiste de calentadores individuales controlados y condensadores de agua
- Sistema de digestión colocado en campana extractora de gases
- Sistema de Destilación Automático

3.4.1.4. Materiales de escritorio

- Laptop
- Lapiceros
- Lápiz
- Corrector
- Regla
- Cuaderno

3.4.1.5. Servicios

- Internet
- Transporte
- Impresión

3.4.1.6. Capital humano:

- Doctor encargado
- Asesor
- Investigador

3.4.2. Procedimiento

3.4.2.1. Lugar de recolección

Las muestras de la investigación fueron recolectadas de la estación IVITA El Mantaro de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos durante el mes de febrero del 2017.

3.4.2.2. Toma de muestra

Para la investigación las muestras fueron escogidas por “probabilística por conveniencia” mediante un muestreo aleatorio estratificado en las cuales la edad característica fue de 3, 6, 9, 12 y 15 semanas de edad para el corte para las variedades de SW8210 y la WL625hq que estén en buen estado. El corte se realizó con cúter y a unos 10 centímetros del suelo. (28)

3.4.2.3. Envasado

Una vez obtenidas las muestras estas fueron acomodadas en bolsas de papel kraft hasta arribar a Lima.

3.4.2.4. Deshidratación

El mismo día del arribo las muestras fueron llevadas a una estufa Schutzart DIN EN 60529 – IP 20 convencional a 60°C durante 48 horas.

3.4.2.5. Molienda

Para la molienda fueron llevadas al LBNAA en un molino Thomas WileyTM para luego ser pasadas por una malla de 1mm.

3.4.2.6. Almacenado

Al término las muestras obtenidas fueron puestas en bolsas de plástico tipo ziploc, para luego realizar el análisis químico proximal y para la determinación de la concentración de ácido tánico.

3.4.2.6.1. Composición química (Análisis proximal) – Concentración de ácido tánico

El análisis químico proximal se realizó en el LBNAА según el protocolo de AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (1990) para las variables nutricionales de proteína cruda (AOAC 976.05), extracto etéreo (AOAC 920.39), fibra cruda (AOAC 978.10) y cenizas totales (AOAC). En el caso de FDN se utilizó el protocolo de Van Soest y colaboradores (1991). Los análisis se realizaron por duplicado y se reportaron como porcentaje en base seca (18).

Para la determinación de Acido tánico el Management of Quality Assurance and Services Laboratories S.A.C (EE.UU) utilizó: (ISO 9648:1988 Sorghum-Determinación of tannin Content) (42).

3.5. Diseño estadístico

En la presente investigación se utilizó como métodos estadísticos el diseño de muestreo aleatorio estratificado para la toma de muestra mientras que para el análisis químico se usaron el promedio, desviación estándar y varianza además de coeficiente de variación, coeficiente de correlación (R), coeficiente de determinación (R^2) esto con el objetivo de describir y establecer si existe una relación entre cada uno de los componentes evaluados y la edad. Adicionalmente se representó mediante graficas estadísticas donde se empleó el programa Minitab18. (43)

IV. RESULTADOS

Tabla 1. Determinación de la composición química y concentración de ácido tánico en alfalfa (*Medicago sativa*) variedad SW8210 en diferentes edades de corte.

Edad (semanas)	Proteína cruda (%)	Extracto etéreo (%)	Ceniza (%)	Fibra cruda (%)	ELN (%)	FDN (%)	Acido tánico (%)
Promedio semana 3	24.996a	1.858a	12.028a	11.784a	49.334a	33.32a	1.33a
Promedio semana 6	22.424b	1.924a	11.11b	13.502b	51.04ab	33.932a	1.78b
Promedio semana 9	19.692c	2.104ab	10.042c	15.412c	52.75b	35.648b	2.102bc
Promedio semana 12	17.688d	2.332b	9.31d	16.112cd	54.558c	36.812c	2.476c
Promedio semana 15	15.5e	2.69c	8.048e	16.818d	56.944d	37.798d	3.094d

Medias que no comparten una letra en una misma columna son significativamente diferentes, según el método de Tukey $p < 0,05$

En la tabla 1 podemos observar que para proteína cruda y ceniza se observa un mayor porcentaje en la semana 3, para extracto etéreo se mostró un mayor aumento en la semana 15, mientras que para ceniza el mayor porcentaje obtenido fue en la semana 3, por otro lado, en la semana 15 tenemos como mayores resultados en fibra cruda, extracto libre de nitrógeno y fibra de detergente neutro y respecto al ácido tánico se observó un mayor porcentaje en la semana 15.

Se refleja que el porcentaje para los nutrientes proteína cruda y cenizas totales va disminuyendo conforme aumenta la edad de corte. Mientras que el porcentaje de extracto etéreo, fibra cruda, fibra de detergente neutro, extracto libre de nitrógeno y ácido tánico va en aumento acorde a mayor estado de madurez.

Tabla 2. Determinación de la composición química y concentración de ácido tánico en alfalfa (*Medicago sativa*) variedad WL625hp en diferentes edades de corte.

Edad (semanas)	Proteína cruda (%)	Extracto etéreo (%)	Cenizas totales (%)	Fibra cruda (%)	ELN (%)	FDN (%)	Acido tánico (%)
Promedio semana 3	25.072a	1.732a	12.002a	11.33a	49.864a	33.482a	1.134a
Promedio semana 6	21.974b	2.024ab	11.67a	12.746b	51.586b	34.246a	1.716b
Promedio semana 9	18.476c	2.274b	9.896b	15.4c	53.954c	35.788b	2.226c
Promedio semana 12	16.456d	2.314b	8.498c	16.522d	56.21d	36.41b	2.634d
Promedio semana 15	15.206e	2.69c	7.672d	17.114d	57.318d	37.56c	2.9d

Medias que no comparten una letra en una misma columna son significativamente diferentes, según el método de Tukey $p < 0,05$

Se reflejan la tabla 2 que el porcentaje para los nutrientes proteína cruda y cenizas totales va disminuyendo conforme aumenta la edad de corte. Mientras que el porcentaje de extracto etéreo, fibra cruda, fibra de detergente neutro, extracto libre de nitrógeno y ácido tánico va en aumento acorde a mayor estado de madurez.

Se observa que el mayor porcentaje para proteína se fue en la semana 3, en la semana 15 mostro mayor porcentaje de extracto etéreo, el porcentaje de ceniza fue mayor en la semana 3, en semana 15 se obtuvo mayor porcentaje en promedio para fibra cruda, extracto libre de nitrógeno y fibra de detergente neutro, respecto al ácido tánico en la semana 12 se obtuvo un mayor porcentaje.

Tabla 3. Análisis estadístico Composición química (%) y ácido tánico de las muestras de alfalfa (*Medicago sativa*) analizadas de la variedad SW8210.

Componente	Proteína cruda	Extracto etéreo	Cenizas totales	Fibra cruda	ELN	FDN	Acido tánico
Mínimo	15.28	1.56	7.75	11.08	48.57	32.8	1.08
Máximo	25.2	2.88	12.14	16.9	57.19	38.1	3.38
Promedio	20.06	2.1816	10.1076	14.7256	52.925	35.502	2.1564
Desviación estándar	3.48172	0.34203	1.45141	1.92806	2.8463	1.7682	0.642397
Varianza	12.12243	0.116989	2.10659	3.71742	8.101951	3.12654	0.412674
Coefficiente de variación	0.173565	0.156782	0.14359	0.13093	0.053781	0.04980	0.297903

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la tabla 3 muestra el análisis estadístico para los constituyentes proteína cruda, extracto etéreo, cenizas totales, fibra cruda, fibra de detergente neutro, extracto libre de nitrógeno y ácido tánico.

La tabla 3 muestra también que el menor porcentaje de proteína cruda obtenido fue de 15.28% siendo el valor máximo de 25.2 %. En promedio se obtuvo 20.06% con una desviación estándar de 3.48172% y un coeficiente de variación de 0.173565%. Teniendo como varianza un valor de 12.12243%.

Para extracto etéreo el valor máximo fue 2.88 % y mínimo de 1.56% dando un promedio de 2.1816 %, una desviación estándar de 0.34203% y un coeficiente de variación de 0.156782%. Obteniendo como varianza el valor de 0.116989 %.

En cenizas totales se muestra el valor máximo fue 12.14 % y mínimo de 7.75 % el cual da un promedio de 10.1076 %, una desviación estándar de 1.45141% y, como coeficiente de variación de 0.14359% y de varianza 2.10659%.

Respecto a fibra cruda tendemos como menor porcentaje un 11.08% mientras que el máximo valor obtenido fue 16.9% dando así un promedio de 14.7256 % y una desviación estándar de 1.92806%; como coeficiente de variación de 0.13093% y por varianza se obtuvo un valor de 3.71742%

Para el componente de extracto libre de nitrógeno tenemos que el menor obtenido fue de 48.57% siendo el valor máximo de 57.19 %. En promedio se obtuvo 52.925% con una desviación estándar de 2.8463% y un coeficiente de variación de 0.053781%. Teniendo como varianza 8.101951 %.

Para fibra de detergente neutro el valor máximo fue 38.1% y mínimo de 32.8% dando un promedio de 35.502%, una desviación estándar de 1.7682% y un coeficiente de variación de 0.156782%. Obteniendo como varianza el valor de 0.04980%.

El menor porcentaje de ácido tánico obtenido fue de 1.08% siendo el valor máximo de 3.38%. En promedio se obtuvo 2.1564 % con una desviación estándar de 0.642397 % y un coeficiente de variación de 0.297903%. Teniendo como varianza un valor de 0.412674%.

Tabla 4. Análisis estadístico Composición química (%) y ácido tánico de las muestras de alfalfa (*Medicago sativa*) analizadas de la variedad WL625hq.

Componente	Proteína cruda	Extracto etéreo	Cenizas totales	Fibra cruda	ELN	FDN	Acido tánico
Mínimo	14.8	1.44	7.55	10.98	49	33.05	1
Máximo	25.29	2.88	12.2	17.83	57.95	38.1	3.22
Promedio	19.436	2.2068	9.9476	14.6224	53.7864	35.4972	2.122
Desviación estándar	3.74862	0.35984	1.77265	2.33040	2.94185	1.55252	0.6736
Varianza	14.05216	0.12948	3.14229	5.43079	8.65449	2.41033	0.45377
Coefficiente de variación	0.19286	0.16306	0.17819	0.15937	0.05469	0.04377	0.3174

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la tabla 4 muestra el análisis estadístico para los constituyentes proteína cruda, extracto etéreo, cenizas totales, fibra cruda, fibra de detergente neutro, extracto libre de nitrógeno y ácido tánico.

La tabla 4 muestra que el menor porcentaje de proteína cruda obtenido fue de 14.8% siendo el valor máximo de 25.29%. En promedio se obtuvo 19.436% con una desviación estándar de 3.74862% y un coeficiente de variación de 0.19286%. Teniendo como varianza un valor de 14.05216%.

Para extracto etéreo el valor máximo fue 2.88 % y mínimo de 1.44% dando un promedio de 2.2068%, una desviación estándar de 0.35984% y un coeficiente de variación de 0.16306%. Obteniendo como varianza el valor de 0.12948%.

En cenizas totales se muestra el valor máximo fue 12.2% y mínimo de 7.55% el cual da un promedio de 9.9476%, una desviación estándar de 1.77265% y, como coeficiente de variación de 0.17819% y de varianza 3.14229 %.

Respecto a fibra cruda tendemos como menor porcentaje un 10.98% mientras que el máximo valor obtenido fue 17.83% dando así un promedio de 14.6224% y una desviación estándar de 2.33040%; como coeficiente de variación de 0.15937% y por varianza se obtuvo un valor de 5.43079%

Para el componente de extracto libre de nitrógeno tenemos que el menor obtenido fue de 49 % siendo el valor máximo de 57.95 %. En promedio se obtuvo 53.7864 % con una desviación estándar de 2.94185 % y un coeficiente de variación de 0.05469%. Teniendo como varianza 8.65449 %.

Para fibra de detergente neutro el valor máximo fue 38.1% y mínimo de 33.05 % dando un promedio de 35.4972 %, una desviación estándar de 1.55252 % y un coeficiente de variación de 0.04377 %. Obteniendo como varianza el valor de 2.41033 %.

El menor porcentaje de ácido tánico obtenido fue de 1 % siendo el valor máximo de 3.22 %. En promedio se obtuvo 2.122 % con una desviación estándar de 0.6736 % y un coeficiente de variación de 0.3174 %. Teniendo como varianza un valor de 0.45377 %.

Tabla 5. Coeficiente de correlación (R) y coeficiente de determinación (R²) para las 25 muestras de alfalfa (*Medicago sativa*) variedad SW8210.

Constituyente	n	R	R²
Proteína cruda	25	-0.983661362	0.967589675
Extracto etéreo	25	0.874372758	0.764527719
Cenizas totales	25	-0.970596627	0.942057811
Fibra cruda	25	0.949093463	0.900778402
ELN	25	0.950184211	0.902850036
FDN	25	0.966167061	0.93347879
Ácido tánico	25	0.949073259	0.900740051

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la tabla 5 se puede observar que la relación encontrada entre la proteína y las cenizas totales con la edad es inversamente proporcional.

La relación encontrada entre extracto etéreo, fibra cruda extracto libre de nitrógeno, fibra de detergente neutro y ácido tánico respecto a la edad es directamente proporcional.

En los constituyentes proteína cruda, cenizas totales, fibra cruda extracto libre de nitrógeno, fibra de detergente neutro y ácido tánico existe una relación muy alta, mientras que para extracto etéreo existe una relación alta.

La edad influye en el 96%, 76%, 94%, 90%, 90%, 93%, 90% sobre la concentración de los constituyentes proteína cruda, extracto etéreo, cenizas totales, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno, fibra de detergente neutro y ácido tánico respectivamente.

Tabla 6. Coeficiente de correlación (R) y coeficiente de determinación (R²) para las 25 muestras de alfalfa (*Medicago sativa*) variedad WL625hq.

Constituyente	n	R	R²
Proteína cruda	25	-0.972230304	0.945231764
Extracto etéreo	25	0.884846407	0.782953165
Cenizas totales	25	-0.96341662	0.928171584
Fibra cruda	25	0.950355968	0.903176466
ELN	25	0.958308499	0.91835518
FDN	25	0.959445112	0.920534924
Ácido tánico	25	0.953496514	0.909155602

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la tabla 5 se puede observar que la relación encontrada entre la proteína y las cenizas totales con la edad es inversamente proporcional.

La relación encontrada entre extracto etéreo, fibra cruda extracto libre de nitrógeno, fibra de detergente neutro y ácido tánico respecto a la edad es directamente proporcional.

En los constituyentes proteína cruda, cenizas totales, fibra cruda extracto libre de nitrógeno, fibra de detergente neutro y ácido tánico existe una relación muy alta, mientras que para extracto etéreo existe una relación alta.

La edad influye en el 94%, 78%, 92%, 90%, 91%, 92%, 90% sobre la concentración de los constituyentes proteína cruda, extracto etéreo, cenizas totales, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno, fibra de detergente neutro y ácido tánico respectivamente.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos se observó que la proteína cruda y cenizas totales presentan una disminución a mayor estado de madurez lo cual coincide por lo señalado por Vélez M y Torres J. en el 2010 en Arequipa-Perú (38). Asimismo, se observa un aumento a mayor estado de desarrollo de los constituyentes fibra cruda, extracto libre de nitrógeno y fibra de detergente neutro lo que coincide con lo informado por Anrique en el 2014 en Remehue-Chile (36).

La proteína cruda obtuvo un promedio de 20.06% para la variedad SW8210 y 19.44% para WL625hq valores los cuales se encuentran por debajo al 22.7% hallado por Laforé y colaboradores (1999), en el Valle del Mantaro Huancayo-Perú (15) y al 22.36% documentado por Quintana y colaboradores en (2013) (37), asimismo inferiores al 25.17% reportado por Timana en el 2015 en Carchi- Ecuador (6) y al 22.7% reportado por Vélez M y Torres J. en el 2010 en Arequipa-Perú (38); a su vez los valores obtenidos fueron similares al 19.09% informado por Anrique en el 2014 en Remehue-Chile (36).

Esta diferencia en los resultados se debería a que el autor Laforé y Quintana no mencionan el estado de madurez del forraje, asimismo la diferencia obtenida con las investigaciones de Timana y Arequipa se debería a la influencia de la altitud y clima sobre la composición química ya que estos son diferentes a la estación IVITA.

El extracto etéreo se obtuvo un valor promedio de 2.18% y 2.2% para SW8210 y WL625hq respectivamente, los cuales se encuentran por encima del 1.72% reportado por Quintana et al., 2013, en el Valle del Mantaro Huancayo-Perú (37) y al 1.5% hallado por Vélez M y Torres J. en el 2010 en Arequipa-Perú (38), por otro lado, los valores obtenidos de las 2 variedades de alfalfa se

encuentran por debajo del 2.9 % informado por Jave en el 2014 en Cajamarca-Perú (39).

Esta diferencia se debería a que los autores tales como Quintana solo mencionan la variedad utilizada pero no el estado de desarrollo, por otro la procedencia de los estudios de Vélez M y Torres J. en Arequipa-Perú y Jave en Cajamarca-Perú tiene diferente altitud al valle del Mantaro (estación IVITA) plasmándose esta diferencia en la composición química.

Para el constituyente cenizas totales se obtuvieron promedios de 10.11% y 9.95% para las variedades SW8210 y WL625hq respectivamente, estos estuvieron por encima del 8.32% documentado por Anrique en el 2014 en Remehue-Chile (36), además al 8.72% hallado por Quintana et al., 2013 en el Valle del Mantaro Huancayo-Perú (37) y al 8.93% informado por Jave en el 2014 en Cajamarca – Perú (39) además del 8.5% señalado por Torrez en el 2004 en Lima-Perú (40), sin embargo fueron muy similares al 9.87% reportado por Timana en el 2015 en Carchi- Ecuador (6) y, pero inferiores al 11.5% encontrado por Vélez M y Torres J. en el 2010 en Arequipa-Perú (38).

Esta diferencia para cenizas se debería a que en las investigaciones tal es como la de Quintana solo menciona variedad mas no estado de madurez, además los estudios realizados por Anrique, Jave, Torrez y Velez tienen los factores altitud y clima diferentes, por lo tanto lugares con diferencia entre estos factores tendrán diferencia en la composición química.

Para el componente fibra cruda se obtienen valores 14.73% para la variedad SW8210 y 14.62% para la variedad WL625hq valores muy por debajo del 22.44% hallado por Anrique en el 2014 en Remehue-Chile (36) y al 25.19% reportado por Timana en el 2015 en Carchi- Ecuador (6), asimismo inferiores al 22.49% señalado por Quintana et al., 2013 (37) y al 21.84% hallado por Jave en el 2014 en Cajamarca- Perú (39).

Esta diferencia para fibra cruda se debería a que los estudios realizados por Anrique, Timana, y Jave tiene diferente clima y altitud a la estación IVITA lo cual se reflejaría en los resultados, mientras que la diferencia con el estudio de Quintana se debería a que este solo mención el factor variedad mas no edad.

Para extracto libre de nitrógeno se obtuvo valores promedio de 52.93% para la variedad SW8210 y 53.79% para la variedad WL625hq superiores al 47.7% señalado por Quintana et al., 2013 (38) y al 41.55% documentado por Torrez en el 2010 en La Paz-Bolivia (40).

Esta diferencia para Extracto libre de nitrógeno se debería a que en la investigación de quintana solo se menciona la variedad pero no edad, mientras que la altitud y clima del estudio de Torrez es distinta a la de la estación IVITA lo cual se reflejaría en los resultados.

La fibra de detergente neutro presento un valor 35.50% para las 2 variedades, superior al 34.23% reportado por Anrique en el 2014 en Remehue-Chile (36) y al 33.77% documentado por Vélez M y Torres J. en el 2010 en Arequipa-Perú (38) a su vez fueron inferiores al 40.41% hallado por Laforé et al., 1999 (15) y al 40.28% informado por Jave en el 2014 en Cajamarca- Perú (39).

Esta diferencia en fibra de detergente neutro se debería a que Anrique, Vélez y Jave las condiciones de clima y altitud son distintas a la de este estudio, mientras que la investigación de Laforé este autor solo menciona la variedad, pero no edad.

Se observa también el incremento en la concentración de ácido tánico para la variedad SW8210 (Anexo 2) y WL625hq (Anexo 3) lo cual concuerda con lo

citado por Verdecia y colaboradores (2014) (44). y García y colaboradores (2016) (45) al reportar que el incremento de taninos hidrolizables alcanza una mayor edad de desarrollo, lo cual concuerda con los resultados obtenidos.

Esta similitud y diferencia encontrada en los resultados se podrían deber según señala Bezada en el 2017 a que factores como altitud, clima, suelo, variedad utilizada, estado de madurez, etc. van a influenciar en la calidad y composición química, por tal motivo estos factores son importantes y necesarios para determinar y cuantificar de manera precisa estos componentes.

En las tablas 5 y 6 se puede observar que los constituyentes proteína cruda y cenizas muestran un coeficiente de correlación negativo lo cual da entender que la relación entre estos componentes y la edad es inversamente proporcional, esto quiere decir que a mayor edad habrá un menor cantidad de proteína y ceniza, además los valores obtenidos para estos constituyentes son muy cercanos a -1 lo cual nos indica una correlación casi perfecta o excelente según documenta Martínez R (48).

También podemos mencionar que para extracto etéreo tiene el coeficiente de correlación que más tiende alejarse de 1 y/o acercarse a 0 siendo una correlación buena. Por el contrario para los componentes fibra cruda, extracto libre de nitrógeno, fibra de detergente neutro y ácido tánico los valores obtenidos son positivos lo cual establece una relación directamente proporcional lo cual quiere decir que a mayor edad habrá mayor porcentaje de cada uno de estos componentes, adicionalmente a esto los valores son cercanos a 1 lo cual determina una correlación fuerte o excelente según lo reportado por Triola en el 2000 y Celis de la Rosa en el 2008 y Martínez R (46,47, 48).

Los coeficientes de determinación para los componentes proteína cruda y cenizas, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno, fibra de detergente neutro y ácido tánico son cercanos a 1 lo que indican un excelente ajuste o casi perfecto según lo documentado por Triola en el 2000 y Celis de la Rosa en el 2008; mientras que el extracto etéreo tiene un porcentaje de ajuste bueno debido a que es el que más tiende a alejarse de 1 (46,47), además se observa que tanto para la variedad SW8210 como que el proteína cruda y cenizas obtienen los coeficientes de determinación de mayor valor con PC=96.75% y CZ=94.20%; mientras que para la variedad WL625hq con PC=94.52% y ELN= 91.83%, mientras que para extracto etéreo obtiene el menor para las 2 variedades SW8210 con 76.5% y WL625hq con 78.3%.

VI. CONCLUSIONES

- Se logró determinar de la composición química y concentración de ácido tánico en alfalfa (*Medicago sativa*) en diferentes edades de corte en la región Junín.
- Para la variedad SW8210 cuantificamos la cantidad total para PC, EE, CZ, FC, ELN, FDN y ácido tánico obteniendo como promedio 20.06%, 2.1816%, 10.1076%, 14.7256%, 52.925%, 35.502% y 2.1564% respectivamente.
- Para la variedad WL625hq cuantificamos la cantidad total para PC, EE, CZ, FC, ELN, FDN y ácido tánico obteniendo como promedio 19.436%, 2.2068%, 9.9476%, 14.6224%, 53.7864%, 35.4972% y 2.122% respectivamente.
- Los estadísticos obtenidos muestran elevados coeficientes de determinación para los constituyentes PC, CZ, FC, ELN, FDN y ácido tánico siendo los mejores para la variedad SW8210 PC = 96.8% y CZ=94.2%, a su vez el menor R^2 fue para EE=76.5%. Con respecto a la variedad WL625hq los mejores coeficientes de determinación fueron PC=94.5% y CZ=92.8%, por otro lado, el menor valor fue para EE=78.3%.

VII. RECOMENDACIONES

- Sugerimos realizar más estudios para la alfalfa; que tengan un rango de edad más amplio, mayor cantidad, con forrajes jóvenes y maduros a fin complementar los resultados obtenidos.
- Se propone elaborar estudios en diversos departamentos del Perú para tener una mayor información de la composición química de este y otros forrajes.
- Extender el estudio a un mayor número de especies forrajeras, teniendo en cuenta estaciones del año y manejo de estas.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chang M, Bailey J, Collins J. Dietary tannins from cowpeas and tea transiently alter apparent calcium absorption but not absorption and utilization of protein in rats. *J. Nutr.* 1994; 124(2): 283-8.
2. Albán R. Evaluación de quince variedades de alfalfa en dos localidades de la Sierra Ecuatoriana. [Tesis]. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas; 1992.
3. Basigalup D, Rossanigo R. Panorama actual de la alfalfa en la Argentina. En: Basigalup D, ed. *El cultivo de alfalfa en la Argentina*. Ediciones INTA; 2007. Pp 15-25.
4. Andina W, Argote G. *Guía práctica de pastos cultivados*. Puno: INIA Puno; 2006.
5. Rojas J. La arveja como cultivo temporal para el establecimiento de una pastura de gramíneas y leguminosas [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina; 2017.
6. Timana N. Efectos de la fertilización química-orgánica en el rendimiento de dos variedades de Alfalfa (*Medicago sativa*), en la Comunidad de Calpaqui, provincia de Imbabura. [Tesis]. Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo; 2015.
7. EcuRed. Alfalfa. [Internet] Cuba; 2018 [Consultado el 29 de junio del 2018]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Alfalfa>
8. FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Alfalfa [Internet]. 2018; [consultado el 10 julio 2018]. Disponible en: <http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/alfalfa/en/>
9. Zook D, Erwin D, Stolzy L. Anatomical, morphological and physiological responses of alfalfa to flooding. *Plant and Soil*. Springer. 1986;96(2): 293-296.

10. Thompson T, Fick W. Growth response of alfalfa to duration of soil flooding and to temperatura. *Agron.*1981; (73): 329-332.
11. Donovan T, Meek B. Response of alfalfa to different levels of irrigation. Fourteenth California Alfalfa Symposium. Visalia, California, USA December 5- 6. p. 20-72.
12. Marschner H. Mineral Nutrition of Higher Plants. Segunda Edición. Alemania. Academic Press 2008. 889 p
13. Morón A. Alfalfa. Fertilidad de suelos y estado nutricional en sistemas agropecuarios de Uruguay. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur.*2000;(8): 1-6
14. Cueto W, Quiroga H. Producción y Utilización de la Alfalfa en la Zona Norte de México. Fertilización de la Alfalfa. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Norte Centro (CIRNOC). Torreón, México. 2000. 102 p.
15. Laforé M, San Martín F, Carcelén F, Borjórquez R, Arbaiza T, Carcelén F. Diagnóstico alimenticio y composición químico nutricional de los principales insumos de uso pecuario del Valle del Mantaro. *Rev Inv Vet Perú.*1999; 10(2):74-78
16. Greenfield H. y Southgate D. Datos de composición de alimentos: Obtención, gestión y utilización. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma; 2003.
17. Ojeda M. Evaluación del Grado de Homologación Analítica de Forrajes y Concentrados en Laboratorios Nacionales [tesis]. Valdivia: Universidad Austral de Chile; 2012.
18. AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis .15th ed. Vol. 1. Arlington; 1990. 746 p.
19. Pond W, Church D, Pond K. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Segunda edición. Ed Limusa: México; 2002.635 p.
20. Van Soest P, Roberts J, Lewis B. Methods for dietary fiber, neutraldetergent fiber, and nonstarch polysacc-harides in relation to animal nutrition. *JDairy.* 1991; 74:3583-3597.

21. Romero C. Efecto del pastoreo con ovinos sobre la concentración de taninos condensados en *Gliricidia sepium* (Jacq) Walp en el trópico seco [tesis]. Colima: Universidad de Colima; 2000.
22. Piñero A, Canul J, Alayón J, Chay A, Ayala A, Aguilar C, Solorio F, ku J. Potencial de los taninos condensados para reducir las emisiones de metano entérico y sus efectos en producción de rumiantes, Chile. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 2015; 47:263-272.
23. Hon D, Shiraishi N. *Wood and Cellulosic Chemistry*. Marcel Dekker Inc.; 2001.
24. Aerts, R.J.; Barry, T.N and McNabb, W.C. 1999. Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. *Agr Ecosyst Environ* [Internet]. 1999, [Citado el 19 Julio del 2018]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/journal/agriculture-ecosystems-and-environment/vol/75/issue/1>
25. Landau, S.; Perevolotsky, A.; Bonfil, D.; Barkai, D. and Silanikove, N. 2000. Utilization of low quality resources by small ruminants in Mediterranean agro-pastoral systems: the case of browse and aftermath cereal stubble. *Livest Prod Sci* [Internet] 2000 [Citado el 19 de julio del 2018]. Disponible en: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/45328740/Utilization_of_low_quality_resources_by_20160503-190401xrg2li.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1521619146&Signature=aQ3L1aIRBTRuGSlyGTjqJofiofQ%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DUtilization_of_low_quality_resources_by.pdf
26. Recalde A. Evaluación del efecto del presecado y tiempo de fermentación, en os contenidos de polifenoles totales, alcaloides y ácidos volátiles en dos genotipos de cacao [tesis doctoral]. Quito: Universidad Central del Ecuador, facultad de Ciencias químicas; 2007.

27. Equité M. determinación del contenido de taninos en el extracto tánico de la corteza de melina (*Gmelina arborea roxb.*), utilizando dos métodos de extracción a nivel laboratorio [tesis]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería; 2004.
28. Hervás G. Los taninos de quebracho en la nutrición de ovejas, efecto sobre la fermentación en el rumen y la digestibilidad, toxicidad y utilización como protectores frente a la degradación ruminal [tesis doctoral]. España: Universidad de León Departamento de Producción Animal. Consejo Superior de Investigaciones Científicas Estación Agrícola Experimental; 2001.
29. Peña C. Caracterización y estudio de la reactividad de extractos tánicos condensados e hidrolizables. Análisis de las propiedades físico-químicas y mecánicas de resinas fenólicas de tipo novolaca modificadas con dichos extractos [tesis doctoral]. Donostia: Escuela Universitaria Politécnica; 2007.
30. Ali D. Extracción de taninos (Ácido gálico) a partir del polvo de vaina de tara (*Caesalpinia spinosa*).Puno: Universidad Nacional del Altiplano Facultad de Ciencias Agrarias; 2012.
31. EcuRed. Ácido tánico. [Internet] Cuba, 2018 [Consultado el 2 de noviembre del 2018]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Acidotánico>
32. Olivas F, Wall A, Gonzales G. Taninos hidrolizables; bioquímica, aspectos nutricionales y analíticos y efectos en la salud. México: Universidad Autónoma de ciudad Juárez; 2015
33. Lasa J, Mantecón C, Gómez M. Utilización de taninos en la dieta de rumiantes. Sitio Argentino de Producción Animal [Internet]. 2010 [Consultado el 18 de julio del 2018]. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/33-taninos.pdf.
34. Solano H. Efecto de diferentes concentraciones de taninos sobre la flora microbiana ruminal y en la degradabilidad in vitro del forraje de alfalfa [tesis]. Monterrey: Universidad Autónoma de Nueva León; 1997.

35. Marroquin A. Obtención del extracto tánico por maceración dinámica de la corteza de árboles jóvenes de cuatro especies forestales, a nivel laboratorio. [Tesis]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química; 2008.
36. Anrique R. Composición de alimentos para ganado bovino. 4^a.ed. Remehue: Universidad Austral de Chile; 2014.
37. Quintana E, Jimenez R, Carcelen F, San Martin F, Ara M. Efecto de dietas de alfalfa verde, harina de cebada y bloque mineral sobre la eficiencia productiva de cuyes. Rev Inv Vet Perú 2013; 24(4): 425-432428
38. Torres J, Vélez V. Tablas de composición química nutricional de alimentos y forrajes. Arequipa: Clínica Veterinaria - Universidad Católica de Santa María; 2010.
39. Jave Z. Efecto del contenido de fibra detergente neutro (FDN) de dos fuentes forrajeras en el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) en Cajamarca [tesis]. Perú, 2014
40. Torrez M. Influencia del estiércol de ovino en el rendimiento de materia seca en cuatro variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) Quipaquipani, Viacha [Tesis]. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía; 2010.
41. Carrasco S, Metodología de la Investigación Científica. Primera Edición. Perú. San Marcos 2005. 257 p.
42. International Organization for Standardization. ISO 9648:1988 Sorghum-Determinación of tannin Content. [Internet], 2009 [Consultado el 19 de julio del 2018]. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/17487.html>
43. Daniel W. Bioestadística. 3^a ed. México, D.F: Limusa; 1991.
44. Verdecia D, Herrera R, Ramírez J, Leonard I, Bodas R, Prieto N, et al. Efecto de la edad de rebrote en el contenido de metabolitos secundarios de la *Neonotonia wightii* en el Valle del Cauto, Cuba. Rev Cub Cienc Agric. 2014;48(2):149-154.

45. García L, Bolaños E, Lagunes L, Ramos J, Osorio M. Concentración de compuestos fenólicos en fabáceas forrajeras tropicales en edad diferente del rebrote. *Agrociencia*. 2016;50(4):429-440.
46. Triola M. Correlación y regresión. En: Wesley A, ed. *Estadística elemental*. 7a.ed. México: Pearson educación; 2010.Pp476- 531.
47. Celis de la Rosa A. Regresión y correlación simple. En: Martínez M, ed. *Bioestadística*. 2ª.ed. México: El Manual Moderno; 2008.p165-172.
48. Martínez R, Tuya C, Martínez M, Pérez A, Cánovas A. El coeficiente de correlacion de los rangos de spearman caracterizacion. *Rev haban cienc méd*. [Internet]. 2009; [Consultado 29 Nov 2018]; 8(2). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2009000200017

ANEXOS

Anexo 1

Cuadro 1. Composición química de la Alfalfa

FORRAJE	ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>)
Materia seca (MS) %	37.97
Proteína Cruda (PC)%	22.7
Fibra de detergente neutro (FDN)%	40.41
Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS)%	56.67
Nutrientes digestibles totales NDT	56.39
Energía metabolizable Mcal/Kg	1.98
Energía digestible Mcal/Kg	2.49

Fuente: Laforé M, et al. 1999 (17)

Anexo 2

Tabla 7. Resultados de la composición química y concentración de ácido tánico de las 25 muestras de alfalfa (*Medicago sativa*) variedad SW8210.

Edad (semanas)	Proteína cruda (%)	Extracto etéreo (%)	Cenizas totales (%)	Fibra cruda (%)	FDN (%)	ELN (%)	Ácido tánico (%)
3	24.9	1.56	11.95	11.08	33.77	50.51	1.25
3	25.16	2.1	12.05	12.12	33.5	48.57	1.12
3	24.8	1.87	12.1	12.05	32.8	49.18	1.08
3	24.92	1.86	11.9	11.8	33.15	49.52	1.87
3	25.2	1.9	12.14	11.87	33.38	48.89	1.33
6	24.6	2.18	11.15	13.36	34.05	48.71	1.58
6	22.13	1.79	11.38	13.92	34.32	50.78	1.66
6	22.1	1.69	11.2	13.35	34.05	51.66	1.78
6	21.55	2.16	10.12	13.05	33.44	53.12	1.88
6	21.74	1.8	11.7	13.83	33.8	50.93	2
9	20.38	2.05	9.71	14.5	34.6	53.36	2.05
9	19.8	2.05	10.2	14.39	35.69	53.56	2.12
9	19.34	2.1	10.15	15.87	36.2	52.54	2.1
9	19.54	2.12	10.1	16.1	35.7	52.14	2
9	19.4	2.2	10.05	16.2	36.05	52.15	2.24
12	16.8	2.38	8.9	16.2	35.94	55.72	2.4
12	17.84	2.4	10.1	16.38	37.1	53.28	2.36
12	17.84	2.1	9.32	16.15	37.24	54.59	2.28
12	17.98	2.36	8.9	15.78	36.92	54.98	2.72
12	17.98	2.42	9.33	16.05	36.86	54.22	2.62
15	15.4	2.88	7.75	16.78	37.5	57.19	3.16
15	15.32	2.62	8.12	16.88	37.68	57.06	2.81
15	15.28	2.78	8.05	16.9	37.66	56.99	3.02
15	15.45	2.55	8.14	16.75	38.05	57.11	3.38
15	16.05	2.62	8.18	16.78	38.1	56.37	3.1

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Anexo 3

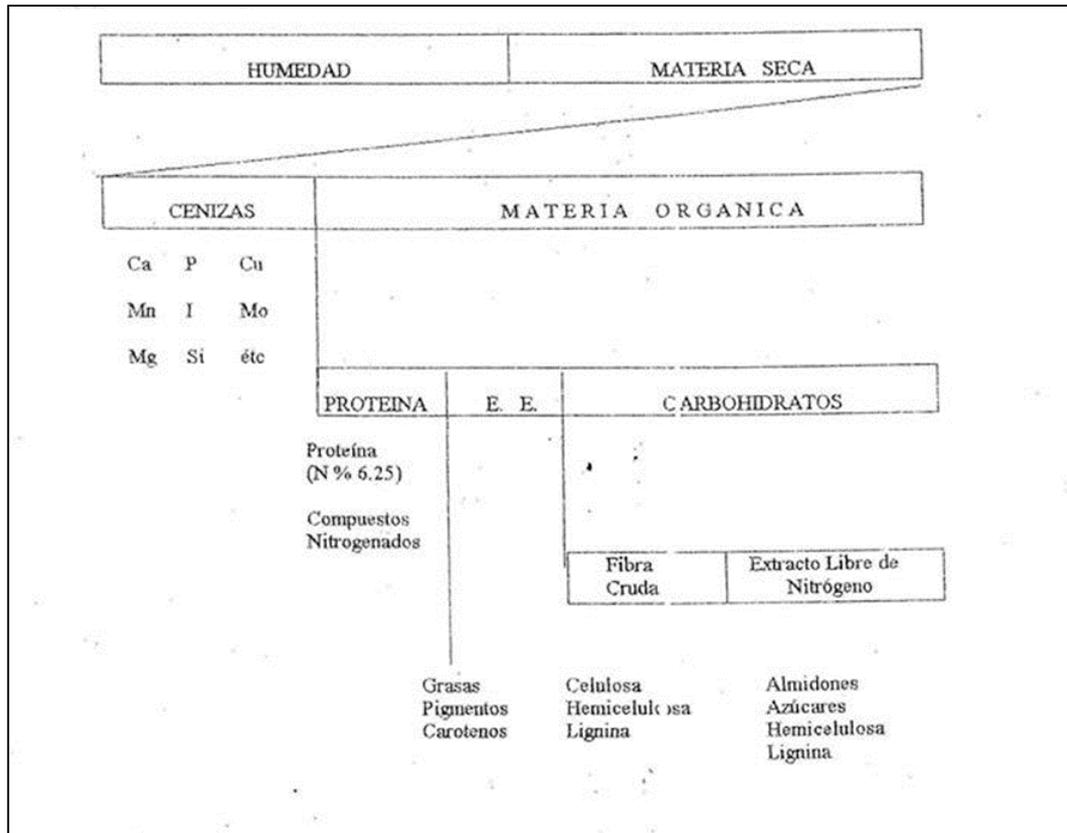
Tabla 8. Resultados de la composición química y concentración de ácido tánico de las 25 muestras de alfalfa (*Medicago sativa*) variedad WL625hq

Edad (semanas)	Proteína cruda (%)	Extracto etéreo (%)	Cenizas totales (%)	Fibra cruda (%)	FDN (%)	ELN (%)	Ácido tánico (%)
3	25.14	1.44	12.1	11.52	33.6	49.8	1
3	24.73	1.58	12.05	11.18	33.68	50.46	1.14
3	25.29	1.81	11.98	11.22	33.8	49.7	1.2
3	25.1	1.78	11.78	10.98	33.05	50.36	1.05
3	25.1	2.05	12.1	11.75	33.28	49	1.28
6	22.28	2.05	12.05	11.9	34.1	51.72	1.35
6	22.05	2.08	12.2	12.18	34.45	51.49	1.66
6	21.71	1.87	12.1	12.8	34.1	51.52	1.75
6	22.08	2.02	11.05	13.75	33.78	51.1	1.82
6	21.75	2.1	10.95	13.1	34.8	52.1	2
9	18.2	2.24	10.02	14.7	35.8	54.84	2.05
9	18.6	2.2	9.88	15.1	36.2	54.22	2.13
9	17.6	2.35	9.75	14.78	36.1	55.52	2.2
9	17.9	2.45	9.85	16.22	35.38	53.58	2.33
9	20.08	2.13	9.98	16.2	35.46	51.61	2.42
12	17.88	1.95	9.1	16.14	37.14	54.93	2.45
12	16.82	2.4	8.78	15.94	36.33	56.06	2.5
12	15.7	2.42	8.84	16.88	36.52	56.16	2.72
12	15.78	2.5	8.05	16.9	36.28	56.77	2.9
12	16.1	2.3	7.72	16.75	35.78	57.13	2.6
15	15.18	2.88	7.58	16.7	37.48	57.66	2.52
15	15.33	2.7	7.6	17.02	38.1	57.35	2.76
15	15.5	2.72	7.78	17.22	37.88	56.78	2.94
15	14.8	2.6	7.85	16.8	37.74	57.95	3.06
15	15.22	2.55	7.55	17.83	36.6	56.85	3.22

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Anexo 4

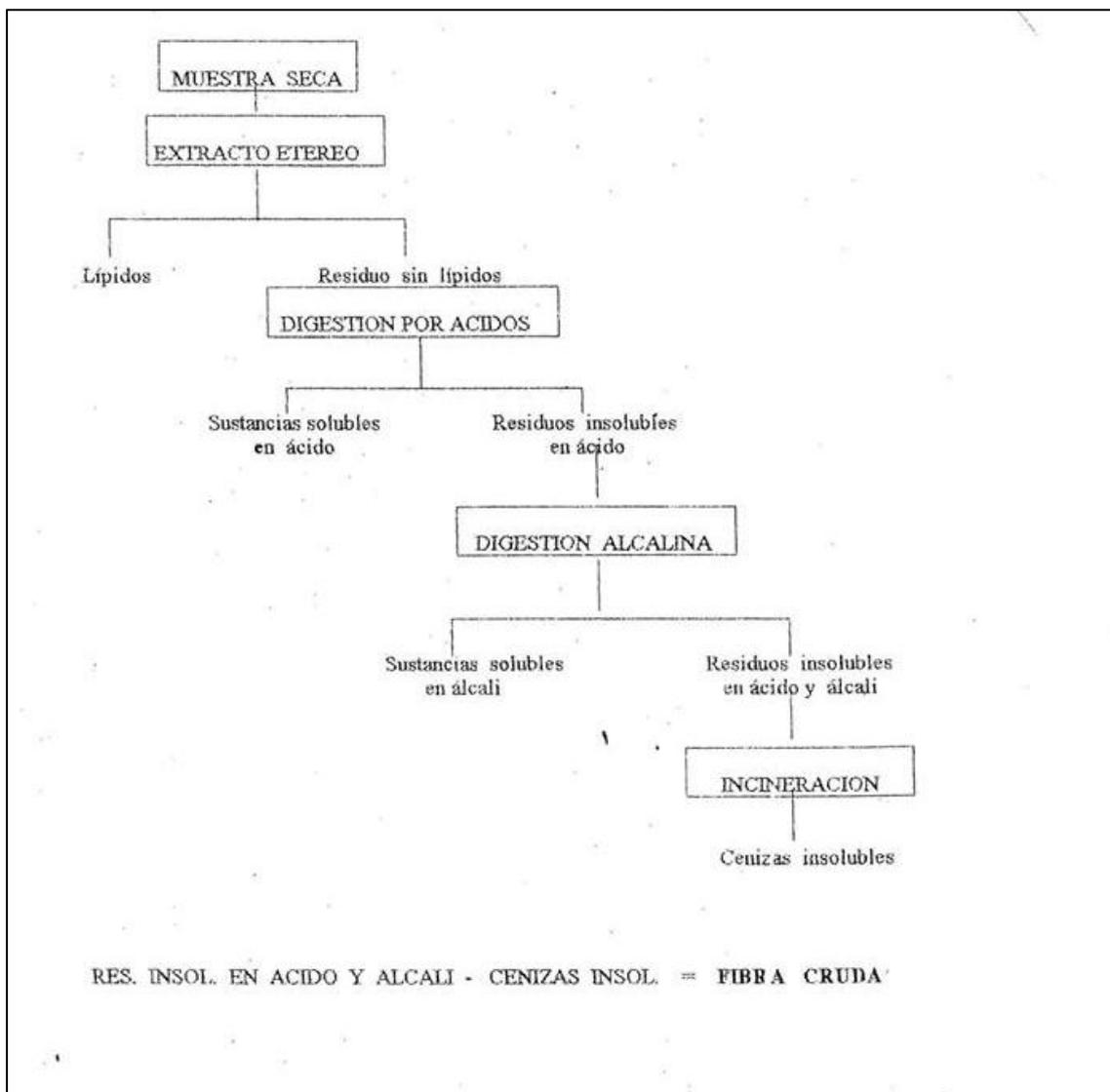
Figura 1. Método Weende.



Fuente: Arbaiza, 2007(42).

Anexo 5

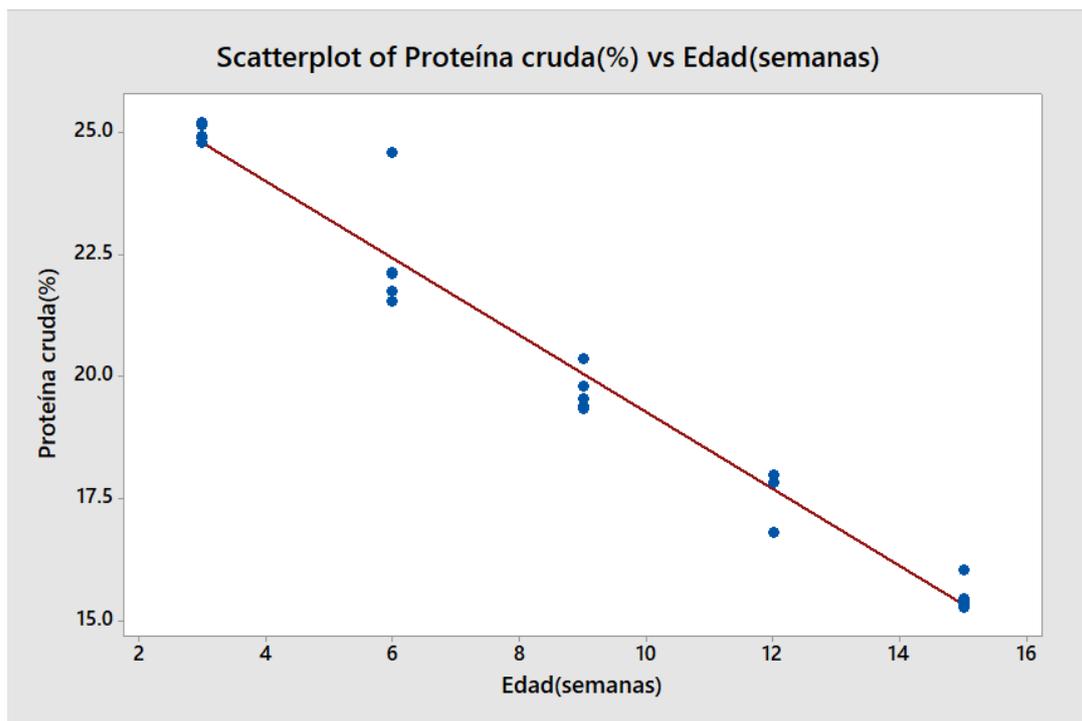
Figura 2. Determinación de fibra cruda



Fuente: Arbaiza, 2007(42)..

Anexo 6

Figura 3. Relación proteína cruda (PC) y las diferentes edades de corte.



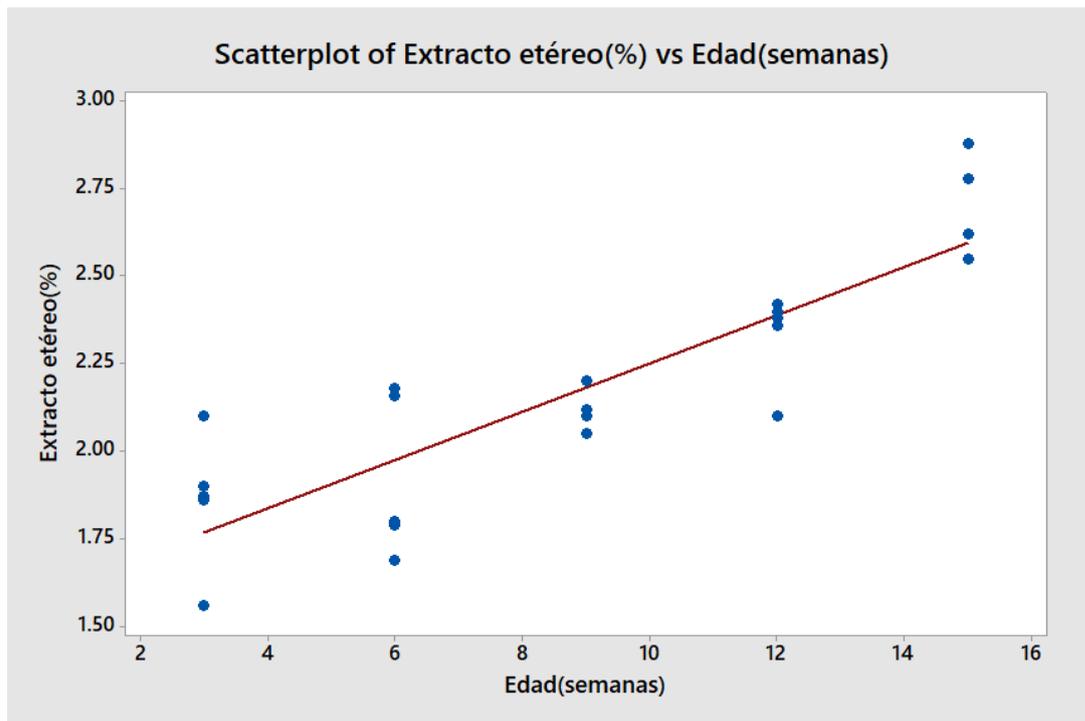
La gráfica Proteína cruda vs. Edad muestra la recta de mejor ajuste en la cual podemos observar donde los datos tiendan a acercarse más, en la cual se establece un ajuste de regresión de:

Proteína Cruda (%) = $27,18 - 0,7909$ Edad (semanas); además el $R^2 = 96,8\%$ lo que indica un buen ajuste.

Fuente: Minitab 18, 2018.

Anexo 7

Figura 4. Relación extracto etéreo (EE) y las diferentes edades de corte.



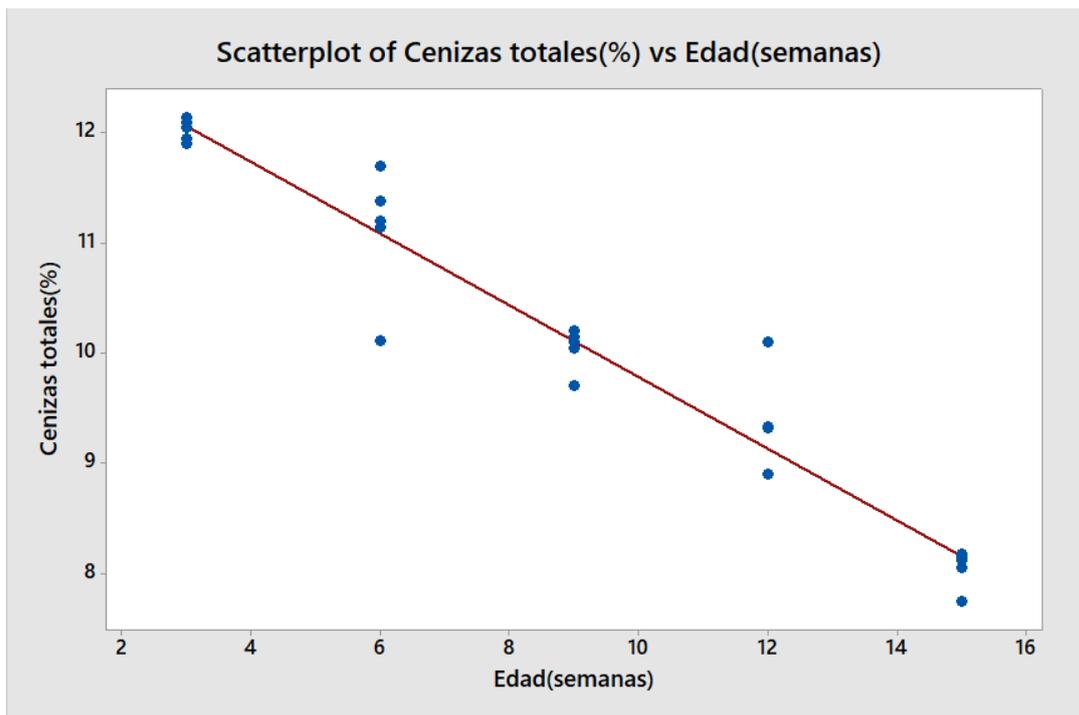
La gráfica Extracto etéreo vs. Edad muestra la recta de mejor ajuste en la cual podemos observar donde los datos tiendan a acercarse más; se observa un ajuste de regresión es:

Extracto Etéreo (%) = 1,560 + 0,06907 Edad (semanas); además el $R^2 = 76,5\%$ lo que indica un regular ajuste.

Fuente: Minitab 18, 2018.

Anexo 8

Figura 5. Relación de cenizas (CZ) y las diferentes edades de corte.



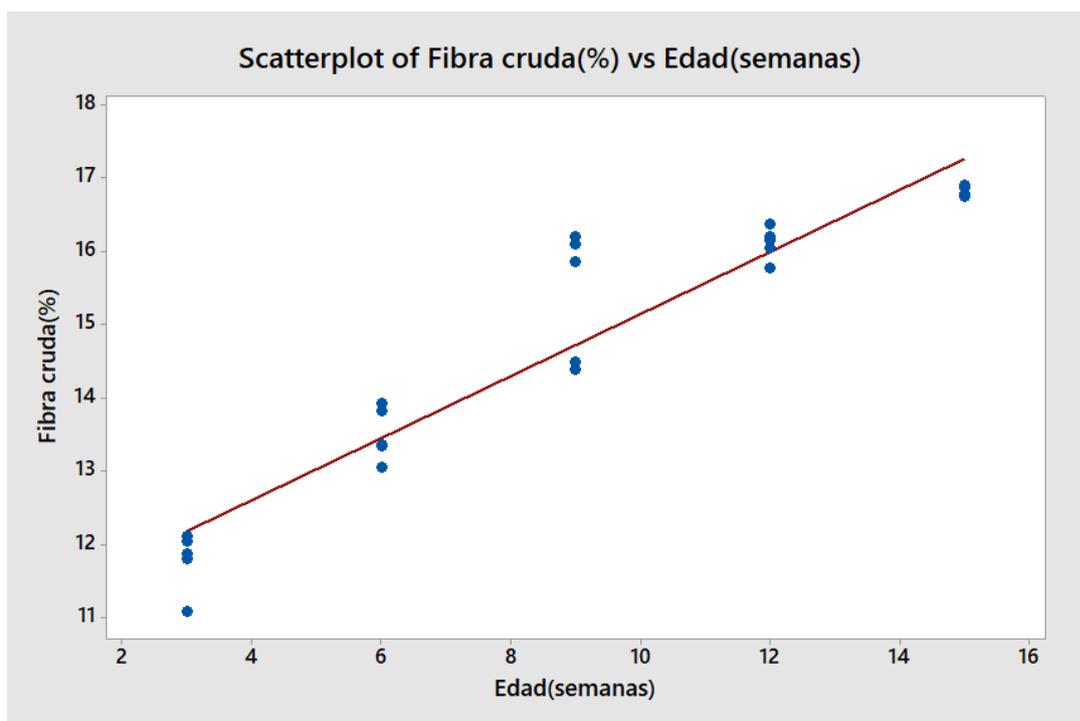
La gráfica Cenizas totales vs. Edad muestra la recta de mejor ajuste en la cual podemos observar donde los datos tiendan a acercarse más; en la cual se establece un ajuste de regresión es:

Cenizas totales (%) = $13,04 - 0,3253$ Edad (semanas); además el $R^2 = 94,2\%$ lo que indica un buen ajuste.

Fuente: Minitab 18, 2018.

Anexo 9

Figura 6. Relación fibra cruda (FC) y las diferentes edades de corte



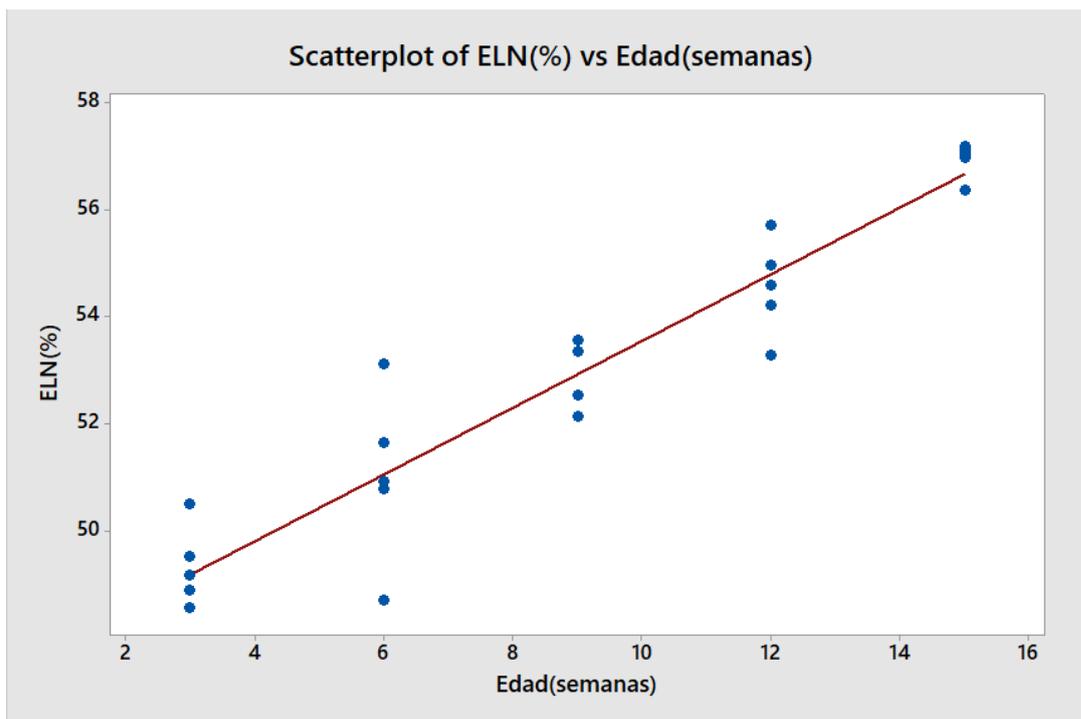
La gráfica Fibra cruda vs. Edad muestra la recta de mejor ajuste en la cual podemos observar donde los datos tienden a acercarse más; se observa un ajuste de regresión es:

Fibra cruda (%) = $10,92 + 0,4226$ Edad (semanas); además el $R^2 = 90,1\%$ lo que indica un buen ajuste.

Fuente: Minitab 18, 2018.

Anexo 10

Figura 7. Relación extracto libre de nitrógeno (ELN) y las diferentes edades de corte.

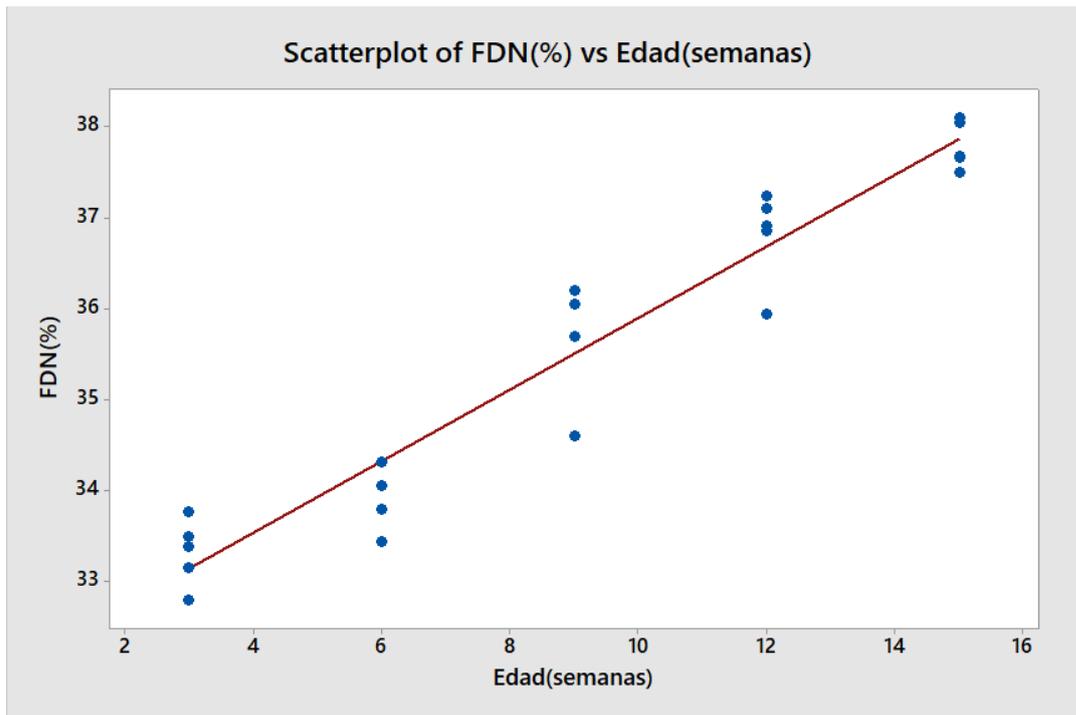


La gráfica Extracto libre de nitrógeno vs. Edad muestra la recta de mejor ajuste en la cual podemos observar donde los datos tiendan a acercarse más; se observa un ajuste de regresión es:
Extracto libre de nitrógeno (%) = $47,30 + 0,6246$ Edad (semanas); además el $R^2 = 90,3\%$ lo que indica un buen ajuste.

Fuente: Minitab 18, 2018.

Anexo 11

Figura 8. Relación fibra de detergente neutro (FDN) y las diferentes edades de corte.

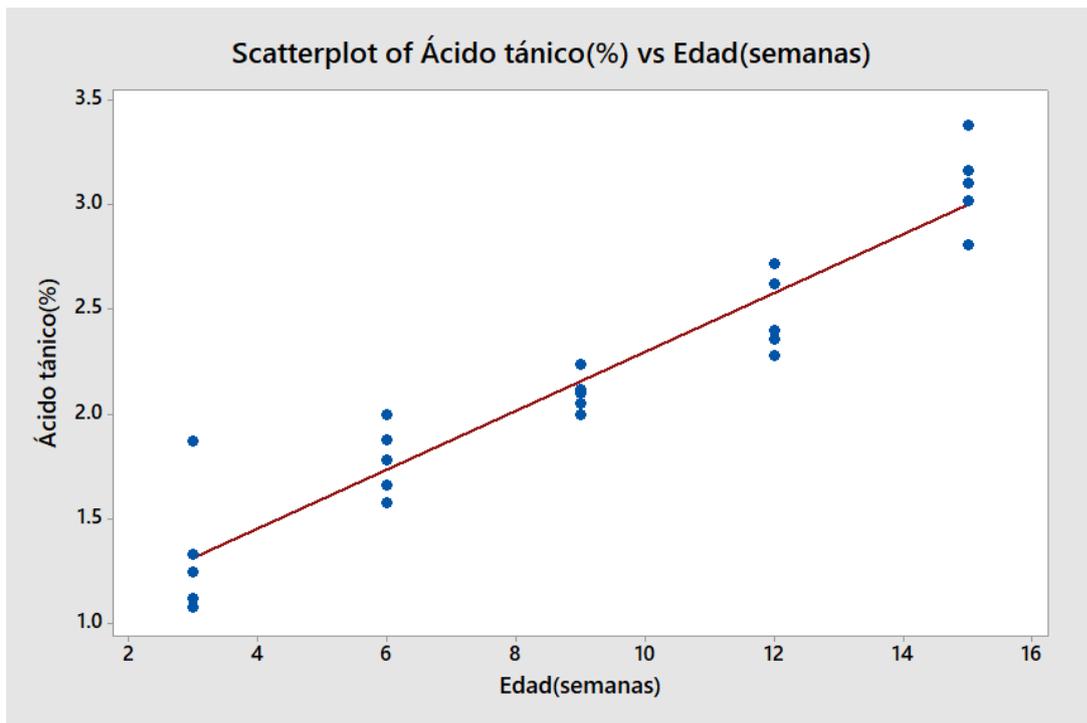


Las gráfica Fibra de detergente neutro vs. Edad muestra la recta de mejor ajuste en la cual podemos observar donde los datos tiendan a acercarse más; se observa un ajuste de regresión es:
Fibra de detergente neutro (%) = $31,95 + 0,3945 \text{Edad (semanas)}$; además el $R^2 = 93,3\%$ lo que indica un buen ajuste.

Fuente: Minitab 18, 2018

Anexo 12

Figura 9. Relación ácido tánico y las diferentes edades de corte.



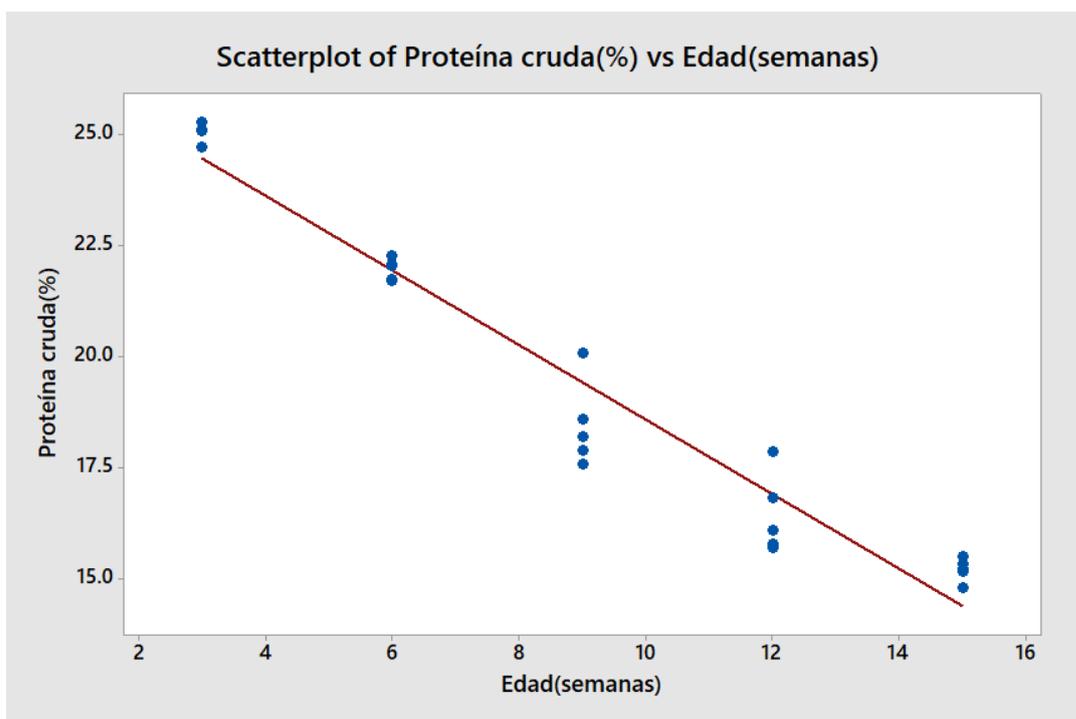
La gráfica Ácido tánico vs. Edad muestra la recta de mejor ajuste en la cual podemos observar donde los datos tiendan a acercarse más; se observa un ajuste de regresión es:

Ácido tánico (%) = $0,8892 + 0,1408$ Edad (semanas); además el $R^2 = 90,1\%$ lo que indica un buen ajuste.

Fuente: Minitab 18, 2018.

Anexo 13

Figura 10. Relación proteína cruda (PC) y las diferentes edades de corte.



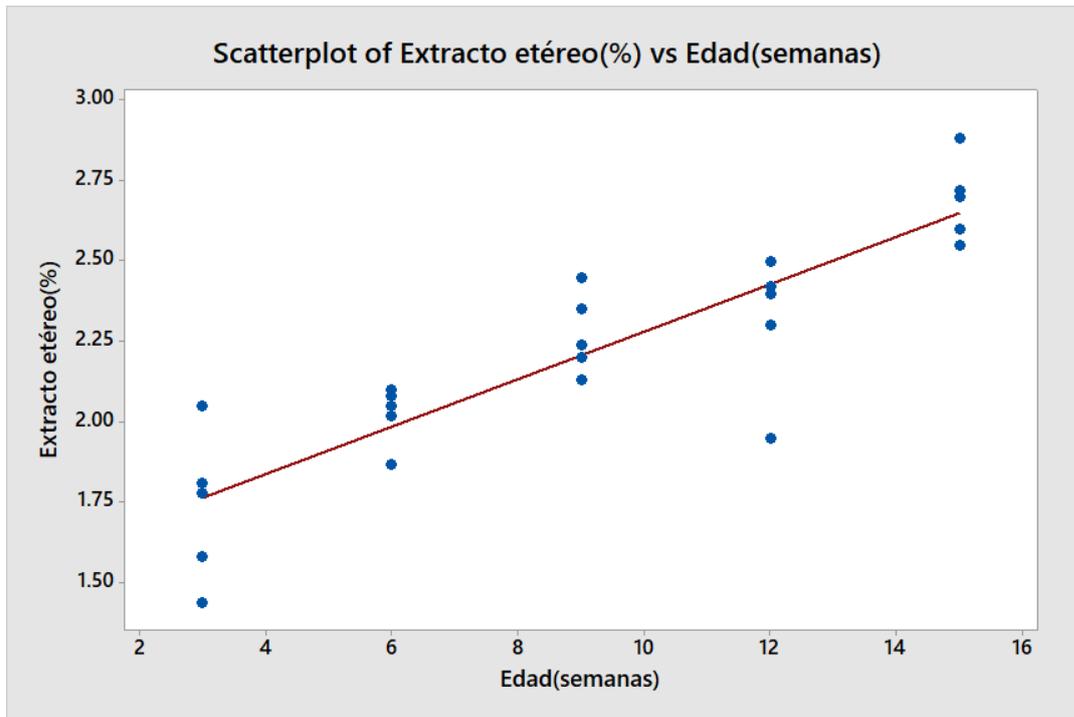
La gráfica Proteína cruda vs. Edad muestra la recta de mejor ajuste en la cual podemos observar donde los datos tiendan a acercarse más; se observa un ajuste de regresión de:

Proteína cruda (%) = 27,01 - 0,8417 Edad (semanas); además el $R^2 = 94.5\%$ lo que indica un buen ajuste.

Fuente: Minitab 18, 2018.

Anexo 14

Figura 11. Relación extracto etéreo (EE) y las diferentes edades de corte.



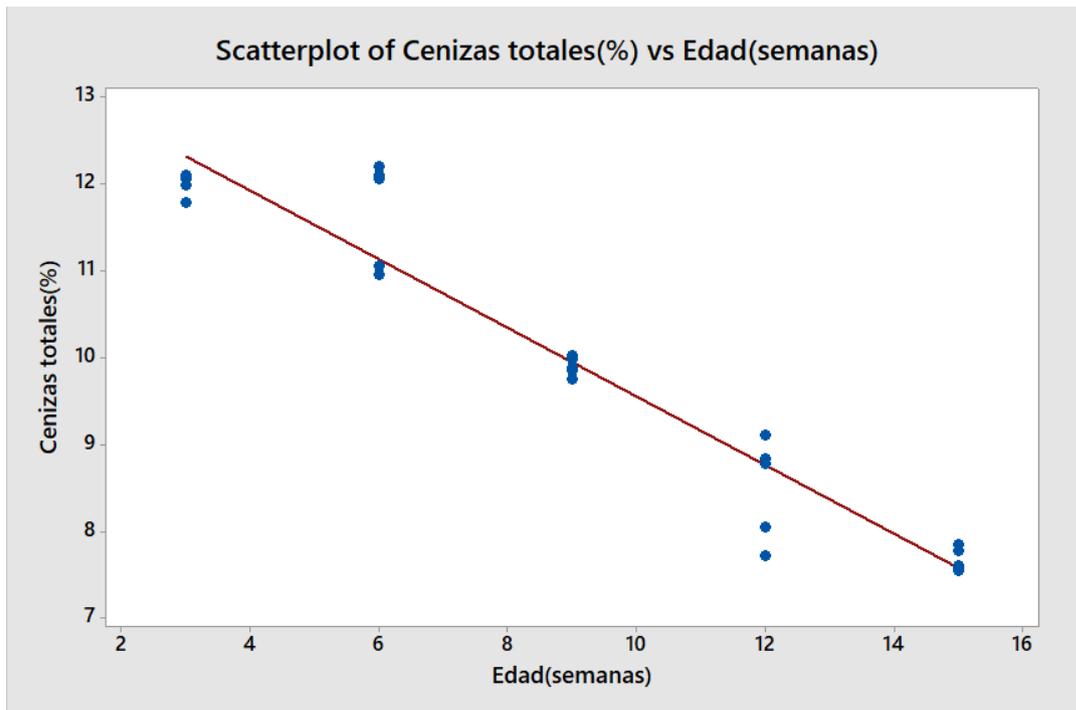
La gráfica Extracto etéreo vs. Edad muestra la recta de mejor ajuste en la cual podemos observar donde los datos tiendan a acercarse más; se observa un ajuste de regresión de:

Extracto etéreo (%) = $1,545 - 0,07353$ Edad (semanas); además el $R^2 = 78,3\%$ que indica un regular ajuste.

Fuente: Minitab 18, 2018.

Anexo 15

Figura 12. Relación cenizas (CZ) y las diferentes edades de corte.



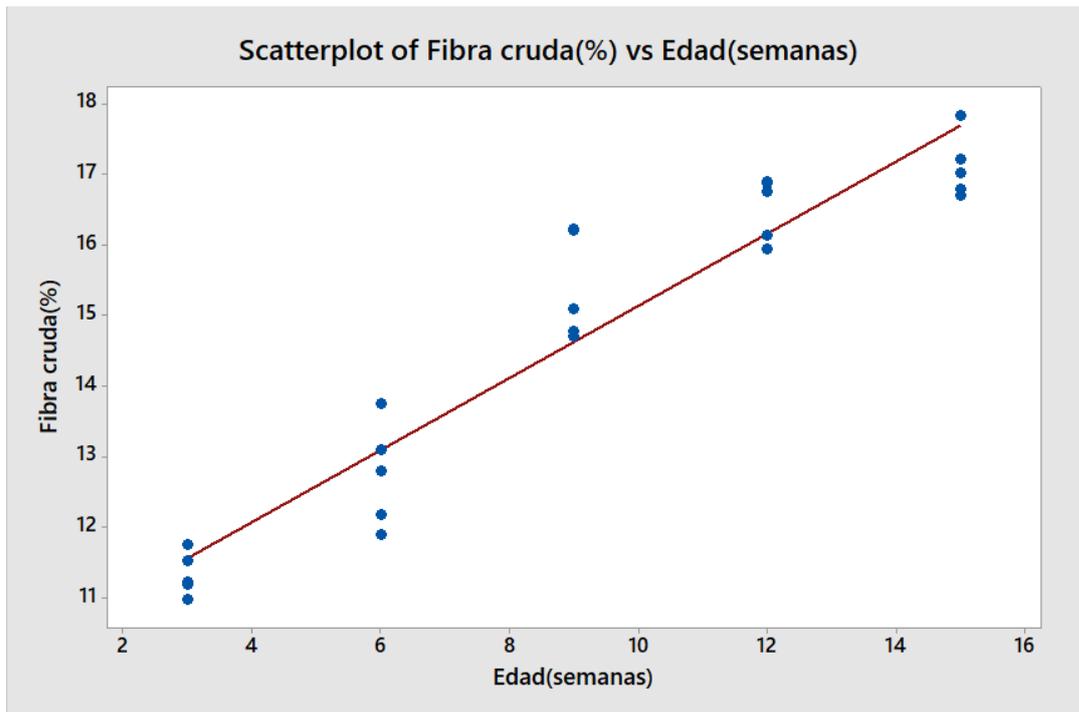
La gráfica Cenizas totales vs. Edad muestra la recta de mejor ajuste en la cual podemos observar donde los datos tiendan a acercarse más; se observa un ajuste de regresión de:

Cenizas totales (%) = $13,50 - 0,3944 \text{ Edad (semanas)}$; además el $R^2 = 92,8\%$ lo que indica un buen ajuste

Fuente: Minitab 18, 2018.

Anexo 16

Figura 13. Relación fibra cruda (FC) y las diferentes edades de corte.



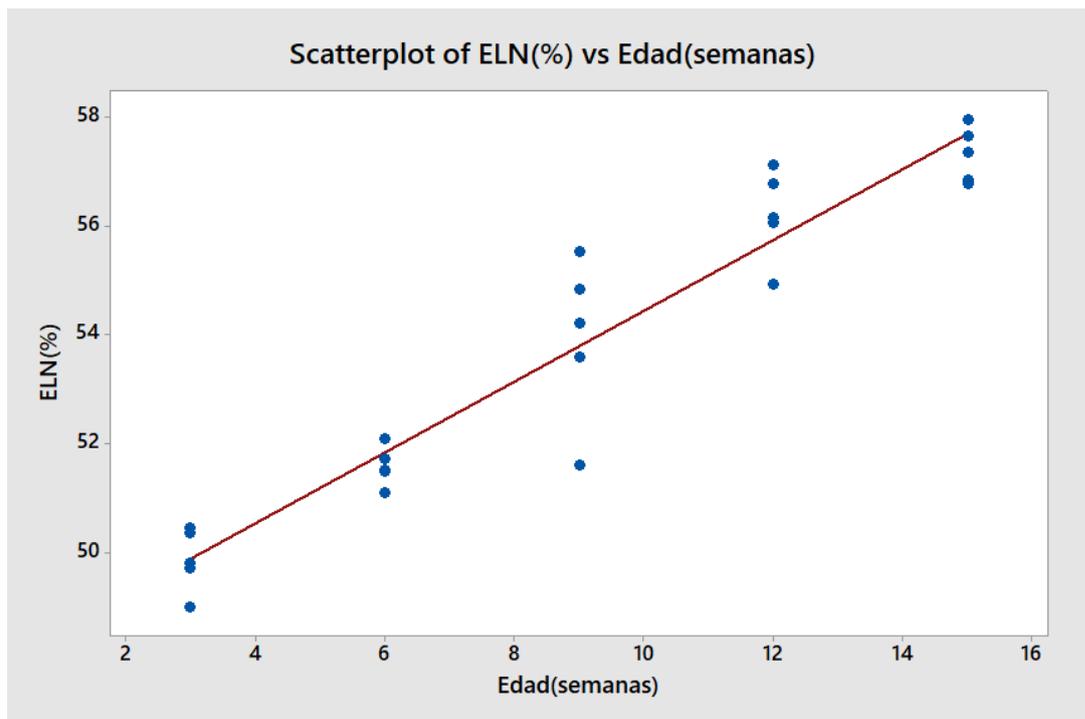
La gráfica Fibra cruda vs. Edad muestra la recta de mejor ajuste en la cual podemos observar donde los datos tiendan a acercarse más; se observa un ajuste de regresión de:

Fibra cruda (%) = $10,02 + 0,5115$ Edad (semanas); además el $R^2 = 90,3\%$ lo que indica un buen ajuste.

Fuente: Minitab 18, 2018.

Anexo 17

Figura 14. Relación extracto libre de nitrógeno (ELN) y las diferentes edades de corte.

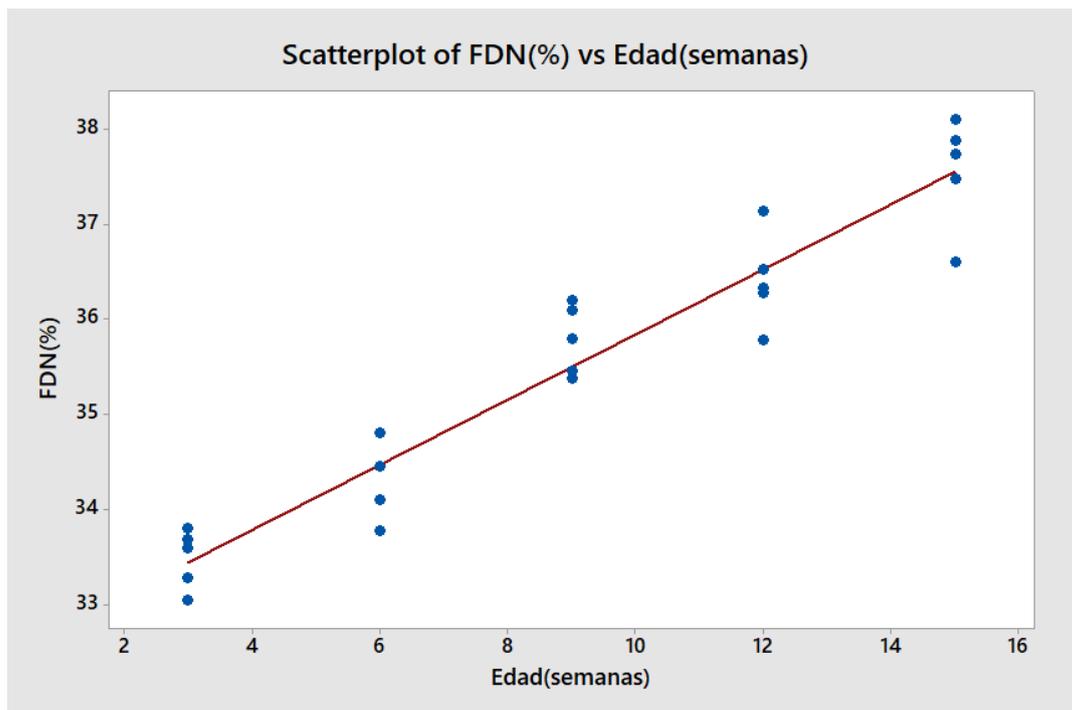


La gráfica Extracto libre de nitrógeno vs. Edad muestra la recta de mejor ajuste en la cual podemos observar donde los datos tiendan a acercarse más; se observa un ajuste de regresión de:
Extracto libre de nitrógeno (%) = $47,93 + 0,6511$ Edad (semanas); además el $R^2 = 91,8\%$ lo que indica un buen ajuste.

Fuente: Minitab 18, 2018.

Anexo 18

Figura 15. Relación fibra de detergente neutro (FDN) y las diferentes edades de corte.



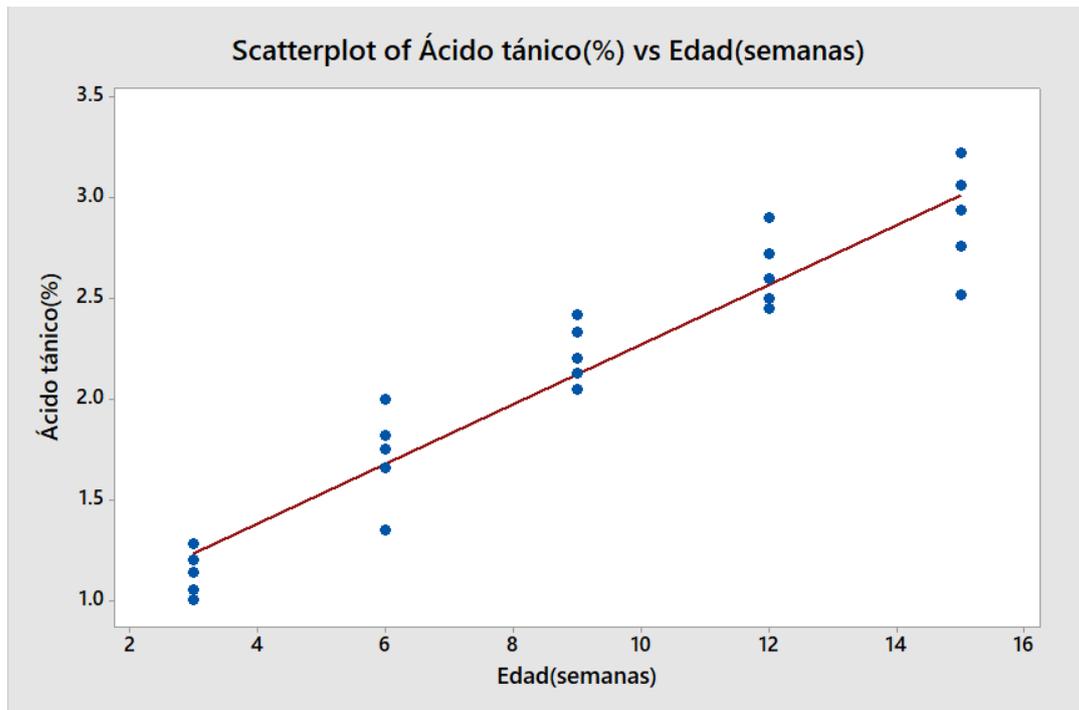
La gráfica Fibra de detergente neutro vs. Edad muestra la recta de mejor ajuste en la cual podemos observar donde los datos tiendan a acercarse más; se observa un ajuste de regresión de:

Fibra de detergente neutro (%) = $32,40 + 0,3440$ Edad (semanas); además el $R^2 = 92,1\%$ lo que indica un buen ajuste.

Fuente: Minitab 18, 2018.

Anexo 19

Figura 16. Relación ácido tánico las diferentes edades de corte.



La gráfica Ácido tánico vs. Edad muestra la recta de mejor ajuste en la cual podemos observar donde los datos tiendan a acercarse más; se observa un ajuste de regresión de:

Ácido tánico (%) = $0,7870 + 0,1483$ Edad (semanas); además el $R^2 = 90,9\%$ lo que indica un buen ajuste.

Fuente: Minitab 18, 2018.

