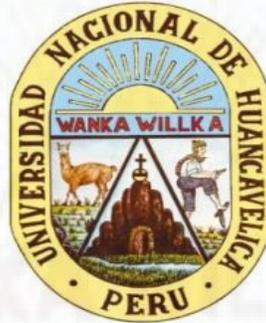


UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

(Creada Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



TESIS

**ESTIMACIÓN DEL VALOR ENERGÉTICO DE
ENSILADO DE AVENA Y CEBADA FORRAJERA
CON DIFERENTES NIVELES DE
Saccharomyces cerevisiae EN DOS TIEMPOS DE
FERMENTACIÓN**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
NUTRICION Y ALIMENTACIÓN**

**PRESENTADO POR:
Bach. RICARDO FERNANDEZ TAYPE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**HUANCAVELICA, PERÚ
2021**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA



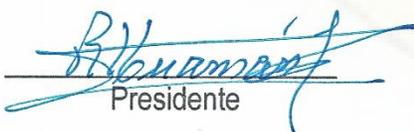
ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

En la ciudad de Huancavelica, a los cuatro días (04) del mes de febrero del año 2021, siendo las 4:10 p.m., se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los docentes: **M.Sc. Rodrigo HUAMÁN JURADO (PRESIDENTE)**, **M.Sc. Héctor Marcelo GUILLEN DOMÍNGUEZ (SECRETARIO)**, **Ing. Marino ARTICA FÉLIX (VOCAL)**, designados con Resolución de Decano N° 001-2019-FCI-UNH, de fecha 03 de enero del 2019, a fin de proceder con la sustentación y calificación virtual mediante el aplicativo MEET del informe final de tesis titulado: "ESTIMACIÓN DEL VALOR ENERGÉTICO DE ENSILADO DE AVENA Y CEBADA FORRAJERA CON DIFERENTES NIVELES DE *Saccharomyces cerevisiae* EN DOS TIEMPOS DE FERMENTACIÓN", presentado por el Bachiller **Ricardo FERNANDEZ TAYPE**, para optar el **Título Profesional de Ingeniero Zootecnista**. Finalizada la sustentación virtual a las 5:35 p.m.; se comunicó al sustentante y al público que abandonaran el aula virtual para la deliberación por parte de los Jurados, después de un tiempo prudencial se llegó al siguiente resultado:

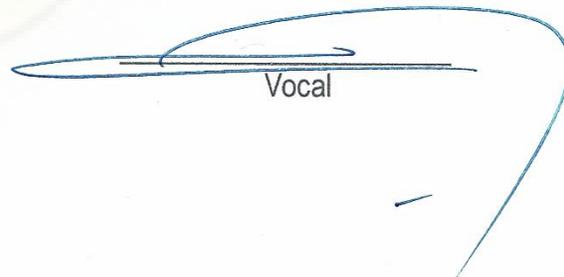
APROBADO POR UNANIMIDAD.

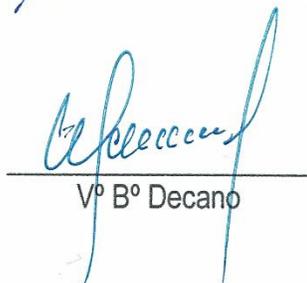
DESAPROBADO

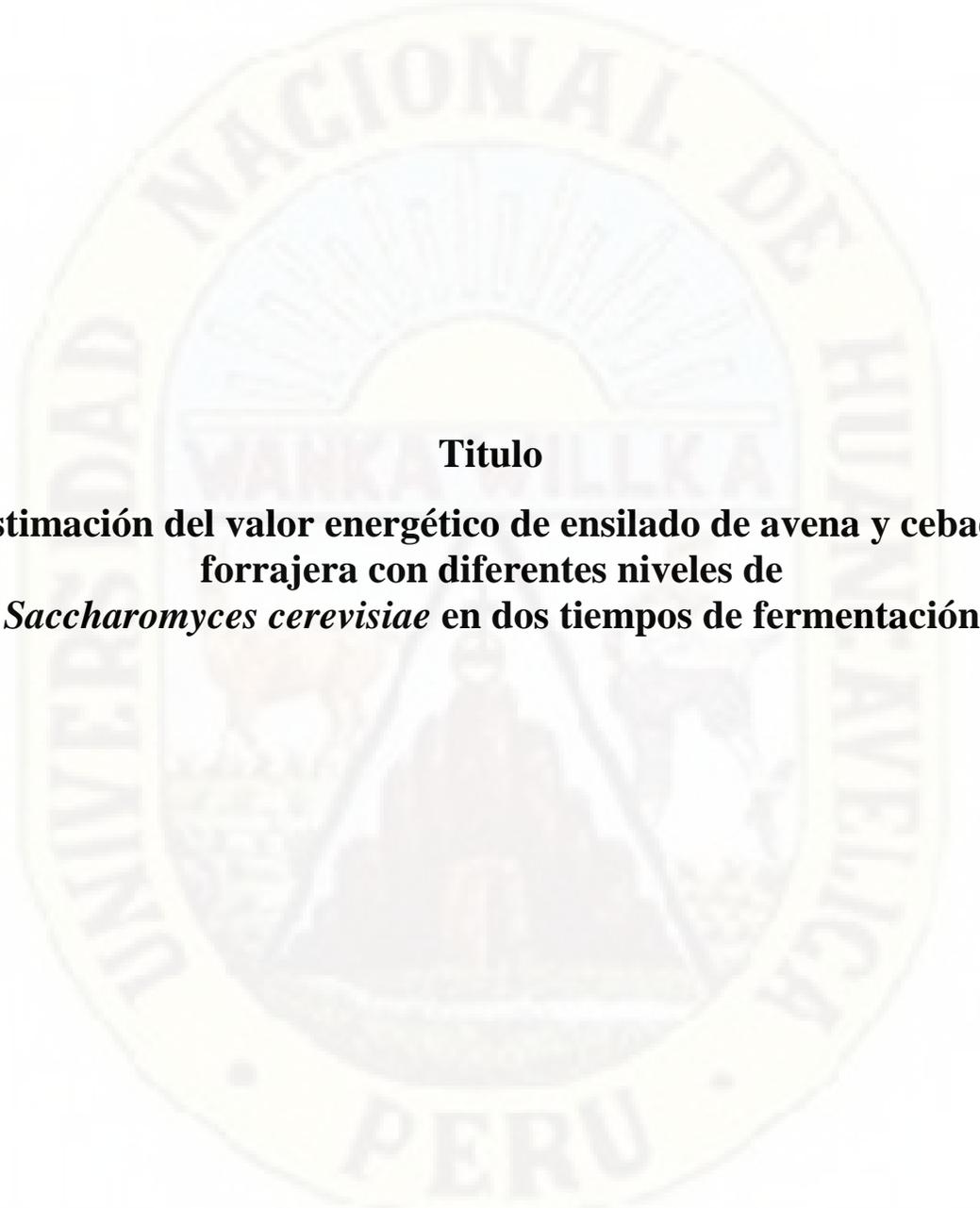
En señal de conformidad, firmamos a continuación:


Presidente


Secretario

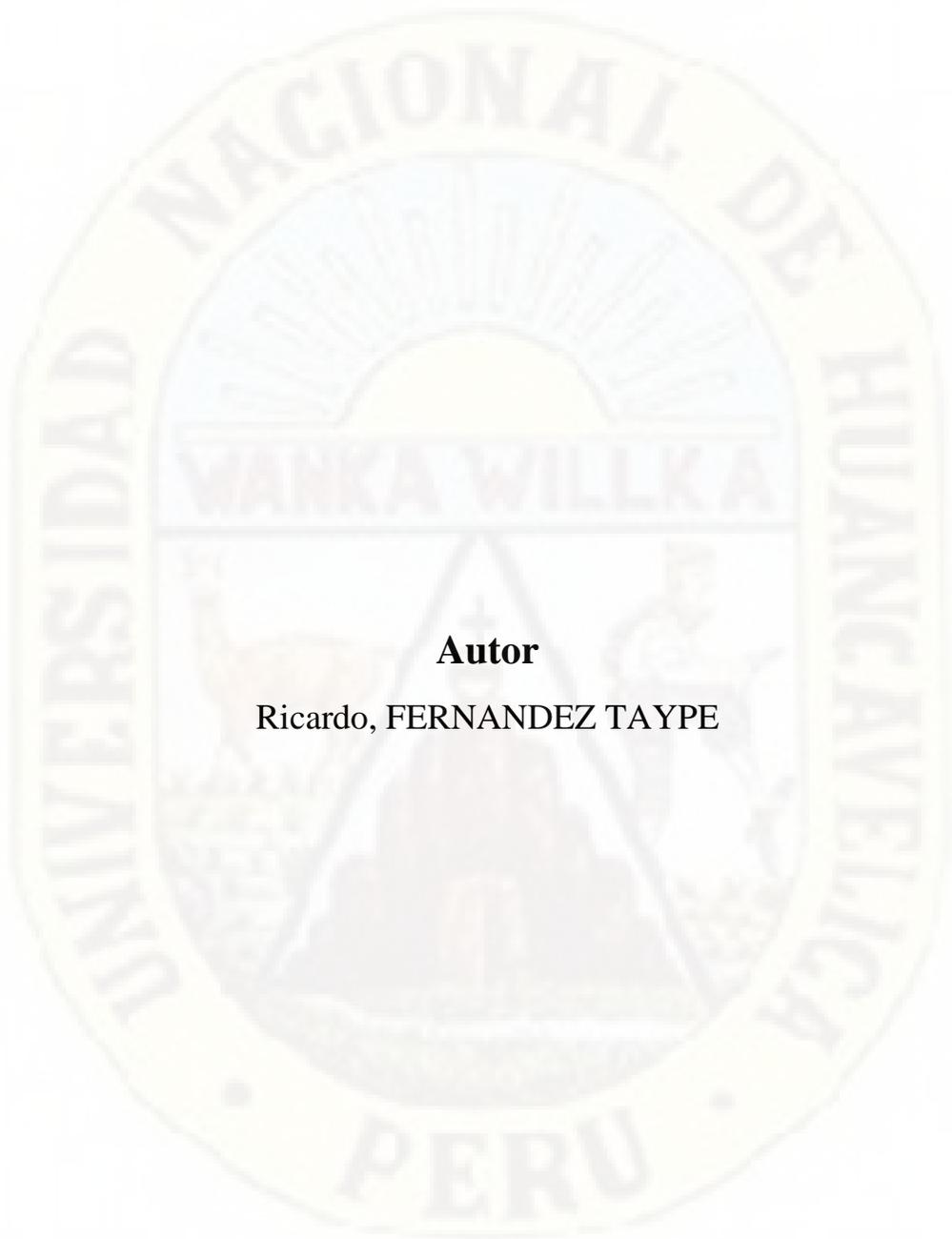

Vocal


Vº Bº Decano



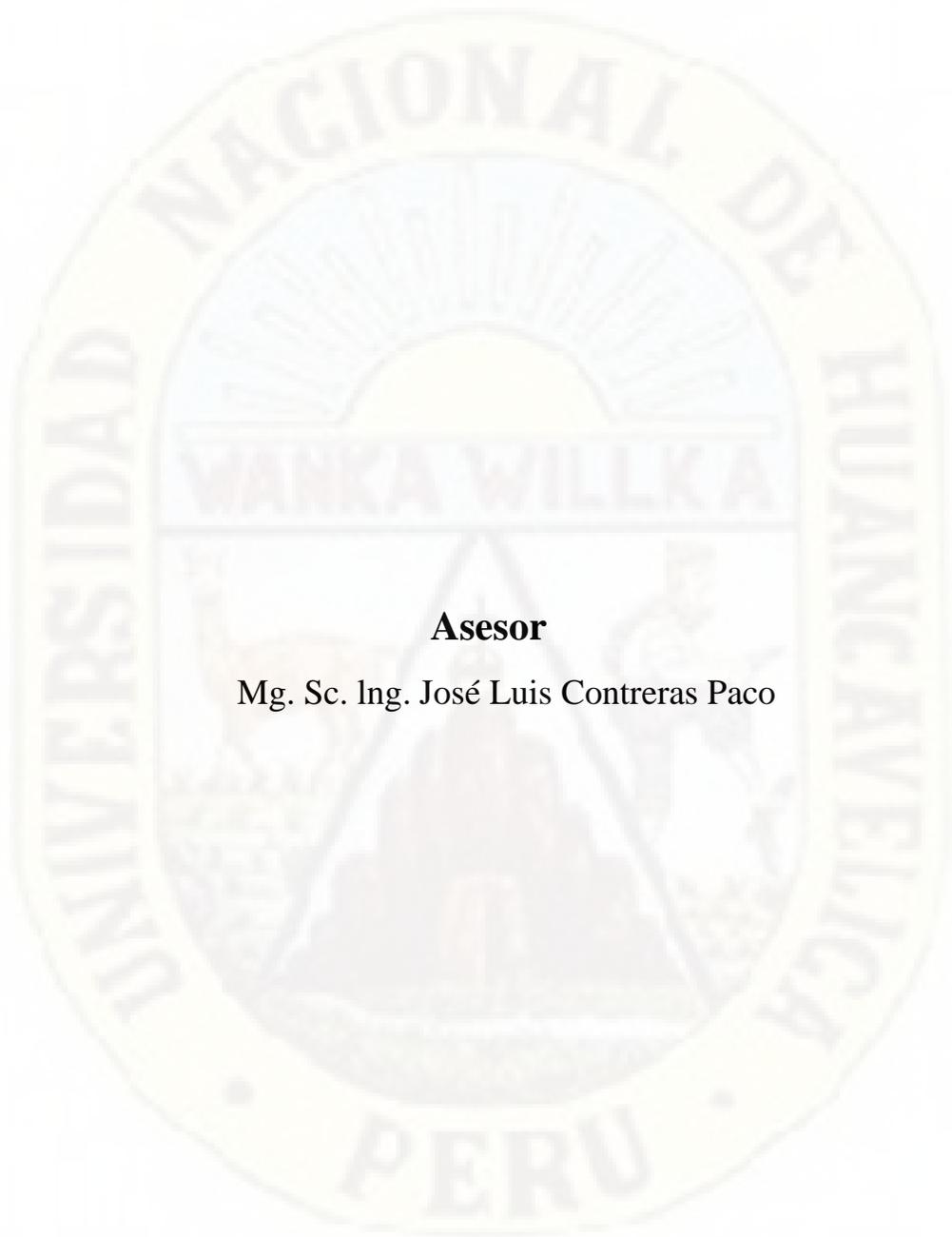
Título

**Estimación del valor energético de ensilado de avena y cebada
forrajera con diferentes niveles de
Saccharomyces cerevisiae en dos tiempos de fermentación**



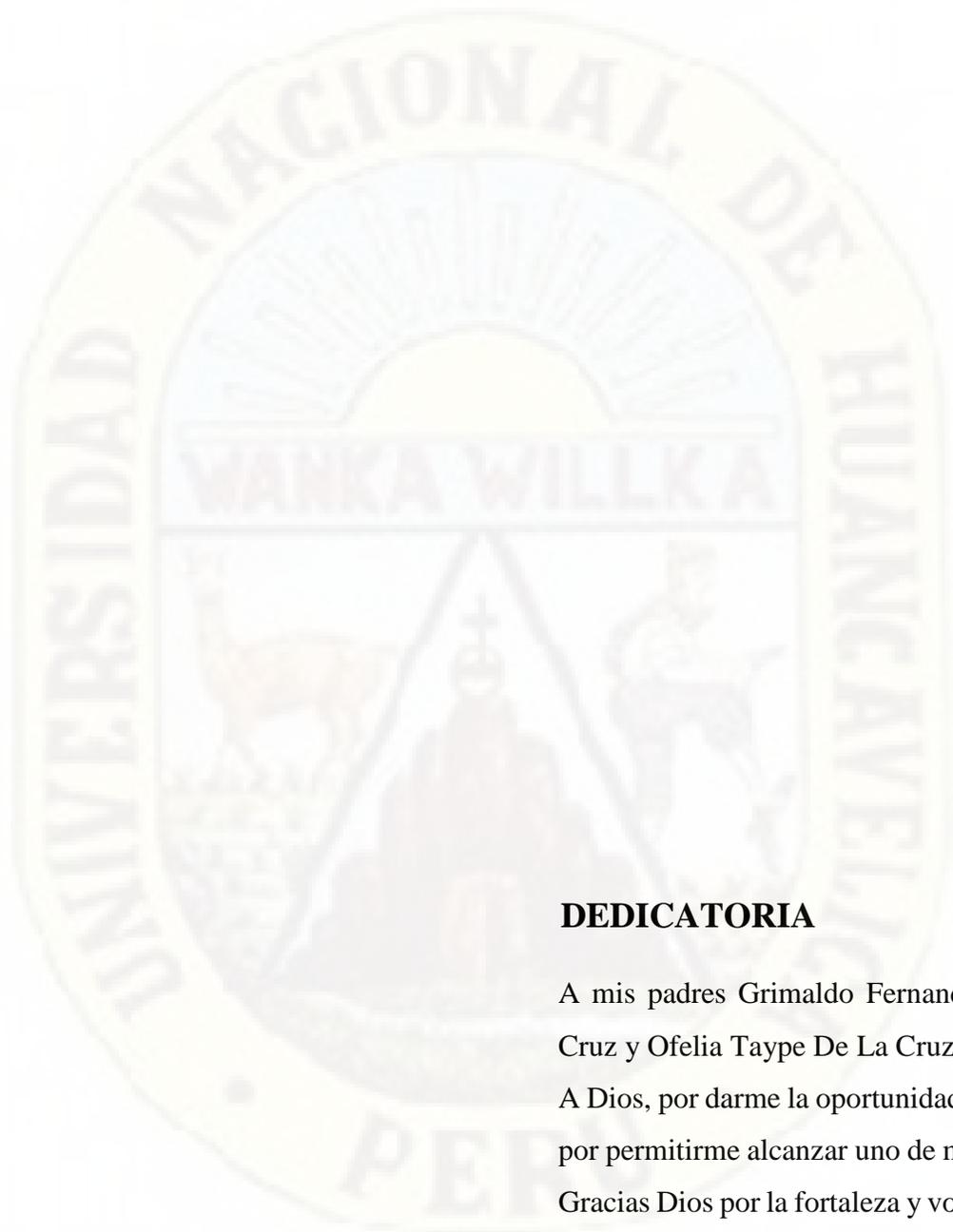
Autor

Ricardo, FERNANDEZ TAYPE



Asesor

Mg. Sc. Ing. José Luis Contreras Paco



DEDICATORIA

A mis padres Grimaldo Fernandez De La Cruz y Ofelia Taype De La Cruz.

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por permitirme alcanzar uno de mis sueños.

Gracias Dios por la fortaleza y voluntad que me diste para terminar esta carrera.

AGRADECIMIENTO

Expresar mi agradecimiento a la Universidad Nacional de Huancavelica alma mater de mi formación profesional, a los catedráticos de la Escuela Profesional de Zootecnia por enseñarme sus conocimientos, experiencias y ser parte de mi formación profesional.

Al Mg. Sc. Ing. José Luis Contreras Paco por el asesoramiento y apoyo en el presente trabajo de investigación.

Al Ing. James Curasma por brindarme su apoyo para realizar este trabajo de investigación.

Mi agradecimiento grandioso a mis amigos y a todas las personas que contribuyeron para la concretización de este presente trabajo de investigación.

Mi reconocimiento profundo a toda mi familia por el apoyo brindado en la ejecución de trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

Título.....	2
Autores.....	3
Asesor.....	4
Dedicatoria.....	5
Agradecimiento.....	6
Índice general.....	7
Índice de cuadros.....	9
Índice de graficos.....	10
Resumen.....	12
Abstract.....	13
Introducción.....	14

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema	16
1.2 Formulación del problema	17
1.3 Objetivos	17
1.4 Justificación	18
1.5 Limitaciones.....	19

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes	20
2.2 Bases teóricas.....	30
2.2.1 Valor nutritivo	30
2.2.2 Composición química bromatológica.....	30
2.2.3 Estimacion del valor energético del alimento.....	33

2.2.4	Ensilado	35
2.2.5	Propiedades nutricionales del ensilado.....	36
2.2.6	Cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)	36
2.2.7	Avena (<i>Avena sativa</i>).....	38
2.2.3	Aditivos	41
2.2.4	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (Levadura de Pan).....	42
2.3	Definición de términos.....	45
2.4	Hipótesis	47
2.5	Variables	47
2.5.1	Variable independiente	47
2.5.2	Variable dependiente	47
2.6	Operacionalización de variables	49

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1	Ámbito temporal y espacial	50
3.2	Tipo de investigación	50
3.3	Nivel de investigación.....	50
3.4	Diseño experimental	50
3.5	Población, muestra, muestreo	53
3.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	53
3.6.1	Procedimiento para el ensilado de cebada y avena.....	53
3.7	Procesamiento de análisis de laboratorio y recolección de datos	56
3.7.1	Procesamiento para determinar la composición química bromatológica	56
3.7.2	Procesamiento para determinar los valores energéticos	60
3.8	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	61

CAPÍTULO IV

DISCUSION DE RESULTADOS

4.1	Composicion química bromatológica	62
4.2	Estimación de valores energéticos	83
4.3	Conclusiones	108
4.4	Recomendaciones.....	109
4.5	Referencias bibliograficas.....	110
4.6	Apéndices.....	123

CUADROS

Cuadro 1.	Composicion química de la avena	38
Cuadro 2.	Composicion química de la cebada	41
Cuadro 3.	Operacionalización de variables en estudio.....	49
Cuadro 4.	Factores en estudio del ensayo experimental.....	50
Cuadro 5.	Esquema del experimento	51
Cuadro 6.	Análisis de varianza que se utilizó para la interpretación de los resultados	52
Cuadro 7.	Análisis de varianza de materia seca.	62
Cuadro 8.	Análisis de varianza de proteína cruda.....	65
Cuadro 9.	Análisis de varianza de fibra detergente neutra.....	69
Cuadro 10.	Análisis de varianza de fibra detergente acida	72
Cuadro 11.	Análisis de varianza de extracto etereo	76
Cuadro 12.	Análisis de varianza de materia mineral.....	79
Cuadro 13.	Análisis de varianza de digestibilidad de la materia seca.....	83
Cuadro 14.	Análisis de varianza de nutrientes digestibles totales.....	87
Cuadro 15.	Análisis de varianza de energía digestible.....	90
Cuadro 16.	Análisis de varianza de energía metabolizable.....	94

Cuadro 17. Análisis de varianza de energía neta de mantenimiento.....	97
Cuadro 18. Análisis de varianza de energía neta de ganancia.....	101
Cuadro 19. Análisis de varianza de energía neta de lactancia.....	104
Cuadro 20. Matriz de consistencia.	128

GRAFICOS

Grafico 1. Efectos principales de materia seca para constatar el ANOVA.....	63
Grafico 2. Interacciones dobles de materia seca para constatar el ANOVA.....	63
Grafico 3. Prueba de significancia Tukey a los promedios de materia seca	64
Grafico 4. Efectos principales de proteína cruda para constatar el ANOVA.....	66
Grafico 5. Interacciones dobles de proteína cruda para constatar el ANOVA.....	67
Grafico 6. Prueba de significancia Tukey a los promedios de proteína cruda	67
Grafico 7. Efectos principales de fibra detergente neutra para constatar el ANOVA.....	70
Grafico 8. Interacciones dobles de fibra detergente neutra para constatar el ANOVA.....	70
Grafico 9. Prueba de significancia Tukey a los promedios de fibra detergente neutra	71
Grafico 10. Efectos principales de fibra detergente acida para constatar el ANOVA.	73
Grafico 11. Interacciones dobles de fibra detergente acida para constatar el ANOVA.	74
Grafico 12. Prueba de significancia Tukey a los promedios de fibra detergente acida.....	74
Grafico 13. Efectos principales de extracto etéreo para constatar el ANOVA.	77
Grafico 14. Interacciones dobles de extracto etéreo para constatar el ANOVA.....	77
Grafico 15. Prueba de significancia Tukey a los promedios de extracto etéreo.....	78
Grafico 16. Efectos principales de materia mineral para constatar el ANOVA.....	80
Grafico 17. Interacciones dobles de materia mineral para constatar el ANOVA.	81
Grafico 18. Prueba de significancia Tukey a los promedios de materia mineral	81
Grafico 19. Efectos principales de digestibilidad de la materia seca para constatar ANOVA..	84
Grafico 20. Interacciones dobles de digestibilidad de la materia seca para constatar ANOVA	84
Grafico 21. Prueba de significancia Tukey a los promedios de las digestibilidad de MS	85
Grafico 22. Efectos principales de nutrientes digestibles totales para constatar el ANOVA....	87

Grafico 23. Interacciones dobles de nutrientes digestibles totales para constatar el ANOVA.	88
Grafico 24. Prueba de significancia Tukey a los promedios de nutrientes digestibles totales...	88
Grafico 25. Efectos principales de energía digestible para constatar el ANOVA.....	91
Grafico 26. Interacciones dobles de energía digestible para constatar el ANOVA	91
Grafico 27. Prueba de significancia Tukey a los promedios de energía digestible	92
Grafico 28. Efectos principales de energía metabolizable para constatar el ANOVA.....	94
Grafico 29. Interacciones dobles de energía metabolizable para constatar el ANOVA.	95
Grafico 30. Prueba de significancia Tukey a los promedios de energía metabolizable	95
Grafico 31. Efectos principales de energía neta de mantenimiento para constatar ANOVA....	98
Grafico 32. Interacciones dobles de energía neta de mantenimiento para constatar ANOVA .	98
Grafico 33. Prueba de significancia Tukey a los promedios de energía neta de mantenimien .	99
Grafico 34. Efectos principales de energía neta de ganancia para constatar el ANOVA.	102
Grafico 35. Interacciones dobles de energía neta de ganancia para constatar el ANOVA	102
Grafico 36. Prueba de significancia Tukey a los promedios de energía neta de ganancia.....	103
Grafico 37. Efectos principales de energía neta de lactancia para constatar el ANOVA.	105
Grafico 38. Interacciones dobles de energía neta de lactancia para constatar el ANOVA.	106
Grafico 39. Prueba de significancia Tukey a los promedios de energía neta de lactancia.....	106

RESUMEN

La investigación se realizó con el objetivo de estimar el valor energético del ensilado de avena y cebada forrajera adicionando diferentes niveles *Saccharomyces cereviceae* en dos tiempos de fermentación. El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal y Evaluación de alimentos (LUNEA) de la Escuela Profesional de Zootecnia de la Universidad Nacional de Huancavelica, Perú. El diseño estadístico que se utilizó fue el diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x2x4 con 16 tratamientos y 3 repeticiones. Se utilizaron muestras de avena y cebada forrajera en etapa fenológica grano lechoso que se ensilaron en mini silos con 1.50 kg de forraje picado aplicándose *S. cerevisiae* en diferentes niveles de 0%, 1.5%, 3%, 4.5% durante 21 y 42 días de tiempo de fermentación, se aperturó los mini silos y se tomaron muestras para poder determinar la composición química bromatológica y así a la vez poder determinar mediante ecuaciones de predicción el contenido de energía DMS, NDT, ED, EM, ENm, ENg y ENl. El ensilado y tiempo de fermentación tuvo efecto significativo ($p < 0.05$) sobre las variables estudiadas excepto en EE y PC, el nivel de levadura tuvo efecto ($p < 0.05$) sobre las variables estudiadas excepto en EE, las interacciones ensilado*tiempo tuvo efecto ($p < 0.05$) en las variables estudiadas excepto en PC, EE y MM, el ensilado*nivel tuvo efecto significativo ($p < 0.05$) en las variables estudiadas excepto en PC, EE y MM, el tiempo*nivel tuvo efecto significativo ($p < 0.05$) en MM excepto en las demás variables y la interacción ensilado*tiempo de fermentación*nivel de levadura no tuvo efecto significativo sobre ninguna variable ($p > 0.05$). Los resultados demostraron que hubo variación a mayor nivel de *S. cerevisiae* y tiempos de fermentación se incrementa el contenido de proteína cruda y materia mineral del ensilado y las estimaciones del valor energético en digestibilidad de la materia seca, nutrientes digestibles totales, energía digestible, energía metabolizable, energía neta de mantenimiento y energía neta de lactación, obteniendo el mejor nivel de *S. cerevisiae* al 4.5% con 42 días de tiempo de fermentación. Concluyendo que la adición de *S. cerevisiae* a mayor tiempo de fermentación incrementa el contenido nutricional del ensilado en términos de proteína, minerales y las estimaciones del valor energético, siendo estas estimaciones similares a otras investigaciones experimentales.

Palabras Claves: Ensilado, *Saccharomyces cerevisiae* y valor energético.

ABSTRACT

The research was carried out with the objective of estimating the energy value of oat and barley silage by adding different levels of *Saccharomyces cerevisiae* in two fermentation times. The experiment was carried out at the Laboratory of Animal Nutrition and Food Evaluation (LUNEA) of the Professional School of Animal Husbandry of the National University of Huancavelica, Peru. The statistical design used was a completely randomized design with a 2x2x4 factorial arrangement with 16 treatments and 3 replications. Samples of oats and forage barley at the milky grain phenological stage were ensiled in mini silos with 1.50 kg of chopped forage, applying *S. cerevisiae* at different levels of 0%, 1.5%, 3%, 4.5% during 21 and 42 days of fermentation time, the mini silos were opened and samples were taken to determine the bromatological chemical composition and at the same time to determine by means of prediction equations the energy content DMS, NDT, ED, EM, ENm, ENg and ENl. Silage and fermentation time had significant effect ($p < 0.05$) on the variables studied except in EE and PC, yeast level had effect ($p < 0.05$) on the variables studied except in EE, silage*time interactions had effect ($p < 0.05$) on the variables studied except in PC, EE and MM, silage*level had significant effect ($p < 0.05$) on the variables studied except on PC, EE and MM, time*level had significant effect ($p < 0.05$) on MM except on the other variables and the interaction silage*fermentation time*level of yeast had no significant effect on any variable ($p > 0.05$). The results showed that the higher the level of *S. cerevisiae* and the longer the fermentation time, the higher the crude protein and mineral content of the silage and the higher the estimates of energy value in terms of dry matter digestibility, total digestible nutrients, digestible energy, metabolizable energy, net maintenance energy and net lactation energy, obtaining the best level of *S. cerevisiae* at 4.5% with 42 days of fermentation time. It is concluded that the addition of *S. cerevisiae* at longer fermentation time increases the nutritional content of the silage in terms of protein, minerals and energy value estimates, being these estimates similar to other experimental investigations.

KEY WORDS: Silage, *Saccharomyces cerevisiae* and energy value.

INTRODUCCION

En la sierra del Perú la superficie agropecuaria está cubierta por pastos naturales alto andinos ocupando el 12.17% del territorio nacional, alimento forrajero que consume el 78.8% de ganado vacuno, el 92.2% de ganado ovino y 100% de camélidos sudamericanos (Roque, 2012). Los cultivos forrajeros más abundantes son la avena, cebada, vicia, alfalfa, rye grass, los cuales se vienen sembrando con un limitado conocimiento sobre sus ventajas agronómicas y nutricionales (Ordoñez y Bojórquez, 2011). La ganadería es alimentada con recursos forrajeros de baja producción en calidad nutricional y bajo aporte energético que viéndose afectada su disponibilidad durante la época seca donde es escasa la presencia de lluvias, estos forrajes no cubren los requerimientos mínimos necesarios para desarrollar una ganadería sostenible, teniendo como consecuencia bajos niveles de producción y productividad pecuaria. (Roque, 2012)

En las zonas ganaderas la conservación de forrajes en estado de ensilaje constituye una alternativa importante que tiende a solucionar la deficiencia de alimentos existentes en época seca donde existe escasez de forraje para la alimentación del ganado o para una producción sostenida de carne, leche, las especies forrajeras en estado natural y postcosecha tienen bajo valor energético y proteico sin embargo constituyen un valioso recurso alimenticio para resolver el problema de escasez de forraje, mediante la adición de aditivos que mejoren la calidad nutricional de los alimentos.

La industria de la alimentación animal en la búsqueda de nuevas alternativas que promuevan una producción más limpia encontró algunos microorganismos benéficos conocidos como levaduras *Saccharomyces cerevisiae*, que se adicionan al alimento de los animales para mejorar su metabolismo, sistema inmune y producción. La nutrición al ser uno de los aspectos que más influyen en los costos de alimentación, el empleo de *Saccharomyces cerevisiae* al ser de bajo costo y beneficioso incrementan la eficacia de la dieta, mejoran la salud, promueven el crecimiento y aumentan la producción ganadera. (Espinoza *et al.*, 2001)

Por otra parte, para poder determinar el contenido energético de un alimento en sus diferentes formas y fracciones (NDT, energía digestible, energía metabolizable y energía líquida) se realizan experimentos de digestión y metabolismo que son métodos extremadamente laboriosos y caros. Para solucionar este problema, la NRC (2001) propuso una serie de ecuaciones para estimar la digestibilidad y la energía de los alimentos a partir de su composición química bromatológica. (Silva *et al.*, 2001)

Este trabajo se llevó a cabo con el objetivo de estimar el valor energético del ensilado de avena y cebada forrajera adicionando diferentes niveles de *Saccharomyces Cereviceae* en dos tiempos de fermentación, generando mayor información y conocimiento en la composición química bromatológica y el valor energético del ensilado, reduciendo los costos y tiempo en realizar su determinación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del Problema

La problemática de los forrajes principalmente la baja producción de este alimento, su escasez durante la época seca, el costo elevado de alimentos, el desconocimiento del valor nutricional, el bajo valor energético y proteico del forraje con que cuentan la mayoría de productores son factores influyentes en la baja productividad de los ganados (Mc Donald *et al.*, 2002)

En la región Huancavelica la mayor cantidad de animales empleados para producción son: vacunos, ovinos y camélidos, por lo tanto se necesita alimento en épocas donde hay escasez de alimento, en donde satisfacer las necesidades energéticas de los animales es el mayor costo ligado a la alimentación de los animales. Los animales necesitan energía para mantener sus necesidades fisiológicas, conservar la temperatura corporal y mantener la actividad muscular. Adicionalmente, los animales también necesitan energía para sus producciones: lactación, crecimiento, reproducción, engorde y trabajo. (Barreto, 2010)

La incorporación del *Saccharomyces cerevisiae* en alimentación animal es muy limitado y escaso, al ser de un bajo costo y nutritivo se realizaron investigaciones en aves, cerdos y en rumiantes mostrando un aporte significativo mediante su uso, que mejoran el rendimiento animal, la eficiencia de la fermentación ruminal, mejoran la eficiencia alimenticia, el aumento de peso y la producción de leche. Sin embargo, no existe mucha información sobre su aplicación en ensilados, siendo importante y relevante su investigación.

Otro problema que surge con el desconocimiento del valor nutritivo del forraje y su escasez en época seca es el costo para poder determinar el valor energético de un alimento, existen diversos métodos y técnicas usadas que requieren de tiempo, dinero y análisis laborioso para

determinar la digestibilidad y el contenido energético en sus diversas formas, por lo que la NRC (2001), determinó un modelo de ecuaciones de estimación o fórmulas, para la determinación de estos parámetros energéticos con el fin de reducir el tiempo y el costo en su realización.

Por consiguiente, el presente trabajo de investigación consiste en estimar el valor energético del ensilado de avena y cebada forrajera adicionando diferentes niveles de *Saccharomyces cereviceae* en dos tiempos de fermentación solucionando a problemas prácticos y viables como son la obtención de mayor información del contenido nutricional energético del ensilado para épocas de escasez de forraje, la importancia que conlleva utilizar aditivos como el *Saccharomyces Cereviceae* en la alimentación animal y la reducción de tiempo y recursos en la determinación del valor energético del alimento a través de ecuaciones de predicción, todos estos se asocian principalmente a la poca inversión y débil asistencia técnica de las instituciones públicas y privadas a los productores, que vienen repercutiendo año tras año en la producción de sus animales a nivel de la región de Huancavelica.

1.2 Formulación del Problema

¿Cuál es el valor energético estimado del ensilado de avena y cebada forrajera con diferentes niveles de *Saccharomyces cerevisiae* en dos tiempos de fermentación?

1.3 Objetivos

1.3.1 Generales

- Estimar los valores energéticos del ensilado de avena y cebada forrajera adicionando diferentes niveles de *Saccharomyces cerevisiae* en dos tiempos de fermentación.

1.3.2 Específicos

- Determinar la composición química bromatológica del ensilado de avena y cebada forrajera adicionando diferentes niveles de *Saccharomyces cerevisiae* en dos tiempos de fermentación.

- Determinar el mejor nivel de *Saccharomyces cerevisiae* en dos tiempos de fermentación en ensilado de avena y cebada forrajera mediante la estimación del valor energético.

1.4 Justificación

Teórica: A nivel del Perú durante la época seca, la mayor preocupación de los productores o ganaderos es como suministrar forraje cuando no existe crecimiento de las especies forrajeras para poder cubrir los gastos de mantenimiento, crecimiento y producción sus animales, una alternativa de solución para contrarrestar la escasez de alimentos es aplicar tecnologías como el ensilado, esta técnica ha tenido poco avance; por el desconocimiento del alto contenido energético y proteico que posee el forraje conservado, los productores conservan sus forrajes inadecuadamente; también existe un desconocimiento en el uso de aditivos como las levaduras, que mejoran y preservan la calidad del ensilado haciendo más palatable y nutritivo el forraje para los animales, por otro lado el análisis laborioso para determinar el valor energético de dichos alimentos son muy costosos y requieren de tiempo por lo cual la NRC en el año 2001 empleo una serie de ecuaciones para determinar más fácilmente estas concentraciones.

Bibliográfico: Existe una variedad de trabajos científicos a nivel mundial y nacional que habla sobre la composición química bromatológica de la avena y la cebada, pero no hay ningún estudio sobre la aplicación de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en ensilados y la concentración energética de estos alimentos.

Económico: El desconocimiento del contenido nutricional energético y proteico, la poca disponibilidad de alimento en periodos de escasez de forraje y el costo alto en su determinación en el análisis del alimento son problemas más recurrentes que tiene los productores o ganaderos durante todos los años, mediante el ensilado de avena y cebada forrajera se pretende mejorar la calidad de dieta de los animales a través del conocimiento de su contenido nutricional, así mismo, ayuda a los productores a tener mayores ingresos económicos por su bajo costo en su utilización, por el conocimiento del uso de aditivos

como el *Saccharomyces cerevisiae* y de las concentraciones energéticas que mejoran el rendimiento productivo y mantienen sus necesidades fisiológicas ayudando así a reducir los recursos, costos y tiempo, solucionando problemas de escasez de forraje y mejorando la calidad en la producción de alimentos de origen animal.

Científico: Al nivel de la región de Huancavelica no existen estudios referentes a la utilización de *Saccharomyces cerevisiae* en cultivos forrajeros o en forma de ensilado, tampoco la utilización de ecuaciones de predicción que determinen los valores energéticos mediante su composición química bromatológica, es por ello que este trabajo ayudara como apoyo a otras investigaciones que puedan realizarse sobre el tema.

1.5 Limitaciones

Escasez de reactivos en el laboratorio para el procesamiento del material biológico que ayuden a determinar la composición química bromatológica con mayor facilidad.

Escasez de disponibilidad de tiempo para sembrar y cosechar la avena y cebada, que permita recolectar fácilmente el alimento para utilizarlo en el proyecto de investigación.

Escasez de antecedentes y registros referentes al tema estudiado donde no hay ninguna información que coadyuve a ampliar el contenido.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Aguirre (2018). Realizó un estudio sobre “Producción de gas fecal in vitro de seis ingredientes usados en la alimentación de caballos con la adición de *Saccharomyces cerevisiae*”. El objetivo fue evaluar el valor nutritivo de seis alimentos (granos y forrajes) usados comúnmente para la alimentación de caballos, analizando la base de su composición química y mediante la técnica de producción de gas in vitro estimar la cinética de fermentación de cada uno de los ingredientes sin adición y con la adición de *Saccharomyces cerevisiae* a 2mg/g. El diseño estadístico fue un diseño factorial de dos factores. El inóculo fecal fue obtenido de un caballo de la raza árabe alimentado con una cantidad restringida de alimento concentrado y heno de avena ad libitum. Respecto a los tratamientos los alimentos probados como sustratos corresponden a tres concentrados los cuales incluyeron maíz rolado (*Zea mays*), cebada rolada (*Hordeum vulgare*) y salvado de trigo (*Triticum aestivum*) y tres forrajes que incluyeron cascara de soya (*Glycine max*), rastrojo de maíz (*Zea mays*) y heno de avena (*Avena sativa*). En los resultados los forrajes presentaron un pH de fermentación más alto comparado con concentrados pero menor energía metabolizable, digestibilidad de Materia Orgánica in vitro (IVOMD) y producción de proteína microbiana en comparación con los concentrados. Desde 24 a 70 horas de incubación, forrajes con o sin levadura tuvieron una producción de gas en comparación con concentrados adicionados con *S. cerevisiae*. La suplementación con *S. cerevisiae* aumento la producción de gas asintótico de cebada rolada, maíz rolado, salvado de trigo, rastrojo. La suplementación con *S. cerevisiae* mejora la fermentación de los alimentos con mayores efectos en concentrados que en forrajes, concluyendo que, *S. cerevisiae* mejora principalmente la utilización del concentrado por los caballos, también mejora la digestión de la fibra cuando la dieta usada en caballos es alta en forraje.

Arboleda et al. (2012). Realizaron un estudio sobre “Evaluación de sistemas de alimentación como estrategia para afrontar la estacionalidad en ganado lechero”. El objetivo del experimento fue evaluar el efecto del ensilaje de avena L-017 y del suplemento energético proteico sobre la producción y calidad composicional de la leche, sobre el peso y la condición corporal de vacas Holstein. Para el diseño experimental se empleó el sistema “Cross over” que incluye la rotación de cada grupo de las tres dietas en tres períodos. Para el estudio se emplearon 12 vacas entre los 100 y los 150 días de lactancia, con producciones promedio de 8.6L las cuales se dividieron aleatoriamente en tres grupos para evaluar tres dietas (D): D1, pastoreo + ensilaje; D2, pastoreo+ ensilaje + suplemento y D3, pastoreo + concentrado comercial (dieta tradicional). En cuanto a producción de leche, la dieta que mostro mayor producción fue ensilaje + suplemento (D2), con 11.9L/día; seguida por la dieta tradicional (58,38%) (D3), con 10.3L/día; y la menor producción se obtuvo con pastoreo + ensilaje (D1), con 9.3L/día, resultados significativos ($P < 0.05$). Respecto a la calidad composicional de la leche, se observó mayor concentración de sólidos en las vacas con menores producciones de leche. El peso y condición corporal disminuyó en vacas que incrementaron el volumen de leche producida y aumento en aquellas que tuvieron una menor respuesta productiva.

Castillo et al. (2013). Realizaron un estudio sobre “Producción, evaluación química, contenido energético, carbohidratos estructurales y no estructurales y digestibilidad in vitro en maíz forrajero”. El objetivo del experimento fue evaluar dos híbridos del Maíz: AN-447 y AN-388, una variedad forrajera en experimentación y como testigo el híbrido P30G54. El diseño fue completamente al azar con igual número de repeticiones por tratamiento, con 4 tratamientos y 2 repeticiones para materia seca, composición química, FDN y contenido energético; y 4 tratamientos con 4 repeticiones para DIVMS. En la evaluación química se obtuvo el contenido energético, FDN, CNE, y digestibilidad in vitro de la materia seca. En los resultados, existió diferencia ($P \leq 0,01$) en PC (%); el mayor contenido de PC fue para el forrajero en experimentación (12,21%) y AN-447 (11,24%). El EE (%) fue diferente ($P \leq 0,05$), el mayor valor fue para el forrajero en experimentación EE (1,31%) y AN-388 (1,21%). En FC (fibra

cruda) y ELN (extracto libre nitrógeno) no fueron diferentes ($P \geq 0,05$). Cenizas si se diferenció ($P \leq 0,05$) con valores altos para todos los cultivos. En NDT (%), ED, EM y ENm, ENg, ENI (Mcal/kg MS) fueron iguales ($P \geq 0,05$). La digestibilidad de materia seca in vitro, fue mayor en AN-388 (59,64%) y P30G54 (58,38%) y valores menores y diferentes para la variedad forrajero en experimentación (52,05%) el cual también fue diferente a AN-447 (43,41%). El contenido de nutrimentos de los cuatro genotipos de maíz para forraje es bueno y es fuente alternativa para la alimentación animal.

Dolezal et al. (2011). Realizaron un estudio para evaluar el efecto de *Saccharomyces cerevisiae* (cepa SC-47) sobre la fermentación ruminal en vacas lecheras. Se estudió en treinta y seis vacas lecheras de la raza Holstein en donde los animales se dividieron en un grupo control y cinco grupos experimentales. Los animales recibieron una dieta consistente en un buen ensilado de maíz con mayor contenido de materia seca (16 kg), heno de trébol-pasto (16 kg), heno de pradera (3 kg) y mezcla de alimento complementario (7,5 kg). Las raciones se administraron a las vacas como ración mixta total. En grupos experimentales, el cultivo de levadura se agregó a la mezcla de alimento en cantidades de 2, 4, 6, 8, 10 g por día y animal. Se tomaron muestras de líquido ruminal por vía oral 3-4 horas después de la alimentación. En los resultados obtenidos indicaron que la adición de un *Saccharomyces cerevisiae*, el cultivo de SC-47 en las dosis recomendadas mostró un efecto positivo sobre la digestión ruminal. En comparación con el control, la adición de todas las cantidades mencionadas anteriormente del cultivo de levadura en la ración de alimentación resultó en todos los casos en una ($P < 0,01$) disminuyó el pH y fluctuó cerca del límite inferior de los valores de referencia. En comparación con el control, la suplementación con cultivo de levadura mostró un efecto positivo ($P < 0,01$) sobre la producción de ácidos grasos volátiles (AGV). La utilización de amoníaco fue mayor ($P < 0,01$) en los grupos experimentales que en los controles. La diferencia en el número de protozoos en el rumen de las vacas lecheras en los grupos de control y experimental fue estadísticamente muy significativa ($P < 0,01$) y diferente. Hubo una

estrecha relación entre la dosis de cultivo de levadura por un lado y el contenido de AGV y el número de protozoos por el otro.

Duniere et al. (2015). Realizaron un estudio sobre “Impacto de agregar *Saccharomyces cerevisiae* en fermentación, estabilidad aeróbica, valor nutritivo y poblaciones selectas de lactobacilos en ensilaje de maíz”. El objetivo fue investigar los impactos de estas cepas de *S. cerevisiae* sobre las características de fermentación del ensilado y la estabilidad aeróbica, la calidad del ensilado y las poblaciones de lactobacilos dentro del ensilaje de maíz. Los tratamientos fueron: CON sin *S. cerevisiae*; S1 con *S. cerevisiae* cepa 1; S2 con *S. Paradoxus* cepa 2 y S3 con dos cepas de *Saccharomyces cerevisiae* (cepa 1 y 3). Los tratamientos con *Saccharomyces cerevisiae* fueron inoculados individualmente sobre forrajes de maíz que se ensilaron en mini silos durante 90 días. Las características de fermentación del ensilaje inoculado con S1 fueron similares a las del ensilaje de control. La inoculación con *Saccharomyces* no tuvo ningún efecto perjudicial sobre la estabilidad aeróbica del ensilado. La digestibilidad in vitro de MS, la producción de gas y la síntesis de proteínas microbianas no se vieron afectadas por la inoculación de levadura. Todos los inoculantes se detectaron y cuantificaron durante la exposición aeróbica en lo cual la inoculación con *Saccharomyces* no alteró las poblaciones de lactobacilos. Las concentraciones aumentaron durante la exposición aeróbica, lo que demuestra que la densidad de estas cepas de levadura aumentaría entre el momento en que se extrajo el ensilado del almacenamiento y el momento en que se alimentó.

Elizalde y Gallardo (2013). Realizaron un estudio sobre “Evaluación de ensilajes de avena y cebada en la ganancia de peso de vaquillas en crecimiento”. En donde tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de urea al 4% y sin aditivo a ensilajes de avena y cebada, sobre el comportamiento productivo de vaquillas. Los tratamientos fueron: (A) ensilaje de avena en grano pastoso; (C) ensilaje de cebada en grano pastoso; (AU) ensilaje de avena en grano pastoso-harinoso, con urea; (CU) ensilaje de cebada en grano pastoso harinoso, con urea. En cada tratamiento se usaron seis vaquillas Overo Colorado de 327 kg de peso vivo inicial,

durante 64 días. Los animales fueron suplementados con concentrado (1,3 kg animal/día). Existieron diferencias en la composición química de los ensilajes, destacándose la cebada por su mayor concentración energética y menor contenido de fibra. El N amoniacal y pH en los ensilajes tratados fueron elevados. El tratamiento C registró el mayor ($P > 0,05$) consumo voluntario (8,5 kg MS día). El menor consumo fue para CU, mientras que en los ensilajes de avena se registraron valores intermedios y similares entre sí. No se observaron diferencias ($P > 0,05$) en incremento de peso entre los dos tratamientos a la avena, siendo similares a CU. El tratamiento C registró los mayores incrementos de peso (1,35 kg/día) y mayor ($P > 0,05$) eficiencia de conversión (7,2 kg alimento kg GPV). No se observó un beneficio productivo al utilizar un 4% de urea base MS, como agente preservante. La mejor respuesta animal fue para el tratamiento C.

Elghandour et al. (2019a). Realizaron un estudio sobre “Producción de gases fecales de diez piensos comunes para caballos suplementado con *Saccharomyces cerevisiae*”. En donde tuvo como objetivo evaluar el valor nutritivo de 10 alimentos (granos y forrajes) comúnmente utilizados en la nutrición equina, en base a su composición química, digestibilidad in vitro de materia orgánica (IVOMD) y mediciones de producción de gas in vitro con o sin suplementación de *Saccharomyces cerevisiae* (SC) a 4 mg/g. Los sustratos probados fueron: 6 concentrados (harina de gluten de maíz, harina de soja, maíz rolado, cebada rolada, grano de avena y salvado de trigo) y 4 forrajes (cáscara de soja, rastrojo de maíz, heno de alfalfa y heno de avena). El inóculo fecal se obtuvo de 4 caballos de pura sangre ingleses adultos alimentados con una cantidad restringida de concentrado y heno de avena ad libitum. Se observaron aumento de la adición de levadura ($P < .001$) en la producción de gas asintótico de los concentrados en comparación con los forrajes. Los forrajes tenían un pH de fermentación más alto en comparación con los concentrados ($P < .05$), energía metabolizable, IVOMD y producción de proteínas microbianas en comparación con los concentrados. Además, la suplementación con SC aumentó ($P < .05$) producción de energía metabolizable, IVOMD y proteína microbiana de cebada rolada, salvado de trigo y rastrojo de maíz, sin afectar ($P > .05$)

la fermentación de otros alimentos. La suplementación con SC mejoró la fermentación de los alimentos con mayores efectos sobre los concentrados en comparación con los forrajes. Se concluyó que, aunque SC mejora principalmente la utilización del concentrado por los caballos, también mejora la digestión de la fibra cuando se utiliza en dietas altas de ración alimentadas en los caballos.

Leao et al. (2017). Realizaron un estudio sobre “Composición nutricional y estabilidad aeróbica del ensilado de cereales de invierno en diferentes tiempos de almacenamiento”. El objetivo del experimento fue evaluar la composición nutricional, la recuperación de la materia seca (MS) y estabilidad aeróbica de ensilajes de cereales de invierno bajo diferentes períodos de almacenamiento. Los materiales utilizados fueron trigo (*Triticum aestivum*), cebada (*Hordeum vulgare*), avena blanca (*Avena sativa*), avena negra (*Avena strigosa*) y triticale (*X triticosecale*), en tres periodos de almacenamiento: 60, 120 y 180 días. El diseño fue una factorial 5x3, completamente al azar, compuesto por cinco especies forrajeras y tres períodos de almacenamiento, con cinco repeticiones. En la valoración nutricional, el ensilado de cebada presentó valores bajos de fibra detergente ácido (ADF; 331.2, 355.2 y 378.5 g/kg MS por 60, 120, 180 días, respectivamente), nutrientes digestibles totales altos (TDN; 558.2, 544.7 y 531,6 g/kg MS durante 60, 120, 180 días, respectivamente), alta recuperación de MS y estabilidad aeróbica. Trigo y triticale mostró una disminución en la recuperación de MS con el aumento en la duración del almacenamiento, aunque mostró una alta estabilidad aeróbica. El período de almacenamiento tuvo un efecto diferente sobre los forrajes; sin embargo, período de almacenamiento superior a 60 días no brindó beneficios para las variables evaluadas.

Nair et al. (2019). Realizaron un estudio sobre “Efectos de la inoculación de ensilaje de maíz con *Lactobacillus spp.* o *Saccharomyces cerevisiae* solo o en combinación sobre las características de fermentación del ensilado, la digestibilidad de los nutrientes y el rendimiento del crecimiento del ganado de carne en crecimiento”. El objetivo fue evaluar los efectos de un nuevo inoculante de ensilaje que contiene *Saccharomyces cerevisiae* cepa 3 como microbiano

de alimentación directa (DFM) sobre el ensilado, la estabilidad aeróbica y la digestibilidad de los nutrientes del ensilado de maíz y el rendimiento del crecimiento del ganado de carne. Se utilizó un diseño cuadrado latino para el análisis de la composición de nutrientes, los parámetros de fermentación, digestibilidad de nutrientes del tracto total y balance de nitrógeno. Los tratamientos incluyeron ensilaje de maíz sin inocular (CON); ensilaje de maíz inoculado con una mezcla de 1.1×10.5 ufc g^{-1} forraje fresco *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus buchneri* (INOC1); 1.0×10.4 ufc g^{-1} forraje fresco *S. cerevisiae* cepa 3 (INOC2) o una mezcla de INOC1 e INOC2 (INOC3). El ensilaje de maíz se realizó por 7, 30, 60 y 90 días en 48 mini con tres replicas. El ensilaje en INOC1 tuvo menor proporción de lactato con acetato como $INOC1 > INOC3 > INOC2$. En el ensilaje el número de bacterias del ácido láctico fue mayor ($P = 0.05$) para INOC1 que CON e INOC2, mientras que los recuentos de levadura tendieron ($P = 0.08$) para ser mayor para INOC2 que para INOC3. La estabilidad aeróbica del ensilaje de maíz no se vio afectada por la inoculación con *S. cerevisiae* cepa 3. Las vaquillas alimentadas con INOC2 e INOC3 tuvieron ($P < 0.01$) concentración de Ac. ruminal que aquellos alimentados con CON. Las digestibilidades aparentes del tracto total de DM, MO, ADF y NDF fueron mayores para novillas alimentadas con INOC2 que aquellas alimentadas con CON. El rendimiento del crecimiento fue similar en todos los tratamientos, ya que el porcentaje de peso corporal tendía a ser menor ($P = 0.08$) para novillos INOC2 en comparación con novillos CON. Estos resultados sugieren que *S. cerevisiae* La cepa 3 tiene potencial como componente en un inoculante de ensilaje DFM de cuarta generación.

Poma (2011). Realizó un estudio sobre “Evaluación del efecto de diferentes aditivos en la composición química del ensilaje de cebada (*Hordeum vulgare*) para la alimentación del ganado en el municipio de Viacha”. El objetivo fue evaluar el efecto de la adición de diferentes aditivos a la cebada, sobre la composición bromatológica del ensilaje. El diseño estadístico para la evaluación fue completamente al azar, con cuatro repeticiones y seis tratamientos. Combinando los aditivos: urea (4%), torta de soya (4%), alfalfa (15%), levadura de cerveza (10%) y azúcar (4%), por cuatro repeticiones por tratamiento. Se ensilaron por espacio de 90

días en los mini silos fabricados de tubos de PVC. Comprobando que los tratamientos T-2 (urea) y T-4 (alfalfa), presentaron un mayor contenido de proteína cruda 25.44% y 13.98%. Con relación al porcentaje de cenizas se observó que los tratamientos T-4 y T-5 presentaron mayores porcentajes 8.41% y 8.41% respectivamente, en el caso del contenido de Extracto Etéreo se logró obtener un mayor contenido en los tratamientos T-2 y T-4 con valores 4.57% y 4.46% respectivamente, con vii respecto al Contenido de Fósforo se determinó que los tratamientos T-2 y T-4 presentaron mayores valores 587.36 (mg/100gr) y 565.34 (mg/100gr), para los tratamientos T-3 y T-4. También se obtuvo valores altos del Contenido de Calcio con contenido de 62.28 (mg/100gr) y 29.72 (mg/100gr), también se obtuvo buenos valores del porcentaje de materia seca donde los tratamientos T-2 y T-3 presentaron contenidos altos de 34.95 % y 34.61 % respecto a los demás tratamientos.

Saeed et al. (2017). Realizaron un estudio sobre “Efecto de la adición de diferentes niveles de levadura *Saccharomyces cerevisiae* sobre la calidad de la fermentación y el valor nutritivo del cultivo de maíz ensilado”. El objetivo fue estudiar el efecto de la adición de levadura *S. cerevisiae* (BY) sobre la calidad de fermentación de los residuos de cultivos de maíz ensilados (CCR) y su valor nutritivo. El diseño estadístico fue completamente aleatorizado y se utilizó pruebas de rango múltiple para determinar la significancia de las diferencias entre las medias de los tratamientos. Las muestras de ensilado se prepararon en laboratorio con la adición de 6 niveles de BY, 0, 2.5, 5, 7.5, 10 y 12.5 g / muestra. De acuerdo con los niveles de CCR, los ensilajes fueron etiquetados CCR 0, CCR 2.5, CCR 5, CCR 7.5, CCR 10 y CCR 12.5 respectivamente. Los aditivos se disolvieron en una cantidad de agua suficiente para reducir el contenido de materia seca de CCR a aproximadamente 30-35%. Todas las muestras fueron ensiladas durante 60 días. En los resultados Los resultados mostraron que el ensilado tuvo un efecto beneficioso sobre la composición química, como lo demuestra la reducción del contenido de fibra cruda (CF). Se asoció una mejor calidad con CCR 7.5 y CCR 12.5. Ambos ensilajes se caracterizaron con color amarillo verdoso y olor a frutos fermentados y menor pH (4.26 vs 4.21). Sin embargo, el primer tratamiento alcanzó menores ($P < 0.05$) pérdidas de MS

(9.26 vs 11.32%). Se mejoró la digestibilidad de la materia seca in vitro (DIVMD) mediante el ensilado y la adición de levadura especialmente en CCR 7.5.

Yalcin et al. (2011). Realizaron un estudio que sobre “Valor nutritivo del cultivo de levadura viva *Saccharomyces cerevisiae* y su efecto en la producción de leche, la composición de la leche y algunos parámetros sanguíneos de las vacas lecheras”. El objetivo fue determinar el valor nutritivo del cultivo de levadura viva *Saccharomyces cerevisiae* e investigar sus efectos sobre la producción de leche, la composición de la leche y algunos parámetros sanguíneos en vacas lactantes. El análisis estadístico para la producción y composición de la leche, la ingesta de MS, la puntuación de la condición corporal y los componentes del suero sanguíneo se probaron mediante análisis de varianza con dos factores (período y tratamiento) utilizando el paquete estadístico de minitab. Se asignaron seis vacas Holstein multíparas a dos grupos de tres vacas y se asignaron al azar a una de las dos dietas en un experimento cruzado. Una dieta control y una dieta con concentrado (10 kg / d), ensilaje de maíz (26 kg / d), heno de alfalfa (5 kg / d) y paja de cebada (2 kg / día) con la adición de 50 g de *S. cerevisiae* diarios, las dietas se ofrecieron individualmente como raciones mixtas totales en dos proporciones iguales a las 05:00 y a las 17:00 h en cantidades suficientes para asegurar aproximadamente un 5% de rechazos. En los resultados *Saccharomyces cerevisiae* aportó un alto contenido proteico y energético con altos valores de digestibilidad de materia orgánica (83,35%) determinados por in vitro análisis enzimático. La suplementación con cultivo de levadura aumentó significativamente la producción de leche, tendió a aumentar la producción de grasa, proteína y lactosa de la leche. El nivel de ácidos grasos metilados en la grasa de la leche aumentó mediante la suplementación con cultivo de levadura. Las concentraciones de metionina, fenilalanina, tirosina, triptófano y taurina aumentaron significativamente con la inclusión dietética de cultivo de levadura. La suplementación con cultivos de levadura viva no afectó otras características de rendimiento, características de calidad de la leche y parámetros sanguíneos. Como conclusión, cultivo de levadura viva *Saccharomyces cerevisiae* tuvo un alto

valor nutritivo y efectos positivos en la producción de leche y algunas características de calidad de la leche en vacas lactantes en condiciones de campo.

Zhou et al. (2019). Realizaron un estudio sobre “Tallos de maíz dulce tratado con *Saccharomyces cerevisiae* solo o en combinación con *Lactobacillus plantarum*, composición nutricional, rasgos de fermentación y estabilidad aeróbica”. El objetivo fue evaluar los efectos de un inoculante de *Saccharomyces cerevisiae* en dosis alta solo o junto con *Lactobacillus plantarum* sobre la conservación de nutrientes, la calidad de la fermentación y la estabilidad aeróbica de ensilaje de tallos de maíz dulce. El diseño estadístico para la evaluación fue diseño mixto lineal teniendo los siguientes tratamientos, agua desionizada (sin inocular; U); *S. cerevisiae* a 1108 ufc / g de forraje fresco (S); y *S. cerevisiae* a 1108 ufc / g más *L. plantarum* a 1105 ufc / g (SL). Tratado los tallos se ensilaron en silos de laboratorio de 5 litros durante 30, 60 y 90 días. Los ensilajes S y SL tuvieron un mayor pH y mayor proteína cruda, nitrógeno amoniacal / nitrógeno total, fibra detergente neutra, contenido de fibra de detergente ácido y etanol en los tres períodos de ensilado que el ensilado en U. También el acetato, propionato y ácidos grasos volátiles en los ensilajes S y SL después de 30 y 90 días de ensilado fueron mayores que los del ensilaje U, pero fueron menores en los ensilajes S y SL que en el U ensilado después de 60 días. La puntuación de lactato y V de los ensilajes S y SL fue menor que los del ensilaje en U en los tres períodos de ensilaje. En comparación con el grupo U, la estabilidad aeróbica del ensilado después de 90 días de ensilado disminuyó, y la estabilidad aeróbica del ensilado SL fue no afectado. En general, la calidad del ensilaje de tallos de maíz dulce no mejoró con la inoculación con 1108 ufc / g de *S. cerevisiae* solo o en combinación con 1105 ufc / g de *L. plantarum*.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Valor nutritivo

Por definición, el valor nutritivo de un forraje es el resultado de tres factores: su composición química, su digestibilidad y la eficiencia con que el animal utiliza el forraje. La composición química de los forrajes la integran el contenido de agua y materia seca, y esta última incluye la materia orgánica como, proteína, fibra, extracto etéreo, extracto libre de proteínas y vitaminas. Los forrajes difieren considerablemente en la composición química y características físicas, las cuales dependen de la especie, etapa de crecimiento, ambiente de desarrollo y variaciones genéticas (Salinas y García, 1985).

2.2.2 Composición química bromatológica

Se refiere a la cantidad de nutrientes orgánicos y minerales presentes, así como la existencia de factores o constituyentes que influyen sobre la calidad de los pastos y forrajes (Gonzales *et al.*, 2001).

Composición química se refiere a qué sustancias están presentes en una determinada muestra y en qué cantidades, las cuales corresponden al contenido de materia seca, proteínas, grasa, humedad, cenizas, minerales y vitaminas (Farre y Frasquet, 2001).

a) Materia seca (MS)

Es igual al 100% menos el porcentaje de humedad o agua que contiene la muestra y representa a todos los nutrientes presentes en la muestra como la proteína, fibra, grasa, minerales, etc. Habiendo señalado esto, todas las interpretaciones de las mediciones nutricionales se deben hacer en base materia seca, ya que es lo que finalmente contiene los nutrientes que consume la vaca (Meléndez, 2015).

La humedad (agua) de una muestra se elimina por evaporación (calor) o secamiento (congelación). La cantidad de residuo de la muestra después del secado se convierte y se considera como porcentaje de MS total, o de la Materia Seca Parcial cuando se

efectúa un secado parcial con el fin de preparar la muestra para el análisis químico y evitar daños a sus componentes (Barreto, 2010).

b) Proteína cruda (PC)

La proteína cruda consiste de proteína verdadera (amino ácidos contenidos en cadenas poli peptídicas) y nitrógeno no proteico (amidas, nitratos, ciertas vitaminas, urea, amino ácidos individuales, etc.). Este análisis tiene como principio la determinación del contenido de nitrógeno de un alimento. Este contenido es multiplicado por el factor 6.25 para convertir el valor de nitrógeno a PC (McDonald *et al.*, 2002).

La relación entre el peso total de una proteína y el de su contenido en nitrógeno es muy constante, de 6,25: las proteínas contienen un 16% de nitrógeno. Por eso, se puede estimar el peso de la proteína conociendo el peso del N que contiene (por el método Kjeldahl) y multiplicándolo por 6,25 (Barreto, 2010).

c) Extracto etéreo (EE)

Son muy importantes en las plantas y animales, son solubles en éter con el cual son extraídos. En los granos y semillas, el Extracto Etéreo (EE) es grasa verdadera, pero en los forrajes gran parte del EE consiste en otras sustancias (más del 50%) como los esteroides (colesterol), carotenos, xantofila, clorofila, fosfolípidos y ceras (Barreto, 2010).

Este análisis consiste en someter a las muestras a un proceso de extracción con éter di etílico (de ahí su nombre EE). El extracto contiene una amplia variedad de compuestos solubles en el solvente como son: grasas o lípidos (ácidos grasos esterificados), ácidos grasos libres, clorofila, esteroides, resinas, ceras, pigmentos, aceites volátiles, vitaminas liposolubles, etc. Los compuestos con importancia cuantitativa “normalmente” son la grasa verdadera y los ésteres de ácidos grasos, algunos lípidos compuestos y las vitaminas y provitaminas liposolubles. (McDonald *et al.*, 2002).

d) Fibra en detergente neutro (FDN)

Es la fibra que queda luego de hervir al forraje en una solución de detergente neutro (sulfato lauril-sódico y ácido etilen-di-amino-tetra-acético, EDTA). En el tratamiento todo el contenido celular se disuelve y queda lo correspondiente a la pared celular (celulosa, hemicelulosa y lignina). El contenido de FDN es expresado en porcentaje del total de materia seca (Bassi, 2006).

La fracción FDN corresponde a la pared celular. La digestibilidad y disponibilidad de esta fracción es controlada por las características estructurales y arreglo tridimensional de sus componentes principales: Celulosa, hemicelulosa, lignina y silica, todos ellos agrupados en esta fracción. Los rumiantes son capaces de utilizar (fermentar o digerir) la celulosa y hemicelulosa contenidos en esta fracción. El análisis no proporciona información sobre la velocidad y potencial de utilización de estos compuestos. Dependiendo de la naturaleza de muestra y los tratamientos a que esta es sometida, esta fracción insoluble o FDN puede contener cantidades variables de proteína, mineral y cutina (McDonald *et al.*, 2002).

e) Fibra en detergente ácido (FDA)

Es el residuo que queda luego de someter a la fibra detergente neutro a una solución de detergente ácido (ácido sulfúrico y bromuro de acetiltrimetilamonio). En este proceso se extrae la hemicelulosa, de tal forma que la fibra remanente estará constituida por celulosa y lignina. Al igual que FDN, los resultados se deben expresar en porcentaje de la materia seca evaluada (Bassi, 2006).

f) Materia mineral (MM)

El alimento es incinerado a 600°C para quemar todo el material orgánico, el material inorgánico no destruido se llama ceniza o materia mineral y el destruido es la materia orgánica. (Barreto, 2010).

2.2.3 Estimación del valor energético del alimento

El valor energético de un alimento es la cantidad de energía que provee (ED, EM, EN) para cumplir con una función metabólica específica. La mejor determinación del valor energético es realizada con animales de la especie y estado fisiológico adecuados los cuales son alojados en cámaras calorimétricas o de respiración donde se cuantifica de manera exacta el consumo de nutrimento(s) y la excreción de todos los productos del metabolismo del animal (incluyendo gases). Esta determinación si bien es muy precisa y representa el valor de referencia para cualquiera de los métodos subsiguientes tiene serias limitaciones ya que requiere de equipo especializado y muy costoso. Ante la dificultad de realizar la determinación del valor energético in vivo se han desarrollado metodologías alternas para la predicción del mismo. La estimación a partir de la composición química y la digestibilidad es una de las más empleadas a nivel mundial. (Church y Pond, 2002).

a) Nutrientes digeribles totales (NDT)

Es la sumatoria de todos los compuestos que hay en un alimento cualquiera, multiplicado por su coeficiente de digestibilidad. Es un método matemático para el cálculo aproximado de la energía liberada por un ingrediente dado. Este método además de valorar energéticamente a un alimento partiendo de ensayos de digestibilidad, puede valorar la energía existente en % o en Kg. El método consiste en tomar los valores de los componentes orgánicos del análisis proximal, o sea las proteínas crudas, el extracto etéreo, la fibra cruda y el extracto libre de nitrógeno (pero no la materia mineral por ser considerada como inorgánica) y multiplicados por su digestibilidad (NRC, 2001).

b) Digestibilidad de la materia seca (DMS)

La materia seca digerible es una estimación de la digestibilidad total de la alimentación y se calcula a partir del porcentaje de fibra detergente ácida (FDA). Se ha establecido relaciones entre la composición química y la digestibilidad que permiten predecir con un grado de aproximación aceptable la digestibilidad de un alimento dado. Una de las más empleadas está basada en el contenido de FDA del alimento. Esta relación es

empleada como base para estimar el “valor relativo como alimento” (relative feed value) de los forrajes y permite estimar la digestibilidad de la materia seca (DMS): $DMS = 88.9 - (\% FDA \times 0.779)$.

Esta fórmula fue empleada para estimar los valores de digestibilidad de los forrajes dado que se contaba con la determinación de FDA. Sin embargo cabe aclarar que la fórmula fue desarrollada en 1978 a partir de forrajes “convencionales”. Por lo tanto este valor debe considerarse como el “potencial de digestibilidad” del forraje y el efecto negativo (de existir) de sus compuestos secundarios debería ser contrarrestado. Si los forrajes son incorporados en pequeñas cantidades en dietas basadas en pastos o concentrados es posible que este valor potencial sea real debido a la “dilución” de estos compuestos en el ambiente ruminal. (Ayala *et al.*, 2006)

c) Energía digestible (ED)

La energía digestible aparente de un alimento, es la energía bruta contenida en una unidad de peso del alimento, menos la energía bruta contenida en las heces procedentes del consumo de una unidad de peso de dicho alimento (McDonald *et al.*, 2002).

Refleja la digestibilidad de la dieta y se puede medir fácilmente, sin embargo, no tiene en cuenta varias pérdidas importantes de energía asociada con la digestión y metabolismo de los alimentos es la energía de los alimentos menos la energía perdida en heces. National Research Council (NRC, 2001).

d) Energía metabolizable (EM)

La energía metabolizable de un insumo o alimento puede definirse como aquella fracción energética de la EB (Energía bruta), usada para el mantenimiento, la síntesis de nuevos componentes corporales o para su conversión en calor, que se obtuvo al restarle la energía contenida en las heces, orina y productos gaseosos de la digestión del animal. Nutrient requirement of dairy cattle (NRC, 2001).

En los alimentos la energía metabolizable, es la fracción de la energía de la dieta que los tejidos del organismo pueden usar para mantener los procesos metabólicos.

Químicamente, la energía metabolizable comprende los productos finales de la digestión, tales como glucosa, ácidos grasos, aminoácidos, etc. (NRC, 2001).

e) Energía neta (EN)

Es la energía del alimento que queda disponible para fines útiles, o sea, para el mantenimiento corporal y los distintos procesos productivos. La energía neta se puede clasificar en EN para mantenimiento (ENm) y EN para producción (ENp) y para el caso de ganado de leche en producción, se utiliza la EN de lactación (ENL). El incremento calórico que se produce en el proceso de síntesis de leche es menor que el que se origina en la producción de carne, lo cual resultará en valores similares en cuanto a la ENm y la ENp (Bassi, 2006).

- La energía neta de mantenimiento (ENm) corresponde a la energía utilizada para el funcionamiento del organismo y abandona el cuerpo en forma de calor (Martínez, 2017).
- La energía neta de ganancia (ENg) es el valor que tiene el alimento para promover la retención de energía en los animales en crecimiento, alimentados sobre los niveles de mantenimiento (García, 2008).
- La energía neta de lactación (ENl) se considera como el valor que posee un alimento para promover la secreción de energía en leche, cuando se alimenta sobre las necesidades de mantenimiento (García, 2008).

2.2.4 Ensilado

Es el material forrajero que resulta de fermentar en silos las pasturas generalmente verdes, tras un periodo mínimo de 30 días. Después de ese tiempo y si el proceso de fermentación se ha realizado normalmente, el ensilado se puede conservar indefinidamente (Garcés *et al.*, 2004).

2.2.5 Propiedades nutricionales del ensilado

La calidad nutricional del material ensilado se da generalmente por la composición química de los forrajes, después del corte y por los cambios químicos de la fermentación de los forrajes ensilados. El valor nutricional del material ensilado será menor al forraje antes de ser ensilado, la importancia de la fermentación depende de la forma en como se hizo la conservación para obtener cambios favorables. La calidad nutricional del material ensilado, se da por la digestibilidad, consumo voluntario del ganado y eficiencia de uso (Martínez *et al.*, 2008).

2.2.6 Cebada (*Hordeum vulgare*)

La cebada (*Hordeum vulgare*), es el forraje, que actualmente es empleada en países desarrollados en un 75% a 80% de su producción para la alimentación animal y entre un 20% y 25% para la elaboración de malta. Se caracteriza por tener un grano mediano amarillo, espiga compacta, su ciclo vegetativo varía entre los 150 días, es usada tierna como forraje y en seco para la industria cervecera (Sánchez, 2000). La cebada es una planta de la familia de las Poáceas que tiene gran importancia para el consumo humano y animal. Es un cereal de invierno con características productivas muy similares al trigo. En algunos países del norte de Europa y de América del Sur (Colombia y Ecuador, principalmente) aún se utiliza como alimento para consumo humano. Sin embargo, es mucho más utilizada en el malteado para la elaboración de la cerveza y para destilar en la fabricación de whisky escocés y de ginebra holandesa. El “pan negro” puede contener a este cereal, en distintas proporciones (Mullin y Alvarez, 2004).

2.2.6.1 Descripción de la planta

La cebada es una gramínea del género *Hordeum*. El sistema radicular es muy superficial, adventicio, profundiza más o menos 25 cm; el tallo es de aproximadamente 60 a 80 cm; su hoja es más ancha que la del trigo, sale de cada nudo tratando de cubrir el tallo. Inflorescencia en espiga.

En la actualidad el cultivo de cebada está más extendido que el de los otros cereales, se siembra a grandes alturas y en lugares que no son apropiados para el maíz y el trigo.

2.2.6.2 Manejo y utilización

Durante los meses de junio a setiembre, los pastos naturales de las praderas escasean. Es la época donde se necesita pastos verdes complementarios y la cebada es una especie que puede ser cultivada todo el año. Es el cereal forrajero más precoz. El ganado lo consume principalmente como forraje verde, porque es altamente palatable, de allí la importancia de la utilización oportuna durante la fase lechosa o al inicio del espigado, cuando la planta es más rica en proteínas, contiene menos fibra y por lo tanto es más digestible. (Mullin y Alvarez, 2004).

Está comprobado que en un suelo carente de algún elemento mineral, la cebada también es deficiente de este mineral, generalmente del calcio. Es recomendable la asociación con una leguminosa para obtener mayor rendimiento, y lograr mayor cantidad de materia seca. (Mullin y Alvarez, 2004).

La cebada es utilizada para la alimentación de los animales, tanto en grano como forraje verde. Es ampliamente consumida en la alimentación del vacuno, porcina, en avicultura y como base principal para alimentos balanceados.

2.2.6.3 Variedades

En la zona del Valle del Mantaro existen variedades que se han adaptado a condiciones agroclimáticas tales como la UNA 80, y la Yanamucllo. También tenemos la común, que son las más conocidas, la cebada cervecera de la variedad Grignon, Chevalier pero actualmente no se encuentra en el mercado. (Mullin y Alvarez, 2004).

2.2.6.4 Composición química bromatológica del ensilado de cebada

Cuadro 1. Composición química

MS%	CENIZAS%	PC%	FDN%	FDA%
24.83	6.62	11.51	47.66	28.23

Fuente: Basurto, 2017.

2.2.7 Avena (*Avena sativa*)

La avena forrajera (*Avena sativa*), es una gramínea de comportamiento anual. Es importante entre las pasturas cultivadas para la sierra, por ser un cultivo de adaptabilidad a distintas condiciones ambientales, altitudes y de manejo; siendo su uso en forraje verde, heno y en ensilaje para la alimentación del ganado en la época seca. Es un cereal rústico, adaptable a diversos climas y a todo tipo de terreno, con una altura promedio de 1,53 m. (Noli *et al.*, 2003). Así mismo, (Argote y Halanoca, 2007) resaltan a la avena como un cultivo forrajero de gran importancia para la alimentación del ganado, que se adapta a pisos altitudinales desde 2500 a 4000 m.s.n.m.

2.2.7.1 Descripción de la planta

Pertenece a la familia Gramineae, tribu avenae. Es una planta anual que prospera bien en clima frío - templado, utilizándose tanto en la producción de grano como de forraje.

Tiene raíces voluminosas y fibrosas. La planta produce de 7 a 20 macollos, dependiendo del número de corte o forma de utilización. El ancho de las hojas es variable, de acuerdo a la variedad. La inflorescencia es una panícula, cuya posición y color han sido usadas para separar especies o subespecies.

La avena se clasifica según estos criterios:

- Tipo de panícula.
- Por el color del lemma o del grano.
- Tiempo de maduración.
- Hábito de crecimiento.

- Por la haploidía.

2.2.7.2 Manejo y utilización

La avena forrajera se cultiva desde los 2000 a 4200 msnm especialmente en climas templados y fríos con pH ácido (4,5), en terrenos de secano y con poca fertilidad. En estas condiciones los rendimientos de forraje verde, y semilla son satisfactorios, la avena requiere humedad igual que otros cereales, por lo cual los suelos que retienen mayor humedad son los mejores para este cultivo, cuando se siembra en terrenos fértiles y ricos en nitrógeno presenta un desarrollo excesivo del tallo, se tumba (acame).

En la sierra central la siembra de avena coincide con la llegada de las primeras lluvias ya que el 80 % se cultiva en terrenos de secano, y empieza en la segunda quincena de octubre hasta la primera semana de enero, a esto le llaman siembra grande o campaña grande. En terrenos con riego puede sembrarse en cualquier época del año. (Argote y Halanoca, 2007)

Para una buena producción de forraje verde o semilla es necesario tener una 2 adecuada población de plantas, bien establecidas a la emergencia (200 plantas/m).

El establecimiento de este cultivo, puede fallar por las siguientes razones:

- Por presentación de sequías y heladas.
- Siembras superficiales de la semilla.
- Siembras profundas de la semilla.
- Por endurecimiento del suelo por falta de lluvia.

Asimismo el crecimiento de las plantas de avena después del establecimiento puede detenerse por:

- Suelos muy ácidos (pH inadecuado).
- Baja fertilidad del suelo.
- Mal drenaje.

- Por problemas de enmalezamiento.
- Por ataque de roya amarilla.

La época de corte de forrajes anuales está supeditada principalmente al ciclo vegetativo de la planta. Se realiza generalmente, durante los meses de marzo, abril y mayo. Para el caso de la cebada y triticale, la época de siega es cuando la planta está al inicio de floración; en cambio, en la avena forrajera es al estado de grano lechoso, en la cual las hojas están con buen desarrollo y completamente verdes donde el rendimiento de materia seca es mayor y el contenido de proteínas, vitaminas y minerales son mayores; cuánto más madura es la planta ésta se vuelve fibrosa bajando de este modo sus niveles nutritivos. (Argote y Halanoca, 2007)

En estos estados fenológicos, el contenido de proteínas, vitaminas y minerales son mayores; cuánto más madura la planta se pone fibrosa bajando sus niveles nutritivos. (Argote y Halanoca, 2007)

El momento de corte debe elegirse en función de lograr una gran cantidad de materia seca con alto valor nutritivo.

2.2.7.3 Variedades

Las variedades de avena forrajera más cultivadas a nivel de la sierra peruana son:

- INIA 901 - Mantaro 15 M, distribuida en toda la zona andina especialmente en sierra central.
- INIA 904 - Vilcanota, esta semilla es producida por la Estación Experimental Agraria Andenes - Cusco.
- INIA 903 - Tayko Andenes, también es producida por la Estación Experimental Agraria Andenes - Cusco.
- INIA 902 - Africana, generada por la Estación Experimental Agraria Illpa - Puno.
- INIA 905 - La Cajamarquina, la semilla de esta variedad es producida en grandes volúmenes por la Estación Experimental Agraria Baños del Inca - Cajamarca,

también se encuentra en el mercado otras variedades de avena como la Cayusa, la Avena Negra, y la común.

2.2.7.4 Composición química bromatológica del ensilado de avena

Cuadro 2. Composición química

MS%	CENIZAS%	PC%	EE%	FDN%	FDA%
39.92	5.17	3.99	2.38	46.86	27.42

Fuente: Paytan *et al*, 2017.

2.2.8 Uso de aditivos

Según Poma (2011), la práctica de incorporar productos alimenticios como aditivos al material forrajero que será ensilado, se justifica por tres razones:

- Es importante obtener un medio ácido apropiado para la conservación en el tiempo. Para este efecto, los alimentos añadidos son generalmente los “concentrados” que suplen una fuente de carbohidratos de fácil acceso para la fermentación por parte de los microorganismos.
- La práctica nace ante la necesidad de mejorar la composición nutritiva final del material obtenido.
- Es un mecanismo para reducir las pérdidas por efluentes.

El uso de conservadores de los diferentes nutrientes de forrajes, según el mismo autor, debe ser considerado siempre que se proponga ensilar pastos o plantas leguminosas que contengan por arriba del 70% de humedad; también que es posible recuperar un 75% a un 80% de los nutrientes de los productos alimenticios añadidos.

El uso de aditivos en materiales ensilados, tiene el propósito de optimizar la fermentación y la calidad nutricional del forraje. Un ensilaje con aditivos mejora la calidad fermentativa en el silo, minimiza la pérdida de forraje y mejoran la calidad nutricional de ensilaje como uso de consumo animal. Aun siendo eficientes los aditivos, no remedian fallas del material ensilado como el estado fenológico de los forrajes, mala compactación o sellado de los silos (Poma, 2011).

2.2.9 *Saccharomyces cerevisiae* (Levadura de Pan)

Saccharomyces cerevisiae es una levadura que constituye el grupo de microorganismos más íntimamente asociado al progreso y bienestar de la humanidad; su nombre deriva del vocablo Saccharo (azúcar), myces (hongo) y cerevisiae (cerveza) (Hernández, 1999). *Saccharomyces cerevisiae* es un microorganismo eucariótico más ampliamente utilizado por el hombre a través del tiempo; aunque no se tuviera, en un principio, conciencia plena de su participación en la elaboración de diversos alimentos como el pan o las bebidas alcohólicas (Alvarado, 2011). El *S. cerevisiae* es un organismo que no es patógeno, y debido a su larga historia de aplicación en la producción de productos de consumo como el etanol y la levadura de panadería, se ha considerado como un organismo seguro (Ostergaard *et al.*, 2000). Ha sido motivo de estudio su efecto probiótico, tanto en poligástricos como en monogástricos (aves y cerdos, principalmente). Es por ello que *S. cerevisiae* en las últimas décadas, se ha convertido en una importante herramienta a gran escala de análisis al ser un organismo unicelular con muchas ventajas como su facilidad de cultivo y su velocidad de división celular (aproximadamente 2 h) (Argote *et al.*, 2007). El *Saccharomyces cerevisiae* incrementa el consumo de alimento, la producción de leche, conversión alimenticia y ganancia diaria de peso, en respuesta a incrementos en la cantidad y actividad de las bacterias anaeróbicas totales y celulolíticas que modifican la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV), pH ruminal y nitrógeno amoniacal (Pierce *et al.*, 2013).

2.2.9.1 Características generales

La *Saccharomyces cerevisiae* es un producto del proceso de producción de alcohol que a su vez constituye una valiosa fuente de proteínas y vitaminas para la alimentación animal, coincidiendo con García *et al.*, 2007, al afirmar que ha sido empleada en la formulación de piensos para aves y cerdos por ser un componente rico en proteínas. Esta levadura es una de las especies considerada como microorganismo, por lo que ha sido aprobada para su uso como aditivo

alimentario. Se ha aseverado por Garrido y Santi, que la crema de levadura *S. cerevisiae* concentrada, alcanza valores de materia seca (MS) de 18-20 % y un contenido de proteína bruta (PB) de 32-36 % sobre base seca. Por otro lado, algunos autores sostienen que la composición promedio de proteína verdadera es de 40,20 %, mientras que otros, registraron valores algo inferiores en el entorno de 39 %. Respecto a esto, Otero afirmó que esta variabilidad está en dependencia de las condiciones específicas de producción en cada fábrica de alcohol y de su régimen de operación.

2.2.9.2 El uso de levaduras como aditivo en rumiantes

El uso de levaduras en dietas de rumiantes tiene una larga historia. En 1925, Eckles y sus colaboradores publicaron un artículo sobre el uso de levaduras como un suplemento alimenticio para vacas lecheras, señalando la levadura de cervecería como una excelente fuente de proteína en las dietas para este tipo de animales (Johnson y Remillard, 1983).

La suplementación con bajos niveles de levadura (<1% de la MS de la dieta) de la dietas de vacas lecheras recibió atención por primera vez en la década de 1950. Sin embargo, ha sido más recientemente cuando se ha analizado cómo bajos niveles de levadura suplementados en la dieta pueden estimular la productividad de los rumiantes.

Las levaduras *Saccharomyces spp.*, constituyen uno de los microorganismos más utilizados en la alimentación animal, tanto en monogástricos como en rumiantes. En general, las mejores respuestas en rumiantes se han observado en el caso de vacas lecheras, y los efectos reconocidos se atribuyen principalmente al aumento de la celulolisis ruminal y del flujo de proteína microbiana al intestino (Newbold, 1998). Este efecto puede ser la consecuencia de varias acciones de las levaduras.

Por un lado, las levaduras necesitan azúcares y almidón para su metabolismo, por lo que los captan del medio ruminal, evitando que sean empleados por microorganismos productores de ácido láctico, lo cual reduce sus niveles en el rumen y contribuye a estabilizar el pH ruminal y mantenerlo en niveles adecuados para una fermentación óptima. Como consecuencia se produce un aumento en la degradación de la fibra y en la producción de ácidos grasos volátiles, lo que se traduce en una mejora de la eficiencia de utilización del alimento (Carro *et al.*, 1992). Además, al aumentar la degradación de la fracción fibrosa del alimento, se puede estimular su ingestión por los animales, tal y como se ha observado en algunos estudios (Moallem *et al.*, 2009).

2.2.9.3 Condiciones de crecimiento de *S. cerevisiae*

Las levaduras requieren para su óptimo crecimiento un ambiente acuoso, pH con rango de 3.5 a 5.0, posiblemente debido a que la actividad de las proteínas plasmáticas de las levaduras en los límites de su membrana se da en estos valores de pH (Rose, 1987); en estas condiciones de pH requerido para el crecimiento de la levadura, la actividad bacteriana a nivel ruminal tendría consecuencias perjudiciales para los microorganismos y para los rumiantes.

Las levaduras mantienen su actividad metabólica y resisten el estrés físico asociado con el secado, calentamiento y exposición al pH ácido en condiciones anaeróbicas (Dawson *et al.*, 1990a). No obstante, se ha demostrado que *S. cerevisiae* presenta crecimiento limitado bajo esas condiciones (Andreasen y Stier, 1953) y es incapaz de mantener una población productiva dentro del ecosistema ruminal (Dawson *et al.*, 1990a), no pueden mantener una población viable en el rumen y son incapaces de establecerse permanentemente (Williams *et al.*, 1989); por tal motivo, no es común que desarrolle crecimiento a nivel ruminal, en forma adicional a lo anterior el crecimiento de las levaduras se ve

afectado por la presencia de ácidos grasos insaturados, tales como el colesterol y el ácido nicotínico (Rose, 1987); sin embargo, se ha observado cierto grado de viabilidad ruminal (Dawson *et al.*, 1990a), que se puede explicar en parte por los estudios *in vitro* realizados en condiciones anaeróbicas y con una concentración de bacterias similar a la esperada en el rumen, donde se observó que la viabilidad de las diferentes cepas de levadura *S. cerevisiae* es mínima después de 12 h; por lo tanto, se estima una alta tasa de degradación de las levaduras por parte de las bacterias ruminales.

El rango de temperatura óptima para el crecimiento de las levaduras es de 28 a 30°C, con sobrevivencia a 37°C por medio de la formación de ascosporas (Dengis *et al.*, 1995), aunque a 39°C que es la temperatura del ambiente ruminal, se ve afectado su crecimiento y disminución de la viabilidad de la levadura a 48 h de incubación (Mendoza, 1995).

2.3 Definición de términos

- **Análisis proximal de los alimentos (Weende):** El sistema más antiguo para determinar el contenido de nutrimentos de los alimentos es la metodología de Weende desarrollada en el siglo 19 en Alemania, la cual es generalmente llamada el “análisis proximal” o “análisis inmediato” del alimento. Este análisis consiste en seis componentes de propiedades químicas o nutritivas similares las cuales son agrupadas en las siguientes determinaciones. Materia seca, proteína cruda, extracto, etéreo, ceniza, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno (A.O.A.C. , 1990).
- **Anaeróbico:** Perteneciente o relativo a la anaerobiosis o a los organismos anaerobios. Que se produce sin la utilización de oxígeno libre. (RAE, 2001)
- **Forraje:** Son gramíneas o leguminosas cosechadas para ser suministradas como alimento para los animales domésticos herbívoros, sea verde, seco o procesado (heno, ensilaje, rastrojo, sacharina, amonificación). Parte vegetativa de las plantas que se

utiliza en la alimentación del ganado, una vez cortada o segada, bien directamente o bien conservada (henificada o ensilada). (Pascual, 2009).

- **Energía:** La energía es fundamental para la vida pero que su evaluación química es abstracta. Por lo tanto, los valores de energía de los alimentos se obtienen por ecuaciones predictivas o formulas utilizando otros nutrientes que si se pueden medir químicamente (carbohidratos, proteína, grasas). El valor energético de un alimento para vacas lecheras es diferente al valor energético del mismo alimento, pero para cerdos. Esto es porque el alimento se utiliza con diferente eficiencia entre estas 2 especies. (Meléndez, 2015). En nutrición animal, el valor energético de los alimentos, raciones y requerimientos, comúnmente se expresa en total de nutrientes digestibles (TND), energía digestible (ED), energía metabolizable (EM), energía neta para mantenimiento (ENm), energía neta para ganancia de peso (ENg) (NRC, 2001).
- **Levadura:** Masa constituida por hongos unicelulares, capaz de fermentar el cuerpo con que se mezcla. Hongo unicelular de forma ovoide, que se reproduce por gemación o división, forma cadena y produce enzimas capaces de descomponer diversos cuerpos orgánicos, principalmente los azúcares, en otros más sencillos.(RAE, 2001)
- **Metodología de Van Soest (sistema detergente):** Dado que el análisis de fibra presentaba serias deficiencias que limitaban su uso en la caracterización confiable de un alimento Van Soest y sus colaboradores desarrollaron un sistema para analizar la fracción de carbohidratos de los alimentos. El procedimiento fracciona la MS de un alimento en fracciones que son más afines bioquímicamente en comparación con el procedimiento de FC y ELN y al mismo tiempo demostró que estas fracciones poseían un mayor significado biológico y nutricional, por lo que su uso permitió generar mejores predicciones del valor nutritivo de un alimento e incluso algunos indicadores de comportamiento animal potencial a partir de un alimento dado. (Van Soest *et al.*, 1991).

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

Hi= El valor energético estimado del ensilado de avena y cebada forrajera varían al adicionar diferentes niveles de *Saccharomyces cerevisiae* en dos tiempos de fermentación

Ho= El valor energético estimado del ensilado de avena y cebada forrajera no varían al adicionar diferentes proporciones de *Saccharomyces cerevisiae* en dos tiempos de fermentación

2.4.2 Hipótesis específicos.

Hi=La composición química bromatológica del ensilado de avena y cebada varían al adicionar diferentes niveles de *Saccharomyces cerevisiae* en dos tiempos de fermentación.

Ho=La composición química bromatológica del ensilado de avena y cebada no varían al adicionar diferentes niveles de *Saccharomyces cerevisiae* en dos tiempos de fermentación.

Hi= El mejor nivel de *Saccharomyces cerevisiae* en dos tiempos de fermentación varia la estimación del valor energético del ensilado de avena y cebada forrajera.

Ho= El mejor nivel de *Saccharomyces cerevisiae* en dos tiempos de fermentación no varía la estimación del valor energético del ensilado de avena y cebada forrajera.

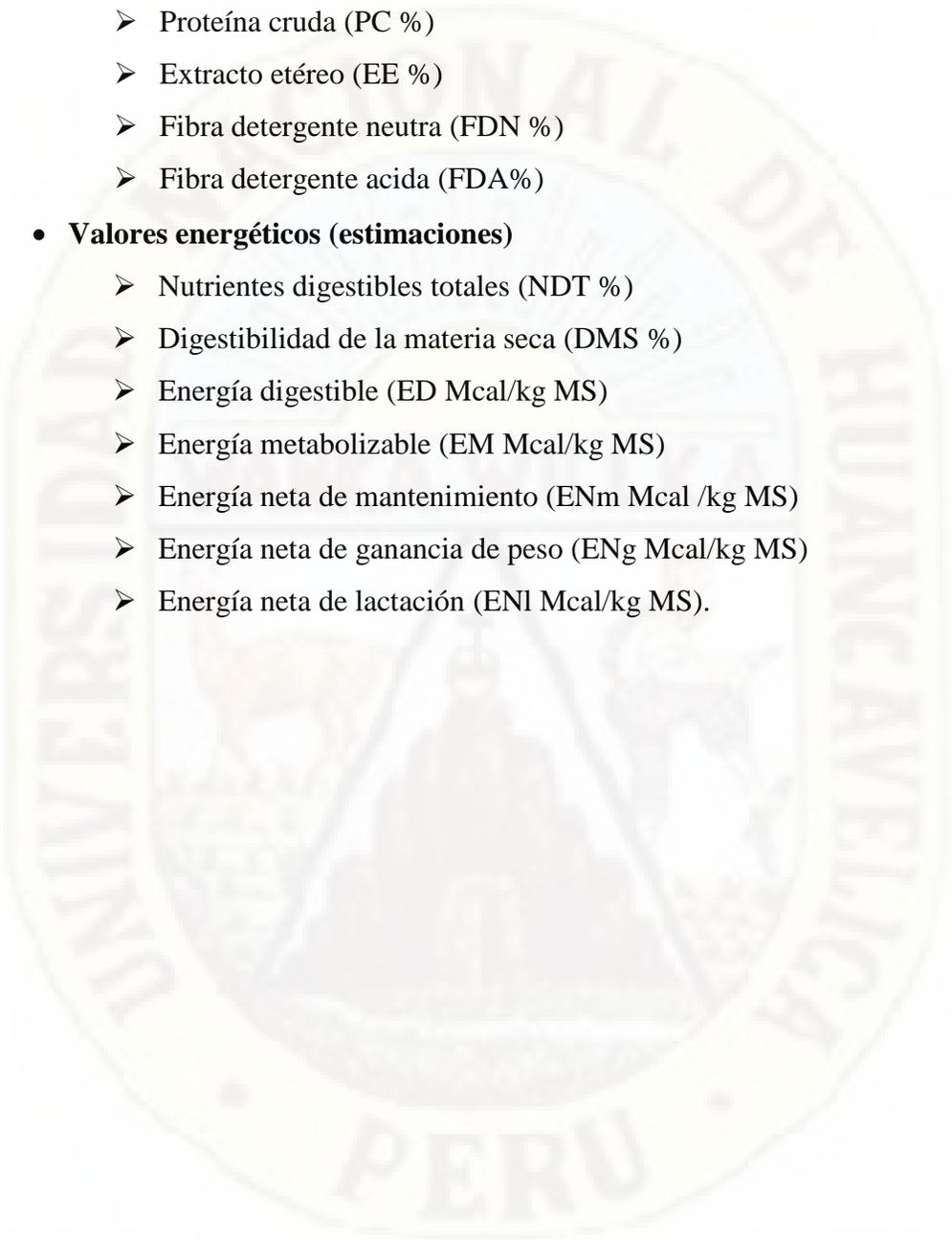
2.5 Variables

2.5.1 Variable independiente:

- Levadura *Saccharomyces cerevisiae* (Niveles: 0, 1.5, 3 y 4.5 %).
- Tiempos de fermentación (Días: 21 y 42).

2.5.2 Variable dependiente:

- **Composición química bromatológica**
 - Materia seca (MS%)

- 
- Materia mineral (MM %)
 - Proteína cruda (PC %)
 - Extracto etéreo (EE %)
 - Fibra detergente neutra (FDN %)
 - Fibra detergente acida (FDA%)
 - **Valores energéticos (estimaciones)**
 - Nutrientes digestibles totales (NDT %)
 - Digestibilidad de la materia seca (DMS %)
 - Energía digestible (ED Mcal/kg MS)
 - Energía metabolizable (EM Mcal/kg MS)
 - Energía neta de mantenimiento (ENm Mcal /kg MS)
 - Energía neta de ganancia de peso (ENg Mcal/kg MS)
 - Energía neta de lactación (ENI Mcal/kg MS).

2.5 Operacionalización de Variables

Cuadro 3. Operacionalización de variables en estudio

Variable	Sub variables	Dimensiones	Unidad de medida	Escala de medición
Variable Dependiente	Composición bromatológica	Materia Seca (MS), Materia Orgánica (MO, Extracto etéreo(EE), Proteína Cruda (PC), Fibra detergente neutro (FDN), Fibra detergente acida (FDA).	(%)	Razón
	Valores energéticos estimados	Nutrientes digestibles totales (NDT), Digestibilidad de la materia seca (DMS), Energía Digestible (ED), Energía Metabolizable (EM), Energía neta para mantenimiento, lactancia y ganancia (ENm, ENI Y ENg)	(%) (Mcal/kg MS)	Razón
Variable Independiente	Niveles de <i>S. Cerevisiae</i>	0; 1.5; 3 y 4.5	(%)	Ordinales y Continuos
	Tiempos de Fermentación	21 y 42	Nº Días	

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 **Ámbito Temporal y Espacial**

El presente estudio se ejecutó en el Laboratorio de Nutrición y Evaluación de Alimentos de la Escuela Profesional de Zootecnia de la Facultad de Ciencias de Ingeniería de la Universidad Nacional de Huancavelica, ubicada en la localidad de Paturpampa, provincia de Huancavelica, Perú.

3.2 **Tipo de investigación**

Aplicada: Tiene por objetivo buscar la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo.

3.3 **Nivel de investigación**

Explicativo: porque se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da este o porque dos o más variables están relacionadas. (Peña, 2012)

3.4 **Diseño experimental**

El diseño experimental es un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x2x4, en el cual se evaluaron ensilado de avena y cebada forrajera en dos tiempos de fermentación con diferentes niveles de levadura *Saccharomyces cerevisiae* bajo los siguientes factores en estudio:

El planteamiento de los factores y niveles en estudio de la presente investigación se redacta en el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Factores en estudio del ensayo experimental.

Factor A= Ensilado	Factor B= Tiempo de fermentación	Factor C= Nivel de levadura
--------------------	----------------------------------	-----------------------------

A=Avena C=Cebada	T1=21 días T2=42 días	N1=0 % N2=1.5 % N3=3 % N4=4.5 %
---------------------	--------------------------	--

En el Cuadro 5, se presenta el esquema del experimento, un diseño experimental utilizado para la evaluación de cada tratamiento.

Cuadro 5. Esquema del experimento con los tratamientos, réplicas y unidades experimentales, UNH- LUNEA, 2020

N°	Codificación	Tratamientos	Repetición	U.E	Total
1	AT1N1	E. Avena + 0 % <i>S. cerevisiae</i> + 21 días	3	1	3
2	AT1N2	E. Avena + 1.5 % <i>S. cerevisiae</i> + 21 días	3	1	3
3	AT1N3	E. Avena + 3 % <i>S. cerevisiae</i> + 21 días	3	1	3
4	AT1N4	E. Avena + 4.5 % <i>S. cerevisiae</i> + 21 días	3	1	3
5	AT2N1	E. Avena + 0 % <i>S. cerevisiae</i> + 42 días	3	1	3
6	AT2N2	E. Avena + 1.5 % <i>S. cerevisiae</i> + 42 días	3	1	3
7	AT2N3	E. Avena + 3 % <i>S. cerevisiae</i> + 42 días	3	1	3
8	AT2N4	E. Avena + 4.5 % <i>S. cerevisiae</i> + 42 días	3	1	3
9	CT1N1	E. Cebada + 0 % <i>S. cerevisiae</i> + 21 días	3	1	3
10	CT1N2	E. Cebada + 1.5 % <i>S. cerevisiae</i> + 21 días	3	1	3
11	CT1N3	E. Cebada + 3 % <i>S. cerevisiae</i> + 21 días	3	1	3
12	CT1N4	E. Cebada + 4.5 % <i>S. cerevisiae</i> + 21 días	3	1	3
13	CT2N1	E. Cebada + 0 % <i>S. cerevisiae</i> + 42 días	3	1	3
14	CT2N2	E. Cebada + 1.5 % <i>S. cerevisiae</i> + 42 días	3	1	3
15	CT2N3	E. Cebada + 3 % <i>S. cerevisiae</i> + 42 días	3	1	3
16	CT2N4	E. Cebada + 4.5 % <i>S. cerevisiae</i> + 42 días	3	1	3
				Total= 48 U.E	

En el cuadro 6 se presenta el análisis de varianza se utilizó para la interpretación de los resultados de la presente investigación, tal como se aprecia.

Cuadro 6. Análisis de varianza se utilizó para la interpretación de los resultados

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamientos	p-1	15
Factor A (Ensilado)	a-1	1
Factor B (Tiempo de fermentación)	b-1	1

Factor C (Nivel de Levadura)	c-1	3
Interacción Ensilado*Tiempo	(a-1)(b-1)	1
Interacción Ensilado*Nivel	(a-1)(c-1)	3
Interacción Tiempo*Nivel	(b-1)(c-1)	3
Interacción Ensilado*Tiempo*Nivel	(a-1)(b-1)(c-1)	3
Error experimental	axbxc(r-1)	30
Total	axbxc.r - 1	45

Modelo matemático:

En el presente experimento se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) en un arreglo trifactorial 2x2x4, como primer factor 2 especies de ensilado (avena y cebada), como segundo factor dos tiempos de fermentación (21 y 42 días) y tercer factor cuatro niveles de levadura *Saccharomyces cerevisiae* (0; 1.5; 3 y 4.5 %) con tres repeticiones.

Siendo el modelo estadístico el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + E_i + T_j + N_k + (ET)_{ij} + (EN)_{ik} + (TN)_{jk} + (ETN)_{ijk} + ee_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Se refiere a la variable respuesta (NDT %; DMS %; ED; EM; ENm; ENg; ENl expresos en Mcal/kg)

μ = Media general;

E_i = Efecto del i- esimo nivel del factor A (Ensilado)

T_j = Efecto del j- esimo nivel del factor B (Tiempos de fermentación)

N_k = Efecto del k- esimo nivel del factor C (Nivel de levadura)

$(ET)_{ij}$ = Efecto del i-esimo nivel del factor A, con el j-esimo nivel del factor B, interacción (Ensilado*Tiempo de fermentación).

$(EN)_{ik}$ = Efecto del i-esimo nivel del factor A, con el k-esimo nivel del factor C, interacción (Ensilado*Nivel de levadura).

$(TN)_{jk}$ = Efecto del j-esimo nivel del factor B, con el k-esimo nivel del factor C, interacción (Tiempo de fermentación*Nivel de levadura).

(ETN_{ijk}) = Efecto del i-esimo nivel del factor A, con el j-esimo nivel del factor B, con el k-esimo nivel del factor C, interacción (Ensilado*Tiempo de fermentación*Nivel de levadura).
 ee_{ijkl} = Error experimental.

Para determinar la composición química bromatológica se utilizó el mismo modelo estadístico anterior considerándose:

$Y_{ijkl} = \mu + E_i + T_j + N_k + (ET)_{ij} + (EN)_{ik} + (TN)_{jk} + (ETN)_{ijk} + ee_{ijkl}$; Se refiere a la variable respuesta (MS, PC, EE, MO, FDN, FDA, expresos en %).

3.5 Población, muestra, muestreo

3.5.1 Población

Para el presente trabajo de investigación se utilizó avena (*Avena Sativa*) y cebada (*Hordeum Vulgare*) en etapa grano lechoso, traídos directamente del campo de la Provincia de Huancavelica, Distrito de Huancavelica, comunidad de Antacocha. El total de población es de 50 kg de avena y 50 kg de cebada.

3.5.2 Muestra

Para la muestra se utilizó 36 kg de avena y 36 kg de cebada forrajera, en la cual por cada unidad experimental se llenó con 1.50 kg para el proceso del ensilado en un total de 48 mini silos.

3.5.3 Muestreo

Se utilizó el muestreo no probabilístico por conveniencia.

3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.6.1 Procedimiento para ensilado de cebada y avena

Preparación del forraje:

- **Variedades de forrajes:** La variedad de cebada Inía 411 San Cristóbal y la variedad de avena Inía 901 Mantaro 15M.
- **Corte:** El corte de ambos forrajes es en la etapa fenológica de grano lechoso.

- **Picado:** El picado de los forrajes fue realizado con una maquina picadora marca Retsch de 2.5 – 3.5 cm de tamaño de largo para el ensilado.
- **Adición de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*):** Se incorporó la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en niveles (0, 1.5, 3 y 4.5%) de acuerdo a la distribución de los tratamientos en cada mini silo o unidad experimental.
- **Llenado en mini silos:** Luego de realizar las mezclas se procedió al llenado de los mini silos o bolsas de polietileno en forma manual utilizando la cantidad de 1.50 kg por cada unidad experimental.
- **Compactado del forraje:** Antes de depositar e introducir el forraje picado a las bolsas o mini silos se pesó cada uno y se procedió con la compactación de las 48 unidades experimentales utilizando una madera con el propósito de eliminar el aire del interior de los mini silos.
- **Sellado en mini silos:** Una vez llenado con muestras y compactado los 48 mini silos o bolsas de polietileno todos ellos fueron cerrados herméticamente con cinta masking tape y rotulados para su identificación.
- **Almacenado de los mini silos:** El lugar de almacenamiento de los mini silos fue en el Laboratorio de Nutrición y Evaluación de Alimentos (LUNEA) de la Universidad Nacional de Huancavelica, se almacenaron en posición vertical permaneciendo en un ambiente por un tiempo de 21 y 42 días, tiempo necesario para la realización de la apertura de las bolsas.
- **Apertura de los mini silos**
Se abrió los mini silos a los 21 días y 42 días de fermentación en el Laboratorio de Nutrición y Evaluación de Alimentos (LUNEA) de la Universidad Nacional de Huancavelica para luego ser analizados y procesados la composición química bromatológica de cada muestra.

Instrumentos:

- ✓ Avena
- ✓ Cebada
- ✓ Levadura *Saccharomyces cerevisiae*
- ✓ Picadora para ensilado
- ✓ Bolsas de polietileno
- ✓ Marcadores de tinta
- ✓ Mantadas
- ✓ Cuaderno de campo
- ✓ Tijeras
- ✓ Hoz
- ✓ Cinta masking
- ✓ Rafia
- ✓ Guantes
- ✓ Cámara fotográfica.

3.7 Procesamiento de análisis de laboratorio y recolección de datos

3.7.1 Determinación de la composición química bromatológica

Para la determinación de la composición química bromatológica: Materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE) se utilizó el método de análisis Association of official analytical chemists. (A.O.A.C., 1990).

Para determinar fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente acida (FDA) se utilizó el método de análisis Van Soest (Van Soest *et al.*, 1991).

a. Determinación de materia seca (%).

Para determinar la materia seca se procedió con el siguiente protocolo que se determina humedad donde sigue la relación siguiente: $100 - MS = \text{humedad}$.

El protocolo consta de los siguientes procedimientos.

El ensilado fresco se guarda en bolsa de papel de 250 a 450 g el cual debidamente rotulado se somete a una temperatura de 65 °C durante 72 horas, a esta etapa se le denomina pre deshidratación y el peso resultante de este procedimiento se denomina MSA (materia seca al ambiente).

Luego se toma una muestra del forraje molido, haciendo uso de la balanza analítica se pesa 2 g. a 2.0250 g. en un crisol y se lleva a la estufa para dejarlo por 16 horas a 105 °C.

Se registra el peso final y se aplica la siguiente formula:

$$MS = (MSE \times MSA) / 100$$

Donde:

MS: Materia seca

MSE: Materia seca a la estufa

MSA: Materia seca al ambiente

b. Determinación de proteína cruda (%).

La determinación de proteína se hizo mediante el método DUMAS que el protocolo se detalla a continuación:

Se pesa 0.025 gramos de las muestras en tin foils (Papel de estaño)

Se utiliza la balanza analítica conectada al equipo leco para el respectivo análisis.

El equipo leco realiza el análisis de nitrógeno.

El software del equipo calcula la proteína con el factor 6.25.

Anotar el código de muestra

Mandar la muestra a análisis de la pc.

Transcurridos 3 minutos aproximadamente se obtendrá el resultado de nitrógeno.

Que es multiplicado con el factor 6.25, factor para forrajes y/o ensilados.

c. Determinación de minerales (%).

Para determinar la ceniza de las muestras se empleó el método de incineración en la mufla siguiendo el siguiente procedimiento:

Se muele o tritura el ensilado seco entre 1mm a 2 mm de diámetro.

Luego se toma una muestra del forraje molido y usando la balanza analítica se pesa 2 g de muestra en un crisol de porcelana.

Se coloca en la mufla durante 5 horas a 600 °C.

Una vez frio el crisol se pesa y se aplica la siguiente formula:

$$\% \text{ceniza} = (W \text{ ceniza} \times 100) / \text{MSA}$$

Donde:

W ceniza = peso de crisol + ceniza (g) – W de crisol

MSA = peso de muestra

d. Determinación de FDN (%).

La determinación de fibra detergente neutro (FDN) se hizo mediante el equipo Ankom que el protocolo se detalla a continuación:

Se pesa 0,45 a 0,5 g de muestra molida de diámetro 1mm a

2mm en bolsas F57 (Filter Bags - Ankom), luego se sellan las bolsas.

Se colocan las bolsas conteniendo las muestras a una canastilla que es parte del equipo ANKOM. La canastilla va en un recipiente.

Se adiciona 2 L. aproximadamente de solución líquida de FDN.

Luego se adiciona 4 ml de alfa - amilasa y 20 g de sulfito de sodio, se cierra la tapa del recipiente.

Digerir las muestras durante 75 minutos a 100 °C.

Luego de la digestión se procede a enjuagar las muestras, en los dos primeros enjuagues se adiciona 4 ml de alfa amilasa en el último enjuague solo se usa agua destilada, los enjuagues se hacen con 2 L. de agua destilada hervida durante 5 minutos a no menor de 70 °C.

Una vez terminados los enjuagues se procede a retirar las bolsas escurriendo el agua restante, una vez húmedas se sumerge las bolsas en acetona por 10 minutos.

Se retira las bolsas de la acetona y se lleva a secar a la estufa a 105 °C por 2 horas.

Las muestras se retiran de la estufa y se colocan en bolsas herméticas con silica gel para que enfríe y capture la humedad presente al momento de hacer este paso.

Se pesan las bolsas que contienen cada muestra.

Con los datos obtenidos referente a pesos se procede a calcular en una tabla excel del protocolo Ankom.

e. Determinación de FDA (%).

La determinación de fibra detergente ácida (FDA) se hizo mediante el método Ankom que el protocolo se detalla a continuación:

Se pesa 0,45 a 0,5 g de muestra molida de diámetro 1mm a 2mm en bolsas F57 (Filter Bags - Ankom), luego se sellan las bolsas.

Se colocan las bolsas conteniendo las muestras a una canastilla que es parte del equipo ANKOM. La canastilla va en un recipiente.

Se adiciona 2 L aproximadamente de solución líquida de FDA.

Digerir las muestras durante 60 minutos a 100 °C.

Luego de la digestión se procede a enjuagar las muestras, son 4 enjuague en los cuales se usa agua destilada, los enjuagues se hacen con 2 L de agua destilada hervida durante 5 minutos a no menos de 70 °C.

Una vez terminados los enjuagues se procede a retirar las bolsas escurriendo el agua restante, una vez húmedas se sumerge las bolsas en acetona por 10 minutos.

Se saca las bolsas de la acetona y se lleva a secar a la estufa a 105 °C por 2 horas.

Las muestras se retiran de la estufa y se colocan en bolsas herméticas con silica gel para que enfríe y capture la humedad presente al momento de hacer este paso.

Se pesan las bolsas que contienen cada muestra.

Con los datos obtenidos referente a pesos se procede a calcular en una tabla excel del protocolo Ankom.

f. Determinación de extracto etéreo

Para calcular la extracción con éter dietílico.

Las muestras deben estar libres de agua para evitar la extracción de componentes hidrosolubles en la muestra.

En el supuesto que la muestra contenga importantes cantidades de agua, debe desecarse previamente.

El éter es a continuación evaporado de la solución y el residuo resultante adherido a las paredes del recipiente, es pesado.

Cálculos

A = Peso del matraz limpio y seco (g) B = Peso del matraz con grasa (g) C = Peso de la muestra (g)

$$\text{Contenido de lípidos crudos (\%)} = 100((B - A)/C)$$

3.7.2 Procesamiento para determinar los valores energéticos mediante ecuaciones de predicción

Para determinar los valores energéticos se realizaron cálculos mediante ecuaciones de predicción que determinan el contenido energético de los alimentos en función de su composición química bromatológica como: nutrientes digestibles totales (NDT), digestibilidad de la materia seca (DMS), energía digestible (ED), energía metabolizable (EM) y energía neta (mantenimiento, ganancia de peso y lactación) se predijo con las siguientes ecuaciones:

Para la estimación de los valores de NDT con base en la MS será con la ecuación:

- **NDT = 14,27 + 0,66 (% DMS)**, propuesta por Cappelle *et al.*, (2001).

Para determinar la Materia Seca Digestible (DMS) de los tratamientos a evaluar se utilizara la siguiente ecuación:

- **DMS=88,9-0,779(FDA)**, citados por Texeira y Andrade (2001) y propuesta por Linn y Martin (1989).

La estimación de las demás concentraciones energéticas será obtenida de acuerdo a las (NRC, 2001):

- Energía Digestible

$$\text{ED (Mcal/kg MS)} = 0.4409 \times \text{NDT (\%MS)}$$

- Energía Metabolizable (EM)

$$\text{EM (Mcal/kg MS)} = (1.01 \times \text{ED}) - 0.45$$

- Energía neta para mantenimiento (EN_m)

$$\text{EN}_m \text{ (Mcal /kg MS)} = 1.37 (\text{EM}) - 0.138 (\text{EM})^2 + 0.0105 (\text{EM})^3 - 1.12$$

- Energía neta para ganancia de peso (EN_g)

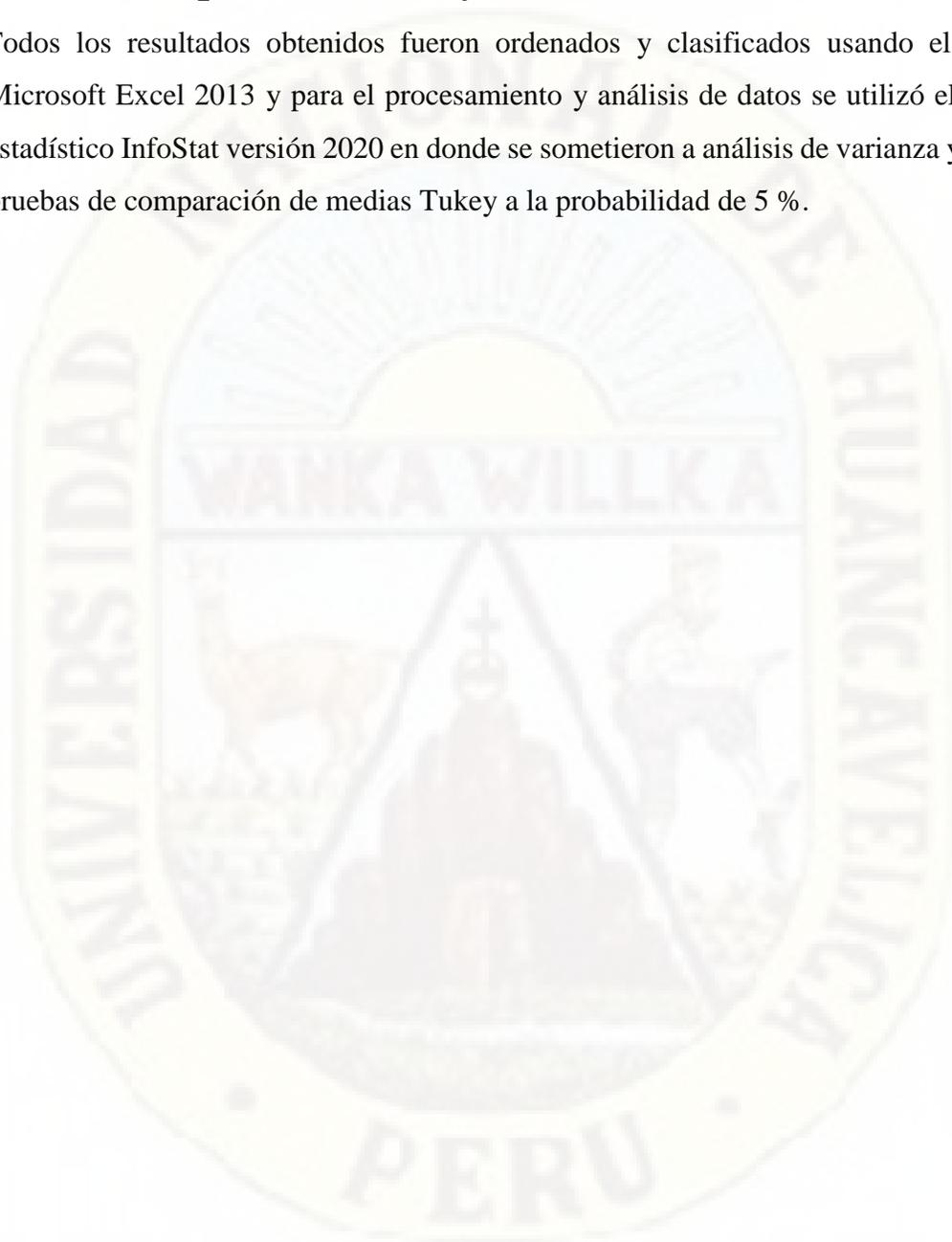
$$\text{EN}_g \text{ (Mcal/kg MS)} = 1.42 (\text{EM}) - 0.17 (\text{EM})^2 + 0.0122 (\text{EM})^3 - 1.65$$

- Energía neta para lactación (EN_l)

$$\text{EN}_l \text{ (Mcal /kg MS)} = ((\% \text{ NDT} \times 0,02456) - 0,119)$$

3.8 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Todos los resultados obtenidos fueron ordenados y clasificados usando el programa Microsoft Excel 2013 y para el procesamiento y análisis de datos se utilizó el programa estadístico InfoStat versión 2020 en donde se sometieron a análisis de varianza y se realizó pruebas de comparación de medias Tukey a la probabilidad de 5 %.



CAPÍTULO IV

DISCUSION DE RESULTADOS

4.1 Composición química bromatológica

a) Materia seca (MS%)

El cuadro 7 muestra el ANAVA, para materia seca en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

En el análisis de varianza del porcentaje de materia seca se estudiaron 16 tratamientos con 3 repeticiones donde el promedio general fue de 20.60 %, el coeficiente de variabilidad (CV) fue de 4.21% y el coeficiente de determinación (R^2) fue de 0.87%.

Cuadro 7. Análisis de varianza de materia seca en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

F.V	SC	gl	CM	Fcal	Sig.
Modelo	137.87	15	9.19	12.19	0.0001
Ensilado	79.37	1	79.37	105.24	0.0001**
Tiempo	14.65	1	14.65	19.43	0.0001**
Nivel	11.76	3	3.92	5.20	0.0056**
Ensilado*Tiempo	6.17	1	6.17	8.19	0.0079**
Ensilado*Nivel	10.56	3	3.52	4.67	0.0091**
Tiempo*Nivel	6.14	3	2.05	2.72	0.0637 ^{ns}
Ensilado*Tiempo*Nivel	0.24	3	0.08	0.11	0.9561 ^{ns}
Error	21.12	28	0.75		
Total	158.99	43			

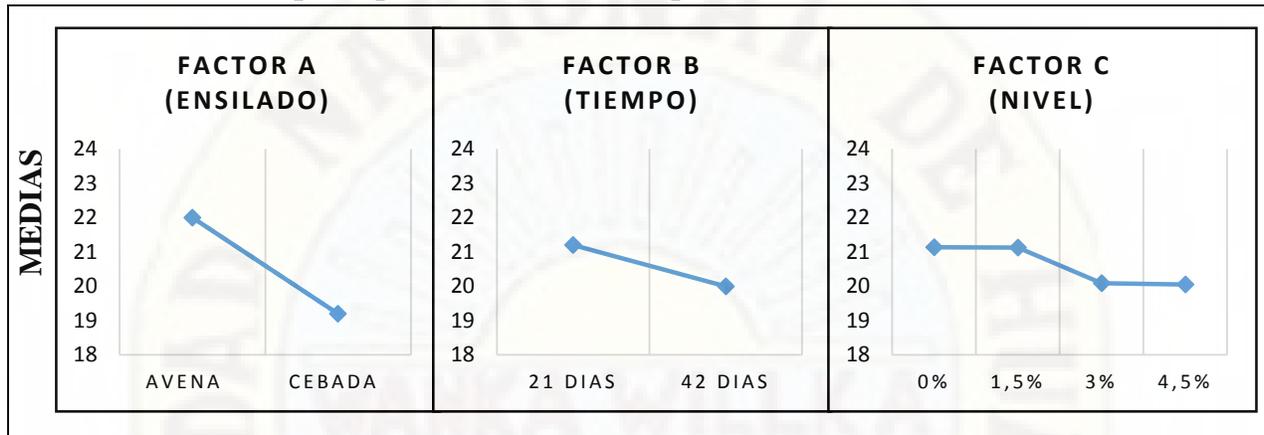
a. Significancia: $P > 0.05 = ns$; $P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$

b. R^2 (%) = 0.87; CV (%) = 4.21; PROM (%) = 20.60

En el análisis de varianza para la materia seca del ensilado de avena y cebada forrajera (Cuadro 7), se determinó que no existe diferencia significativa para las interacciones tiempo-nivel y ensilado-tiempo-nivel por lo tanto estos factores no influyen sobre el porcentaje de materia seca aceptándose en ellos la hipótesis nula, mientras que se presentó diferencias altamente significativas

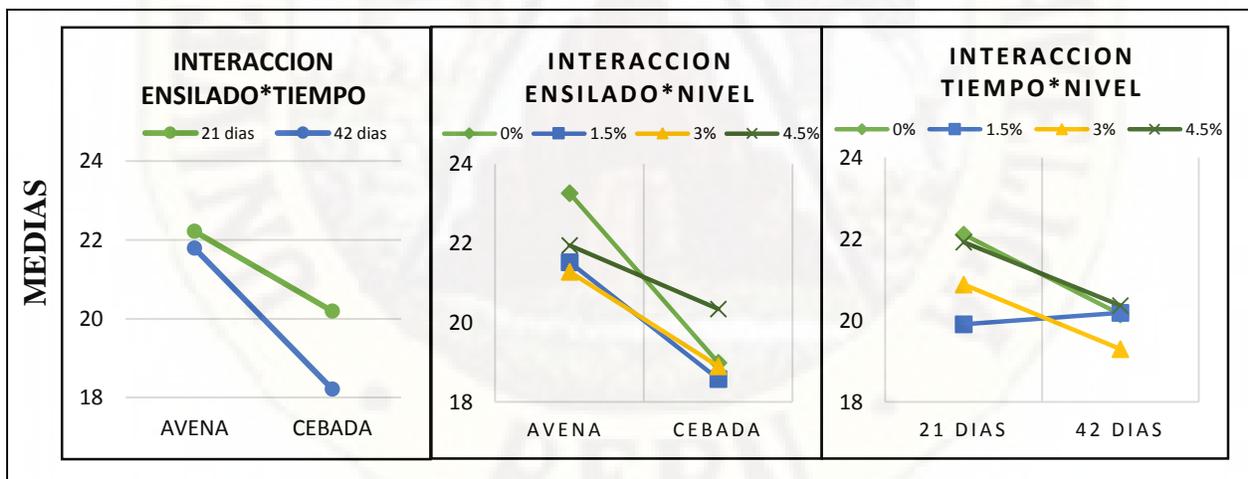
en cuanto a ensilado, tiempo, nivel y las interacciones ensilado-tiempo, ensilado-nivel, aceptándose en ellos la hipótesis alternativa.

Gráfico N°1. Efectos principales de materia seca para constatar el ANOVA.



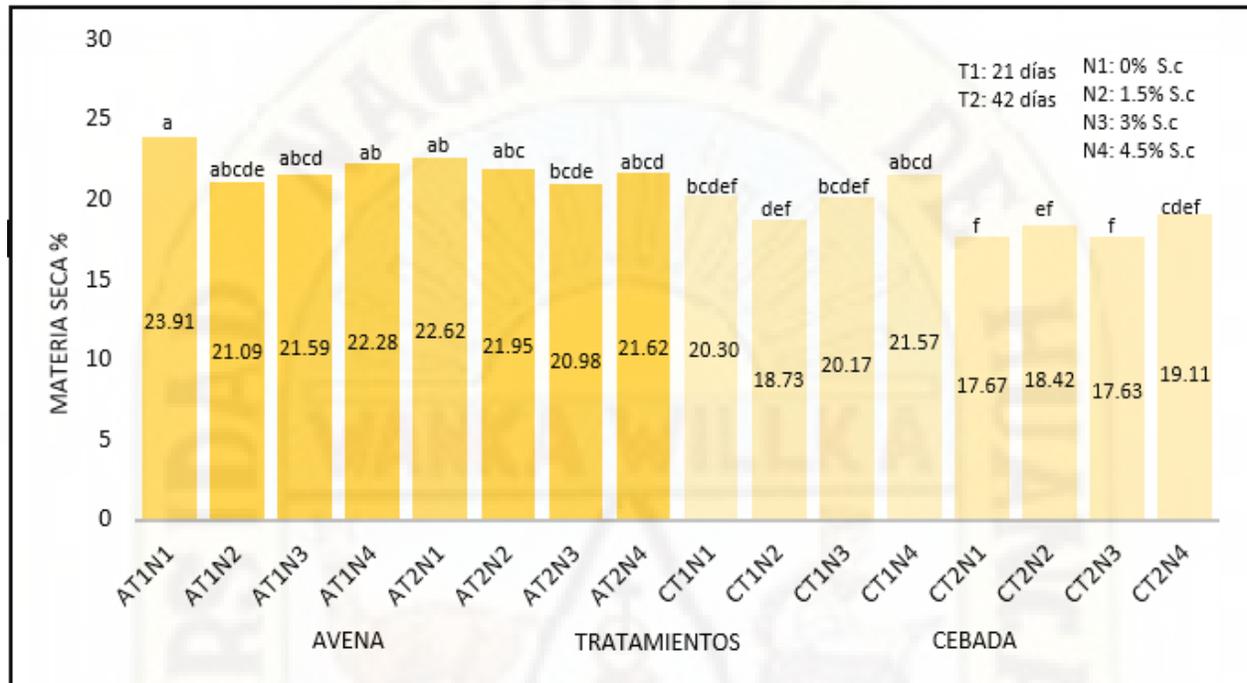
En el Gráfico N°1 pueden constatar los resultados del Cuadro 7, ya que las tres variables ensilado, tiempo de fermentación y nivel de *S. cerevisiae*, presentan pendientes pronunciadas y diferentes evidenciando que influyeron en la materia seca.

Gráfico N°2. Interacciones dobles de materia seca para constatar el ANOVA.



En el Gráfico N°2 puede observarse que las interacciones entre el ensilado y tiempo, ensilado y nivel, presentan pendientes pronunciadas y diferentes, evidenciando que influyeron en la materia seca y no la interacción tiempo y nivel por presentar dos pendientes paralelas.

Grafico N°3: Prueba de significancia Tukey aplicada a los promedios de las cantidades de materia seca (%) en ensilado de avena y cebada forrajera.



El Grafico N°3, indica los promedios de las cantidades de materia seca en ensilado de avena y cebada forrajera, mismos que según la prueba de significancia Tukey muestra ocho promedios de significancia para cada especie de ensilado donde existe diferencia significativa entre los tratamientos, siendo los que presentan los mayores valores: En la avena los tratamientos AT1N1 con 23.91% MS y AT2N1 con 22.62% MS, ambos sin *S. cerevisiae* a los 21 y 42 días respectivamente. En la cebada los tratamientos CT1N1 con 20.30% MS sin *S. cerevisiae* y CT1N4 con 21.57% MS con *S. cerevisiae* de 4.5%, ambos tratamientos a los 21 días. Los promedios más bajos lo tuvieron los tratamientos AT2N3 y CT2N3 con 20.98% MS y 17.63% MS respectivamente con *S. cerevisiae* de 3% a los 42 días.

Zhou *et al.* (2019) en su investigación en ensilado de tallos de maíz a los 30 días de fermentación obtuvo promedios similares de 26.9% MS sin *S. cerevisiae* y la presente investigación en los

tratamientos AT1N1, AT2N1, CT2N1 y CT1N1 en ensilado de avena y cebada sin *S. cerevisiae* obtuvo 23.91%, 22.62%, 20.30%, 17.67% MS respectivamente a los 21 y 42 días; además obtuvo 26.0% MS con *S. cerevisiae* a los 30 días de fermentación y la presente investigación con *S. cerevisiae* a los 21 y 42 días de fermentación en el tratamiento AT1N4 y CT1N4 obtuvo 22.28% y 21.57%MS con 4.5% de *S. cerevisiae*, respectivamente.

Poma (2011) en ensilado de cebada con 10% de *S. cerevisiae* a los 90 días encontró valores superiores de 33.17% MS, a diferencia de la presente investigación que obtuvo con el mayor nivel de *S. cerevisiae* de 4.5% en el tratamiento CT1N4 a los 21 días 21.57%MS y a los 42 días en el tratamiento CT2N4 19.11% MS.

Estos resultados reflejan que el contenido de materia seca no se vio afectado por el nivel de *Saccharomyces cerevisiae* y el tiempo de fermentación ya que no existieron cambios significativos en ningún tratamiento. Esto puede deberse a que ambas gramíneas realizaron una fermentación completa del ensilaje durante los 21 y 42 días de almacenamiento. Para Pahwo *et al.* (2003) citado por (Kung *et al.*, 2018), se cree que la fase de fermentación del proceso del ensilado dura de 7 a 45 días.

b) Proteína cruda (PC%)

El cuadro 8 muestra el ANAVA, para proteína cruda en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

En el análisis de varianza del porcentaje de proteína cruda se estudiaron 16 tratamientos con 3 repeticiones donde el promedio general fue de 13.48%, el coeficiente de variabilidad (CV) fue de 8.75% y el coeficiente de determinación (R^2) fue de 0.93%.

Cuadro 8. Análisis de varianza de proteína cruda en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

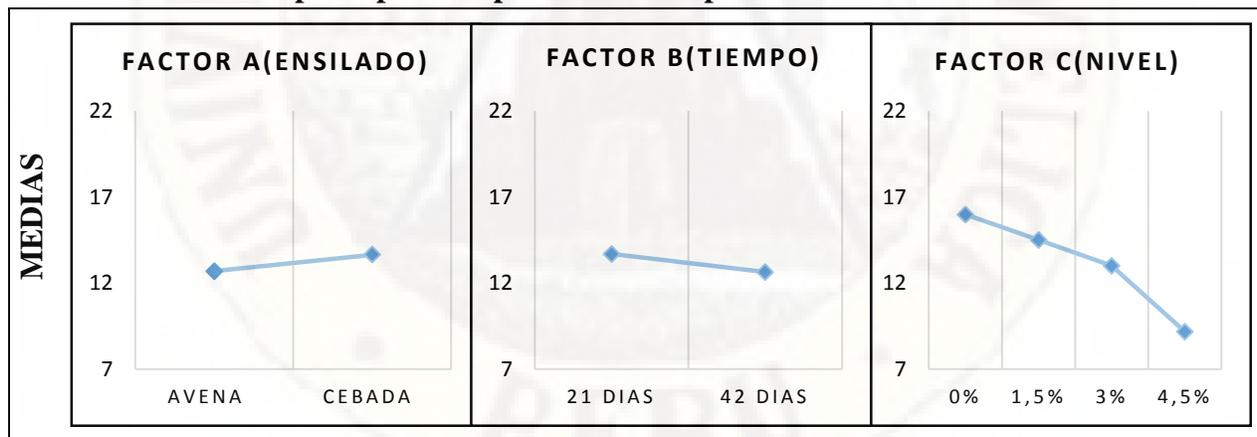
F.V.	SC	gl	CM	Fcal	Sig.
-------------	-----------	-----------	-----------	-------------	-------------

Modelo	290.28	15	19.35	13.84	0.0001
Ensilado	0.87	1	0.87	0.62	0.4428 ^{ns}
Tiempo	1.43	1	1.43	1.02	0.3286 ^{ns}
Nivel	270.88	3	90.29	64.57	0.0001**
Ensilado*Tiempo	4.03	1	4.03	2.88	0.1102 ^{ns}
Ensilado*Nivel	4.15	3	1.38	0.99	0.4245 ^{ns}
Tiempo*Nivel	4.36	3	1.45	1.04	0.4038 ^{ns}
Ensilado*Tiempo*Nivel	3.06	3	1.02	0.73	0.5508 ^{ns}
Error	20.97	15	1.40		
Total	311.25	30			

- a. Significancia: $P > 0.05 = ns$; $P < 0,05 = *$; $P < 0,01 = **$
b. R^2 (%) = 0.93; CV (%) = 8.75; PROM (%) = 13.48

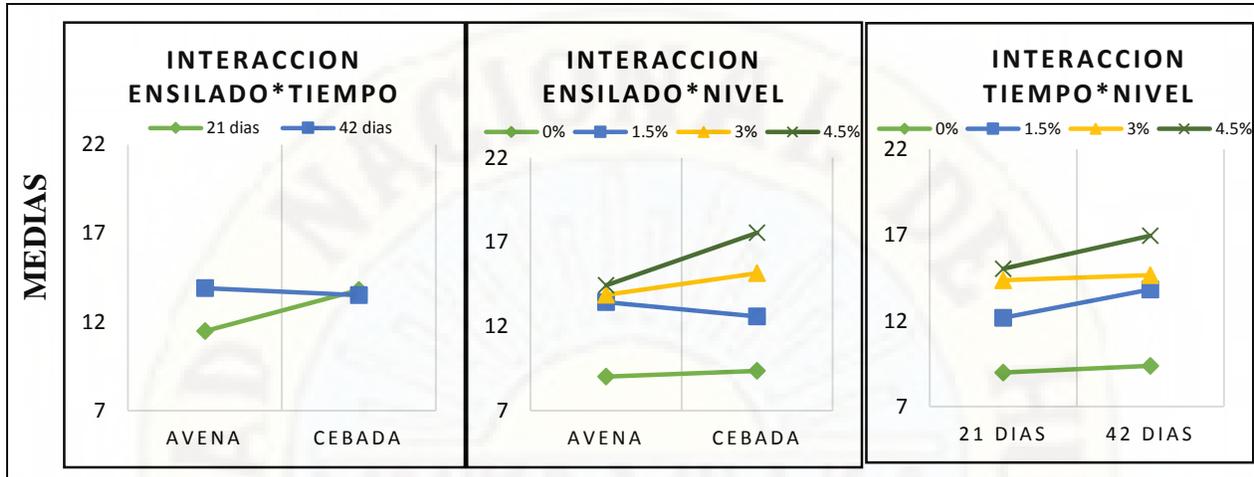
En el análisis de varianza para la proteína cruda del ensilado de avena y cebada forrajera (Cuadro 8), se determinó que existe diferencias altamente significativas en el nivel de *S. cerevisiae*, aceptándose en el la hipótesis alternativa, afirmando que el nivel de levadura influye significativamente sobre el contenido de proteína cruda, mientras no existe diferencias significativas para la ensilado, tiempo y las interacciones ensilado-tiempo, ensilado-nivel, tiempo-nivel y ensilado-tiempo-nivel aceptándose en ellos la hipótesis nula.

Gráfico N°4. Efectos principales de proteína cruda para constatar el ANOVA.



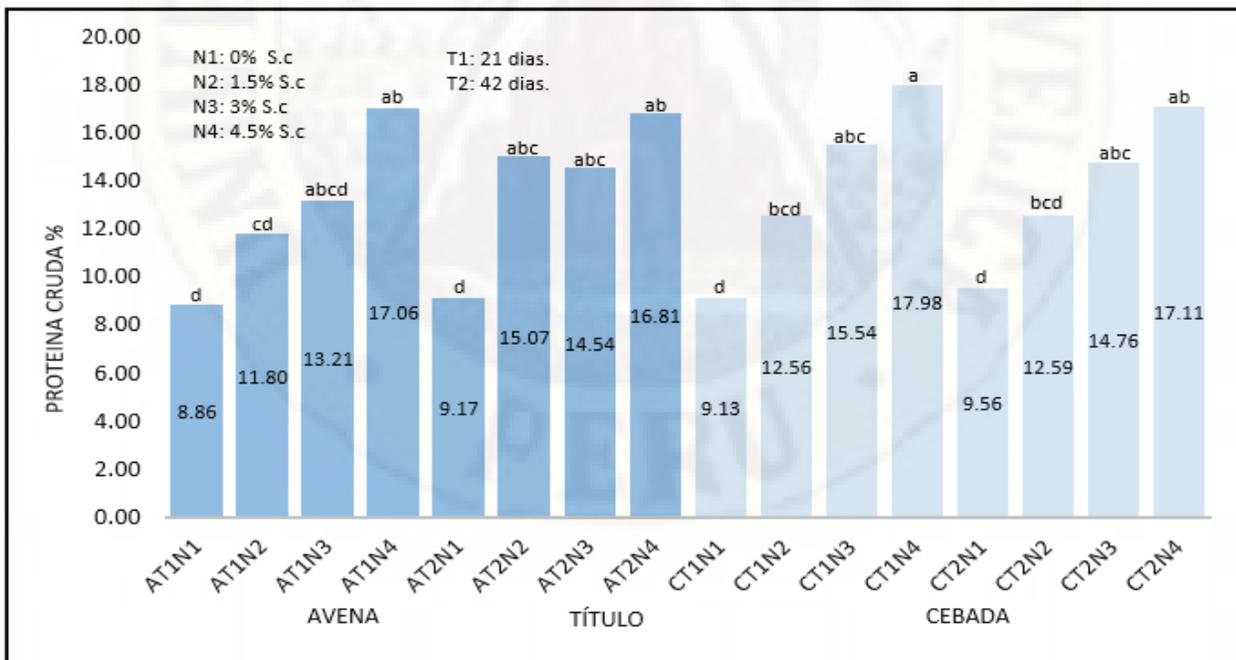
En el Gráfico N°4 pueden constatar los resultados del Cuadro 8, donde el factor Nivel presenta una pendiente más pronunciada y diferente y los otros factores ensilado y tiempo de fermentación en cambio no, evidenciando que el nivel de levadura influye en la proteína cruda.

Grafico N°5. Interacciones dobles de proteína cruda para constatar el ANOVA.



En el Grafico N°5 puede observarse que las interacciones entre el ensilado y tiempo, ensilado y nivel, tiempo y nivel presentan pendientes no pronunciadas y paralelas, evidenciando que no influyeron en el porcentaje de proteína cruda.

Grafico N°6: Prueba de significancia Tukey aplicada a los promedios de las cantidades de proteína cruda (%) en ensilado de avena y cebada forrajera.



El Grafico N°6, indica los promedios de las cantidades de proteína cruda en ensilado de avena y cebada forrajera, mismos que según la prueba de significancia Tukey muestra ocho promedios de significancia para cada especie de ensilado donde existe diferencia significativa entre los tratamientos; siendo los que presentan los mayores valores: En la avena los tratamientos AT1N4 y AT2N4 con *S. cerevisiae* de 4.5% con 17.06% PC y 16.81% PC respectivamente. En la cebada los tratamientos CT1N4, CT2N4 con *S. cerevisiae* de 4.5% con 17.98% y 17.11% PC respectivamente, ambos ensilados de avena y cebada a los 21 días y 42 días. Los promedios más bajos lo tuvieron los tratamientos AT1N1, AT2N1, CT1N1, CT2N1 con 8.86%, 9.17%, 9.13%, 9.56% PC respectivamente, sin la adición de *S. cerevisiae* a los 21 y 42 días.

Estos resultados en la presente investigación son superiores a los resultados encontrados por Zhou *et al.* (2019), que encontró con la adición de *S. cerevisiae* en ensilado de tallos de maíz a los 30 días de fermentación 8.5% PC y a los 60 días de fermentación 8% PC, la presente investigación obtuvo 17.06% PC, 16.81% PC, 17.98% PC, 17.11% PC en los tratamientos AT1N4, AT2N4, CT1N4, CT2N4 respectivamente, a los 21 y 42 días de fermentación con la adición de 4.5% de *S. cerevisiae*.

También Saeed *et al.* (2017) en ensilado de residuos de cultivos de maíz a los 60 días con 10 g. *S. cerevisiae* encontró 5.47% PC y la presente investigación al 1.5% de *S. cerevisiae* obtuvo 11.80% PC, 15.07% PC, 12.56% PC, 12.59% PC en los tratamientos AT1N2, AT2N2, CT1N2, CT2N2 respectivamente a los 21 y 42 días de fermentación.

Observando los resultados hubo un incremento del porcentaje de PC al adicionar *S. cerevisiae* a mayores niveles, quizás se deba a que las fuentes de PC en los ensilajes inoculados con *S. cerevisiae* difirieron de las no inoculadas, en el sentido de que la proteína se deriva no solo de las proteínas vegetales sino también de las proteínas microbianas de los inoculantes, especialmente de células de *S. cerevisiae* con un contenido de proteínas entre el 40% y el 60%. Lo que explica el aumento de PC en el ensilajes inoculados. (Zhou *et al.*, 2019).

Mahanna y Chase (2003) citado por (Sukanya y Kamphayae, 2016). El aumento del contenido de CP podría haber sido influenciado por el aumento de la fracción de proteína soluble y aumento del contenido de humedad de la mezcla causado por la inclusión de *Saccharomyces cerevisiae*.

c) Fibra detergente neutra (FDN%)

El cuadro 9 muestra el ANAVA, para fibra detergente neutra en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

En el análisis de varianza del porcentaje de fibra detergente neutra se estudiaron 16 tratamientos con 3 repeticiones donde el promedio general fue de 49.26%, el coeficiente de variabilidad (CV) fue de 3.97% y el coeficiente de determinación (R^2) fue de 0.84%.

Cuadro 9. Análisis de varianza de fibra detergente neutra en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

F.V.	SC	gl	CM	Fcal	Sig.
Modelo	301.98	15	20.13	5.25	0.0013
Ensilado	26.65	1	26.65	6.95	0.0187*
Tiempo	48.20	1	48.20	12.57	0.0029**
Nivel	61.81	3	20.60	5.37	0.0103*
Ensilado*Tiempo	34.20	1	34.20	8.92	0.0092**
Ensilado*Nivel	111.36	3	37.12	9.68	0.0008**
Tiempo*Nivel	5.73	3	1.91	0.50	0.6891 ^{ns}
Ensilado*Tiempo*Nivel	3.12	3	1.04	0.27	0.8451 ^{ns}
Error	57.51	15	3.83		
Total	359.48	30			

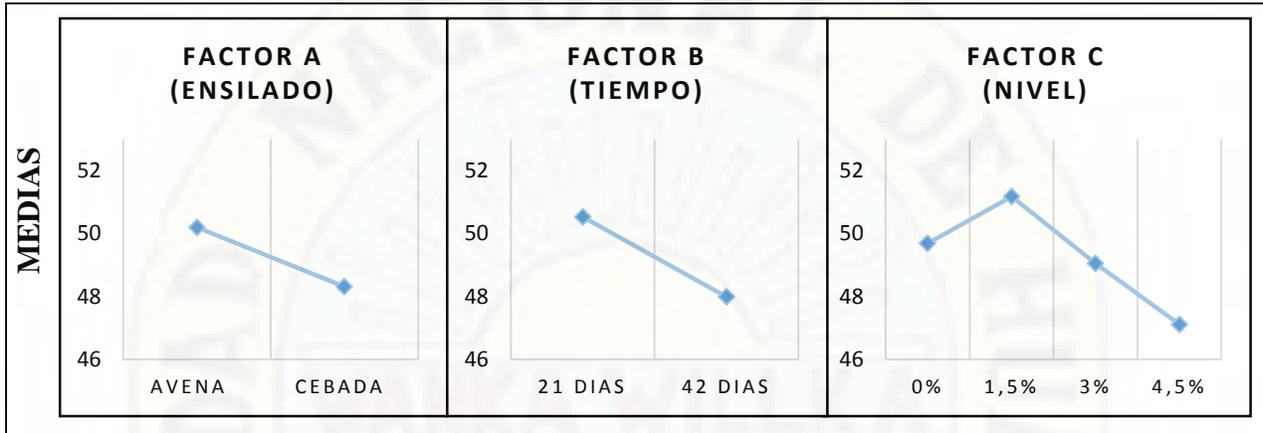
a. Significancia: $P > 0.05 = ns$; $P < 0,05 = *$; $P < 0,01 = **$

b. R^2 (%) = 0.84; CV (%) = 3.97; PROM (%) = 49.26

En el análisis de varianza para la fibra detergente neutra del ensilado de avena y cebada forrajera (Cuadro 9), se determinó que no existe diferencia significativa para el ensilado y las interacciones tiempo-nivel, ensilado-tiempo-nivel por lo tanto estos factores no influyen sobre el porcentaje de fibra detergente neutra aceptándose en ellos la hipótesis nula, mientras que se presentó diferencia

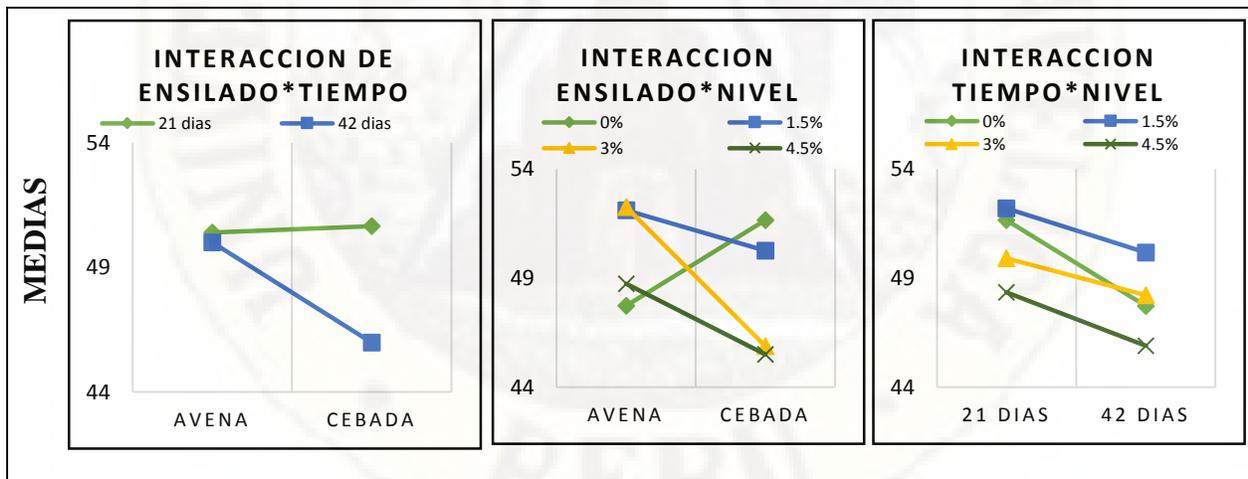
significativa en el tiempo, nivel y diferencias altamente significativas en las interacciones ensilado-tiempo, ensilado-nivel aceptándose en ellos la hipótesis alternativa.

Grafico N°7. Efectos principales de fibra detergente neutra para constatar el ANOVA.



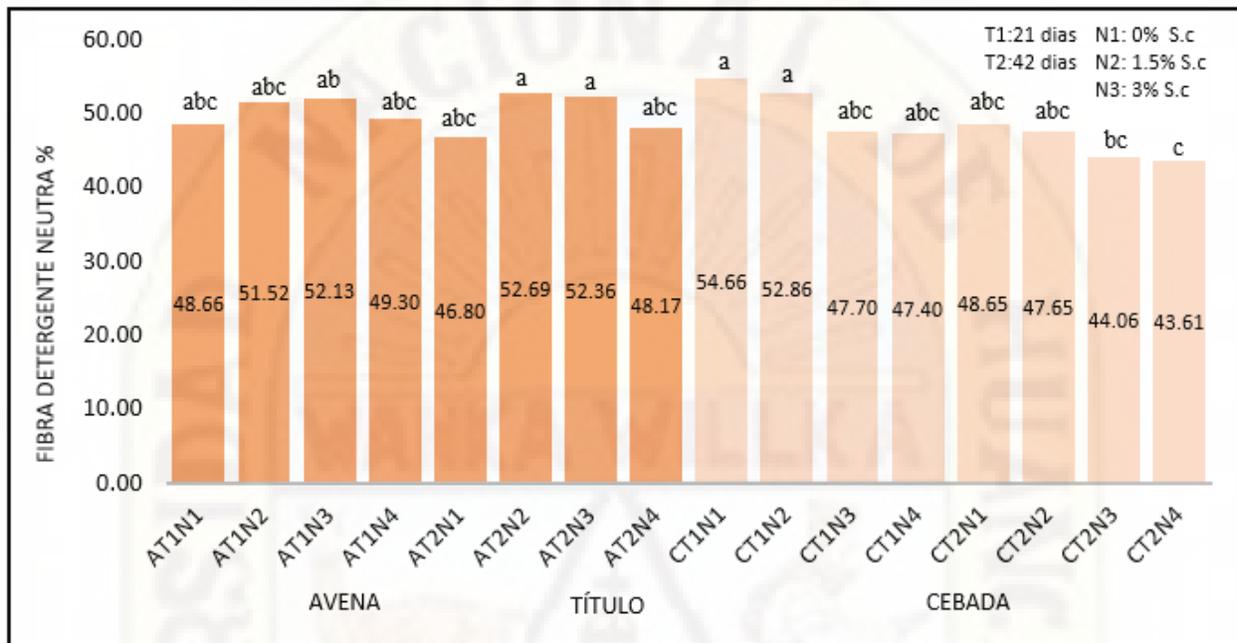
En el Gráfico N°7 pueden constatarse los resultados del Cuadro 9, ya que las tres variables ensilado, tiempo de fermentación y nivel de levadura, presentan pendientes pronunciadas, evidenciando que influyeron en el porcentaje de fibra detergente neutra.

Grafico N°8. Interacciones dobles de fibra detergente neutra para constatar el ANOVA.



En el Grafico N°8 puede observarse que las interacciones entre el ensilado y tiempo, ensilado y nivel, presentan diferentes pendientes pronunciadas, evidenciando que influyeron en la fibra detergente neutra y no la interacción tiempo y nivel por presentar dos pendientes paralelas.

Grafico N°9: Prueba de significancia Tukey aplicada a los promedios de las cantidades de fibra detergente neutra (%) en ensilado de avena y cebada forrajera.



El Grafico N°9, indica los promedios de las cantidades de fibra detergente neutra en ensilado de avena y cebada forrajera, mismos que según la prueba de significancia Tukey muestra ocho promedios de significancia para cada especie de ensilado donde existe diferencia significativa entre los tratamientos, siendo los que presentan los mayores valores: En la avena los tratamientos AT2N2 y AT2N3 con 52.69% y 52.36% FDN respectivamente con diferentes niveles de *S. cerevisiae* a los 42 días. En la cebada los tratamientos CT1N1 con 54.66% FDN sin *S. cerevisiae* y CT1N2 con 52.86% FDN con *S. cerevisiae* a los 21 días.

Zhou *et al.* (2019) en ensilado de tallos de maíz encontró con adición de *S. cerevisiae* a los 30 días de 59.2% FDN y sin adición de 55.9% FDN, valores similares a la presente investigación que en los tratamientos AT2N2, CT1N2 se obtuvo valores de 52.69% FDN y 52.86% FDN respectivamente con adición de *S. cerevisiae* de 1.5%, a los 21 y 42 días de fermentación y sin la

adición de *S. cerevisiae* en los tratamientos AT1N1, CT1N1 con 48.66% FDN y 54.66% FDN respectivamente.

También Duniere *et al.* (2015) en ensilado de maíz en 90 días de fermentación con *S. cerevisiae* encontró promedios ligeramente menores de 47.69% FDN y sin *S. cerevisiae* 49.27% FDN; a la presente investigación que en los tratamientos con *S. cerevisiae* de 1.5% en los tratamientos AT2N2 y CT1N2 se obtuvo 52.69% y 54.66% FDN y sin *S. cerevisiae* 48.66% y 54.66% FDN, en ambos ensilados.

En cuanto a los resultados presentes, no se observó un cambio significativo al aumentar *S. cerevisiae* y tiempo de fermentación, el nivel se mantiene regular y constante aumentando y disminuyendo el contenido de FDN en todos los tratamientos.

d) Fibra detergente acida (FDA%)

El cuadro 10 muestra el ANAVA, para fibra detergente acida en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

En el análisis de varianza del porcentaje de fibra detergente acida se estudiaron 16 tratamientos con 3 repeticiones donde el promedio general fue de 28.58%, el coeficiente de variabilidad (CV) fue de 5.08% y el coeficiente de determinación (R²) fue de 0.79%.

Cuadro 10. Análisis de varianza de fibra detergente acida en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

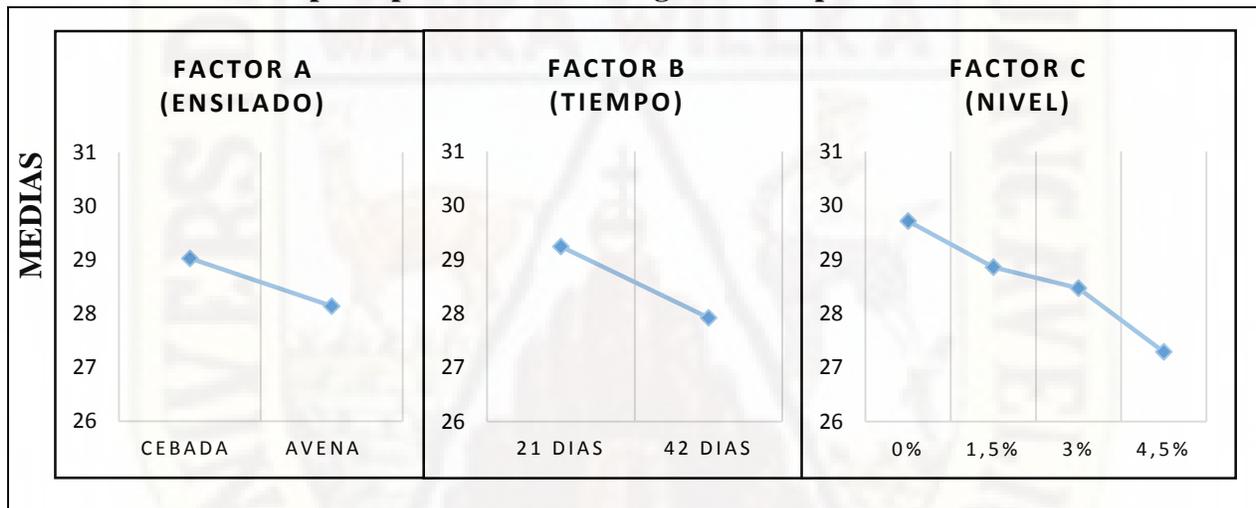
F.V.	SC	gl	CM	Fcal	Sig.
Modelo	117.72	15	7.85	3.73	0.0077
Ensilado	5.94	1	5.94	2.82	0.1138 ^{ns}
Tiempo	13.13	1	13.13	6.23	0.0247**
Nivel	22.08	3	7.36	3.49	0.0421*
Ensilado*Tiempo	18.78	1	18.78	8.92	0.0092**
Ensilado*Nivel	47.00	3	15.67	7.44	0.0028**
Tiempo*Nivel	4.03	3	1.34	0.64	0.6026 ^{ns}
Ensilado*Tiempo*Nivel	1.87	3	0.62	0.30	0.8276 ^{ns}
Error	31.60	15	2.11		

Total	149.32	30
--------------	--------	----

- a. Significancia: $P > 0.05 = ns$; $P < 0,05 = *$; $P < 0,01 = **$
b. R^2 (%) = 0.79; CV (%) = 5.08; PROM (%) = 28.58

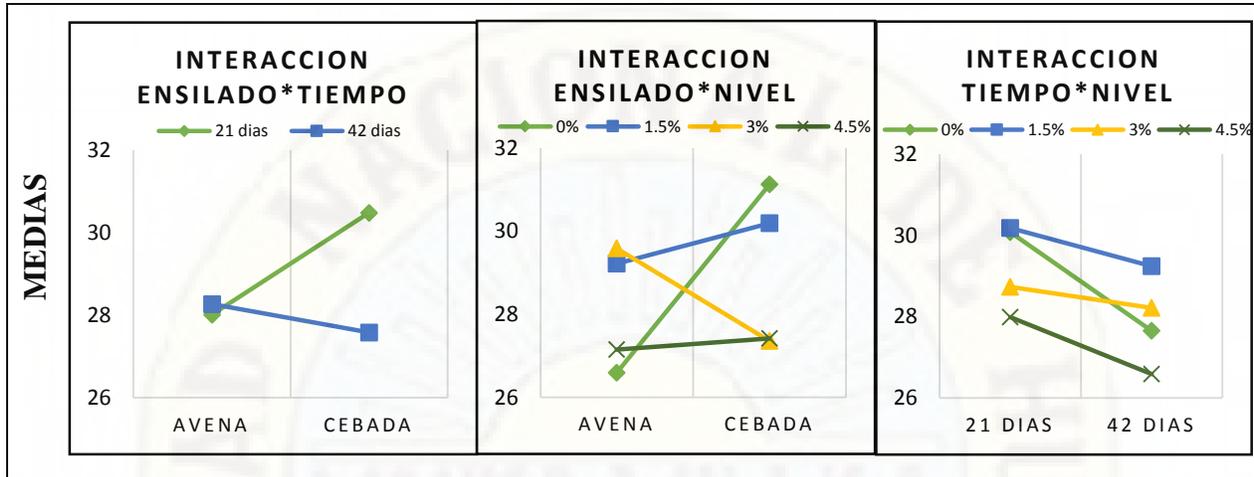
En el análisis de varianza para la fibra detergente neutra del ensilado de avena y cebada forrajera (Cuadro 10), se determinó que no existe diferencia significativa para las interacciones tiempo-nivel y ensilado-tiempo-nivel por lo tanto estos factores no influyen sobre el porcentaje de fibra detergente acida aceptándose en ellos la hipótesis nula, mientras que se presentó diferencia significativa en la nivel y diferencias altamente significativas en la ensilado, el tiempo y las interacciones ensilado-tiempo, ensilado-nivel aceptándose en ellos la hipótesis alternativa.

Gráfico N°10. Efectos principales de fibra detergente acida para constatar el ANOVA.



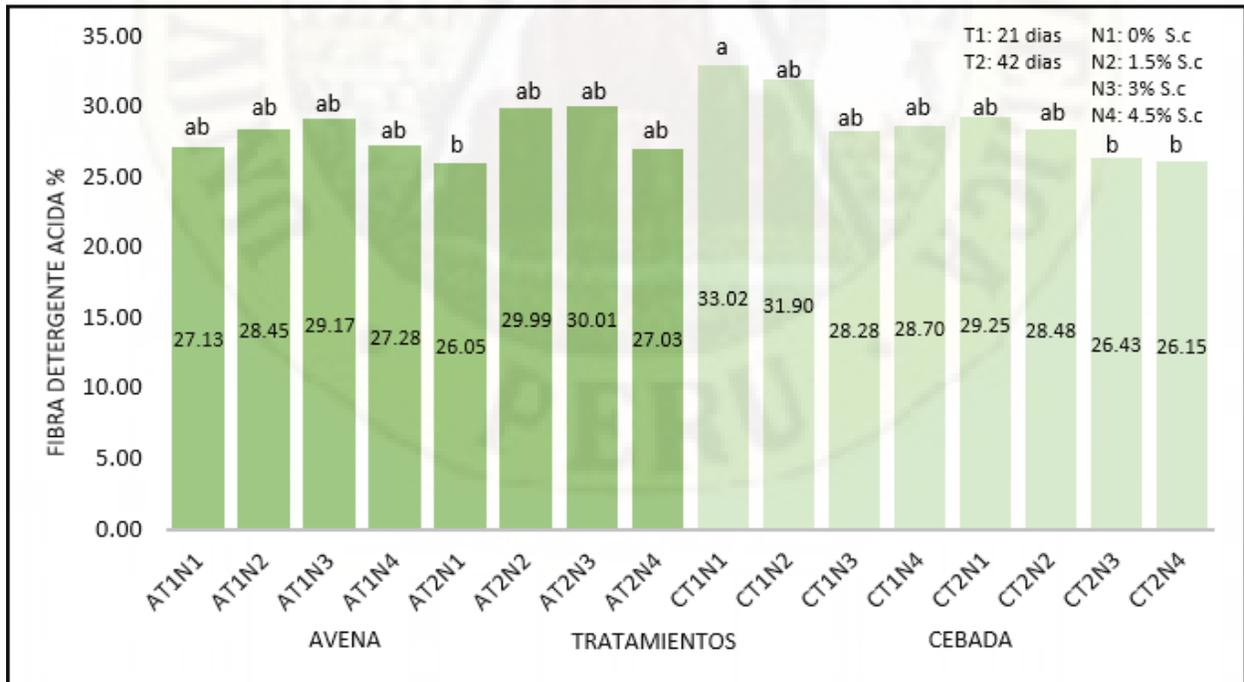
En el Gráfico N°10 pueden constatar los resultados del Cuadro 10, ya que el tiempo de fermentación y nivel de levadura, presentan pendientes y pronunciadas, evidenciando que influyeron en el porcentaje de fibra detergente acida y en cambio no tan pronunciada el ensilado.

Grafico N°11. Interacciones dobles de fibra detergente acida para constatar el ANOVA.



En el Grafico N° 11 puede observarse que las interacciones entre la ensilado y tiempo, ensilado y nivel, presentan pendientes pronunciadas y diferentes, evidenciando que influyeron en la fibra detergente acida y no la interacción tiempo y nivel por presentar pendientes paralelas y no pronunciadas.

Grafico N° 12: Prueba de significancia Tukey aplicada a los promedios de las cantidades de fibra detergente acida (%) en ensilado de avena y cebada forrajera.



El Grafico N° 12, indica los promedios de las cantidades de fibra detergente acida en ensilado de avena y cebada forrajera, mismos que según la prueba de significancia Tukey muestra ocho promedios de significancia para cada especie de ensilado donde existe diferencia significativa entre los tratamientos, siendo los mejores valores: En la avena los tratamientos AT2N2 y AT2N3 con 29.99% y 30.01% FDA respectivamente con la adición de *S. cerevisiae* a los 42 días y en la cebada los tratamientos CT1N1 y CT1N2 con 33.02% y 31.90% FDA respectivamente sin y con *S. cerevisiae* a los 21 días.

Zhou *et al.* (2019) encontró promedios mayores en ensilado de tallos de maíz de 43% de FDA con *S. cerevisiae* a los 30 días y sin *S. cerevisiae* 37.3% FDA, la presente investigación con *S. cerevisiae* del 3% en ensilado de avena en el tratamiento AT2N3 resulto 30.01% FDA a los 42 días y sin *S. cerevisiae* en ensilado de cebada el tratamiento CT1N1 se obtuvo 33.02% FDA.

El ligero aumento de NDF y ADF en los ensilajes con *S. cerevisiae* podría deberse en gran parte a la disminución relativa de los carbohidratos fermentables, incluyendo los carbohidratos solubles en agua, el almidón y la pérdida de MS. (Xiaoling *et al.*, 2019)

Svobodoba *et al.* (1994) citado por (Torres *et al.*, 2013), indica que la fracción de FDA en los forrajes representa la cantidad de fibra indigestible y que valores aproximados al 30 % favorecerían el consumo de MS como los registrados en este estudio. La pared celular de las plantas es la fracción insoluble del forraje después de exponerlo al tratamiento con solución detergente neutro. Esta fracción contiene celulosa, hemicelulosa, proteína indigestible y lignina (Van Soest *et al.*, 1991). La FDN puede representar hasta dos terceras partes de la MS de los forrajes según Jarrige (1988). De acuerdo con, Van Soest *et al.* (1994), los forrajes con un contenido menor a 40 % de FDN pueden considerarse como de buena calidad, mientras que aquellos que sobrepasan el 60 %.

e) Extracto etéreo (EE%)

El cuadro 11 muestra el ANAVA, para extracto etéreo en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

En el análisis de varianza del porcentaje de extracto etéreo se estudiaron 16 tratamientos con 3 repeticiones donde el promedio general fue de 3.53%, el coeficiente de variabilidad (CV) fue de 18.81% y el coeficiente de determinación (R^2) fue de 0.47%.

Cuadro 11. Análisis de varianza de extracto etéreo en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

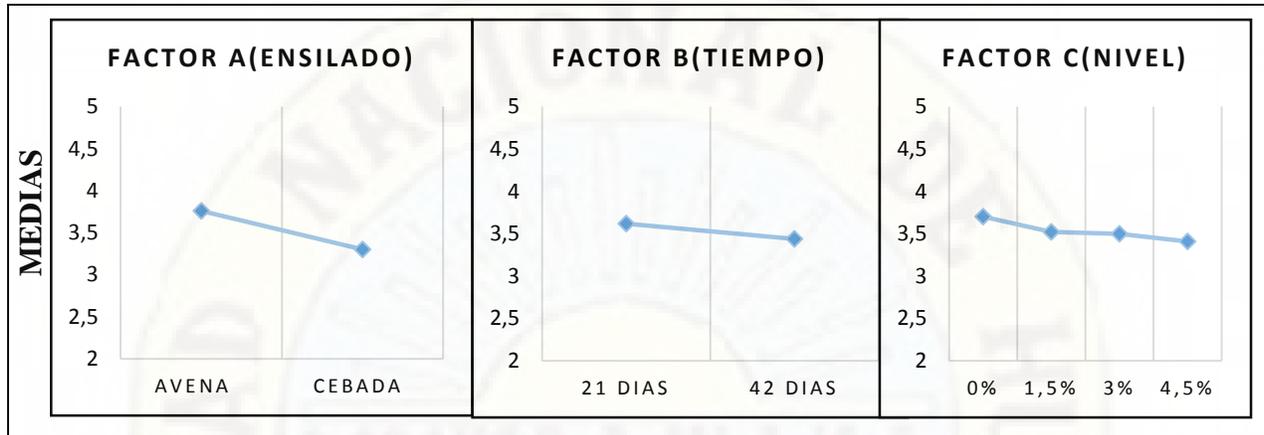
F.V.	SC	gl	CM	F	Sig.
Modelo	6.07	15	0.40	0.90	0.5778
Ensilado	1.58	1	1.58	3.51	0.0804 ^{ns}
Tiempo	0.26	1	0.26	0.57	0.4602 ^{ns}
Nivel	0.36	3	0.12	0.27	0.8485 ^{ns}
Ensilado*Tiempo	1.18	1	1.18	2.63	0.1259 ^{ns}
Ensilado*Nivel	1.75	3	0.58	1.30	0.3109 ^{ns}
Tiempo*Nivel	1.01	3	0.34	0.75	0.5377 ^{ns}
Ensilado*Tiempo*Nivel	0.18	3	0.06	0.13	0.9395 ^{ns}
Error	6.72	15	0.45		
Total	12.79	30			

a. Significancia: $P > 0.05 = ns$; $P < 0,05 = *$; $P < 0,01 = **$

b. R^2 (%) = 0.47; CV (%) = 18.81; PROM (%) = 3.53

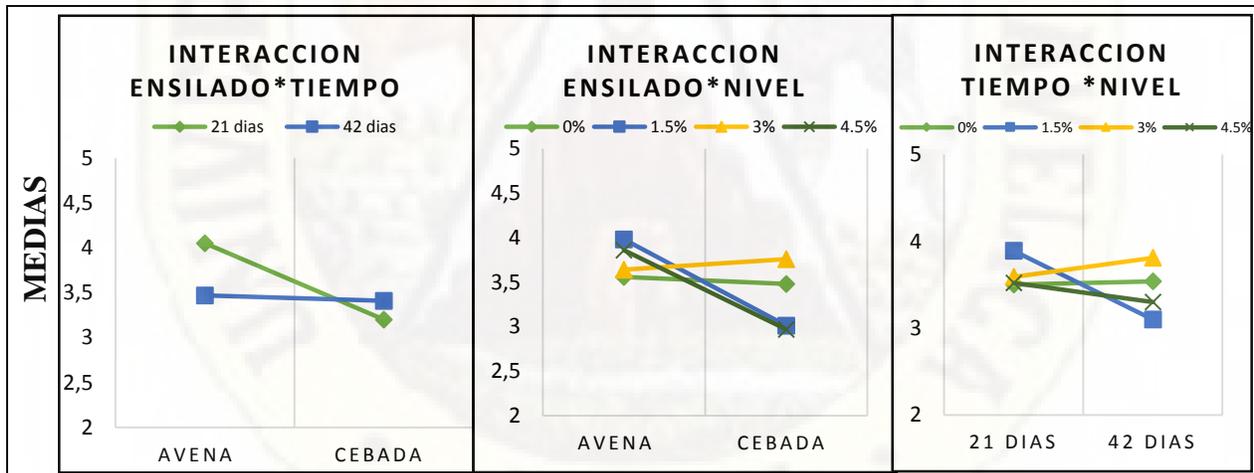
En el análisis de varianza para extracto etéreo del ensilado de avena y cebada forrajera (Cuadro 11), se determinó que no existe diferencia significativa para la ensilado, tiempo, nivel y las interacciones ensilado-tiempo, ensilado-nivel, tiempo-nivel, ensilado-tiempo-nivel por lo tanto estos factores no influyen sobre el porcentaje de fibra detergente neutra aceptándose en ellos la hipótesis nula.

Gráfico N°13. Efectos principales de extracto etéreo para constatar el ANOVA.



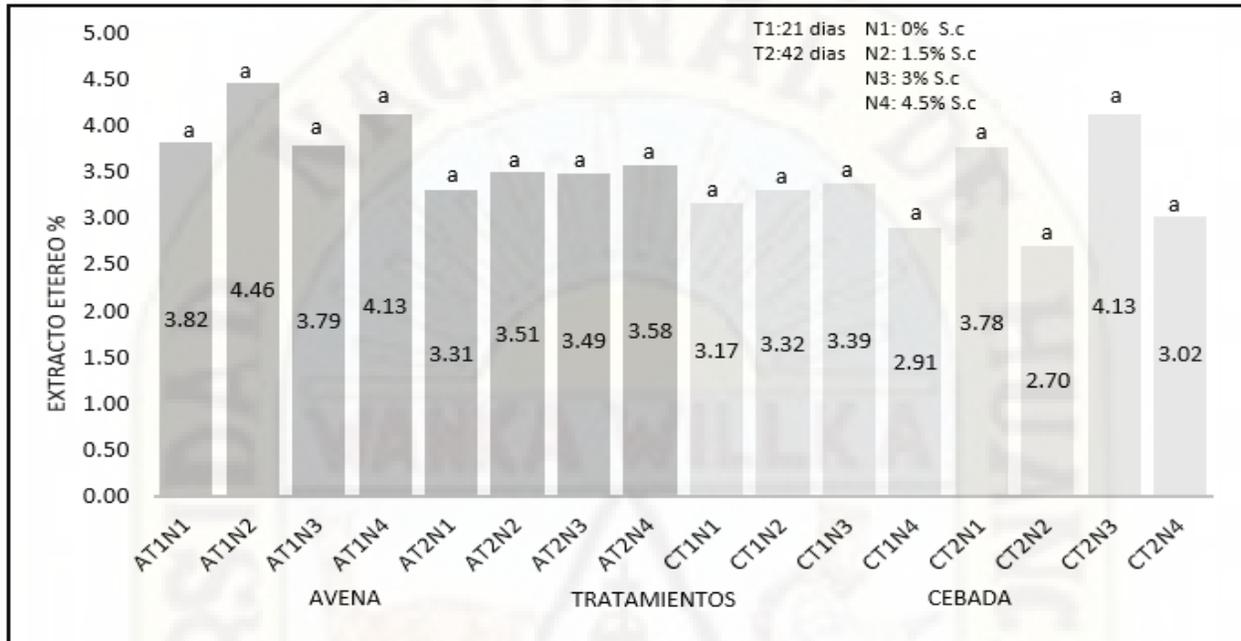
En el Gráfico N° 13 pueden constatar los resultados del Cuadro 8, ya que las tres variables ensilado, tiempo de fermentación y nivel de levadura, no presentan pendientes pronunciadas evidenciando que no influyeron en el porcentaje de extracto etéreo.

Gráfico N°14. Interacciones dobles de extracto etéreo para constatar el ANOVA.



En el Gráfico N° 14 puede observarse que las interacciones entre el ensilado y tiempo, ensilado y nivel, tiempo y nivel presentan pendientes no pronunciadas y similares, evidenciando que no influyeron en el porcentaje de extracto etéreo.

Grafico N° 15: Prueba de significancia Tukey aplicada a los promedios de las cantidades de extracto etéreo (%) en ensilado de avena y cebada forrajera.



El Grafico N° 15, indica los promedios de las cantidades de extracto etéreo en ensilado de avena y cebada forrajera, mismos que según la prueba de significancia Tukey muestra ocho promedios de significancia para cada especie de ensilado donde no existe diferencia significativa entre los tratamientos, siendo los que presentan los mayores valores: En la avena los tratamientos AT1N2 y AT1N4 con 4.46% y 4.13% EE respectivamente con 21 días de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*. En la cebada los tratamientos CT2N1 y CT2N3 con 3.78% y 4.13% EE respectivamente con 42 días de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*. Los valores menores en los tratamientos fueron AT2N3, AT2N1, CT1N4, CT2N2 con 3.49, 3.31, 2.91, 2.70% EE respectivamente.

Saeed *et al.* (2017) en su investigación encontró promedios similares a los 60 días de fermentación en ensilado de residuos de cultivos de maíz de 2.19 y 3.58% EE con 7.5g y 10 de *S. cerevisiae*

respectivamente, mientras la actual investigación reportó al 1% *S. cerevisiae* 3.51% y 2.70% EE en los tratamientos AT2N2 y CT2N2 en ensilado de avena y cebada respectivamente, a los 42 días.

Duniere *et al.* (2015) en su investigación de ensilado de maíz con *S. cerevisiae* a los 90 días de fermentación encontró datos casi similares de 4.95 y 5.44% EE a la presente investigación que reportó en los tratamientos AT1N2 y CT2N3 con 4.46% y 4.13% EE respectivamente en ensilado de avena y cebada con diferentes niveles de *S. cerevisiae* y tiempos de fermentación.

La presente investigación tuvo un aumento en el contenido de extracto etéreo en diferentes tratamientos según (Saeed *et al.*, 2017), el aumento del contenido de extracto etéreo quizás se deba a la formación de AGV (ácidos grasos volátiles) durante el proceso de ensilado lo que demuestra un cambio significativo en el contenido de EE del ensilaje. También Gupta y Pradhan (1977) citado por (Saeed *et al.*, 2017), demostraron que el ensilado exitoso puede implicar cambios deseables que estimulen la fermentación que producen AGV.

f) Materia mineral (MM%)

El cuadro 12 muestra el ANAVA, para materia mineral en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

En el análisis de varianza del porcentaje de materia mineral se estudiaron 16 tratamientos con 3 repeticiones donde el promedio general fue de 6.73%, el coeficiente de variabilidad (CV) fue de 5.46% y el coeficiente de determinación (R²) fue de 0.98%.

Cuadro 12. Análisis de varianza de materia mineral en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

F.V.	SC	gl	CM	F	Sig.
Modelo	229.46	15	15.30	112.31	0.0001
Ensilado	205.39	1	205.39	1507.94	0.0001**
Tiempo	0.14	1	0.14	1.05	0.3135 ^{ns}
Nivel	2.15	3	0.72	5.26	0.0053**
Ensilado*Tiempo	0.26	1	0.26	1.94	0.1747 ^{ns}
Ensilado*Nivel	0.73	3	0.24	1.79	0.1718 ^{ns}
Tiempo*Nivel	1.32	3	0.44	3.23	0.0372*

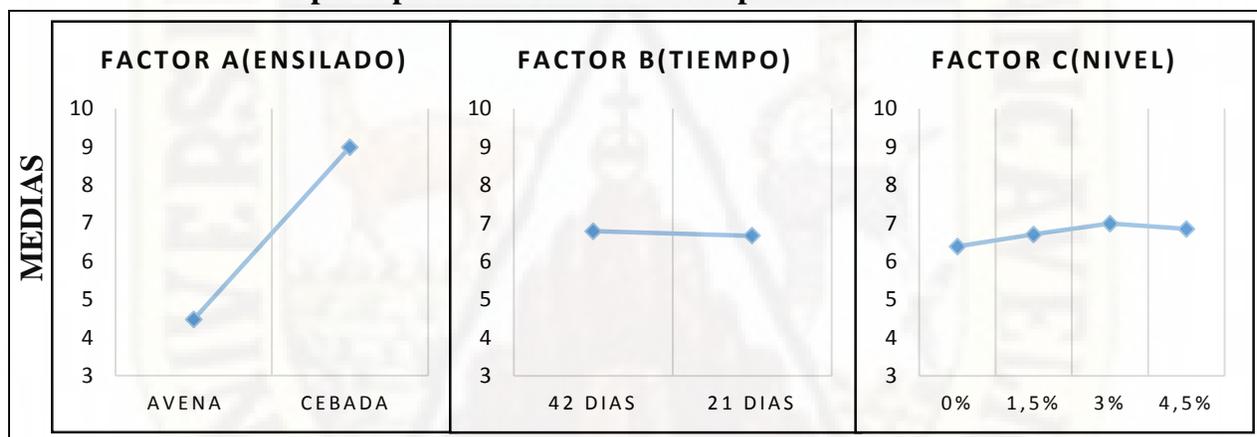
Ensilado*Tiempo*Nivel	0.75	3	0.25	1.83	0.1648 ^{ns}
Error	3.81	28	0.14		
Total	233.27	43			

a. Significancia: $P > 0.05 = ns$; $P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$

b. R^2 (%) = 0.98; CV (%) = 5.46 ; PROM (%) = 6.73

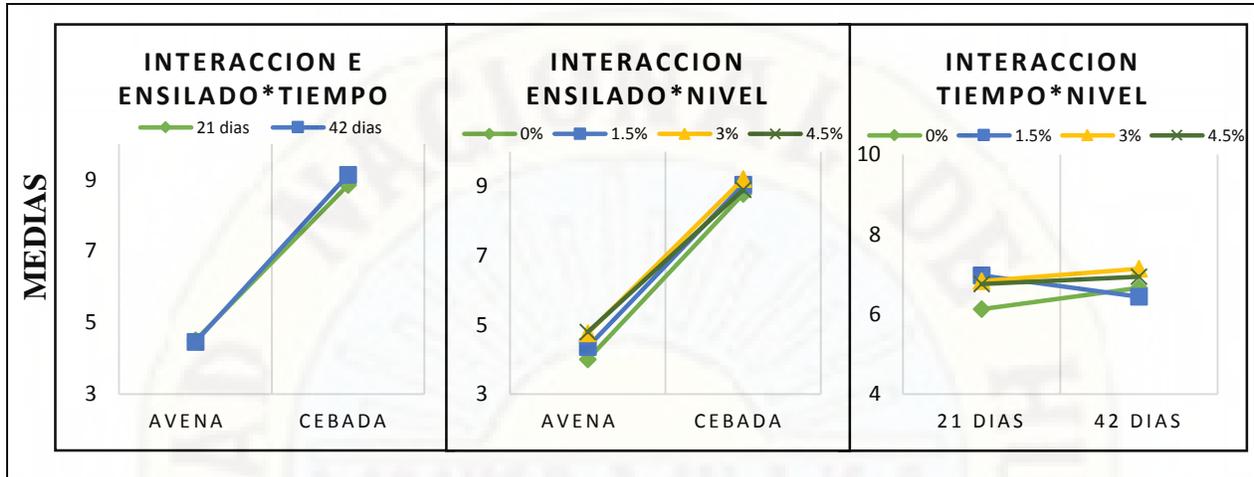
En el análisis de varianza para la materia mineral del ensilado de avena y cebada forrajera (Cuadro 12), se determinó que no existe diferencia significativa para el tiempo y las interacciones ensilado-tiempo, ensilado-nivel, ensilado-tiempo-nivel por lo tanto estos factores no influyen sobre el porcentaje de materia mineral aceptándose en ellos la hipótesis nula, mientras que se presentó diferencia significativa en la interacción tiempo-nivel y diferencias altamente significativas en la especie y nivel aceptándose en ellos la hipótesis alternativa.

Gráfico N°16. Efectos principales de materia mineral para constatar el ANOVA.



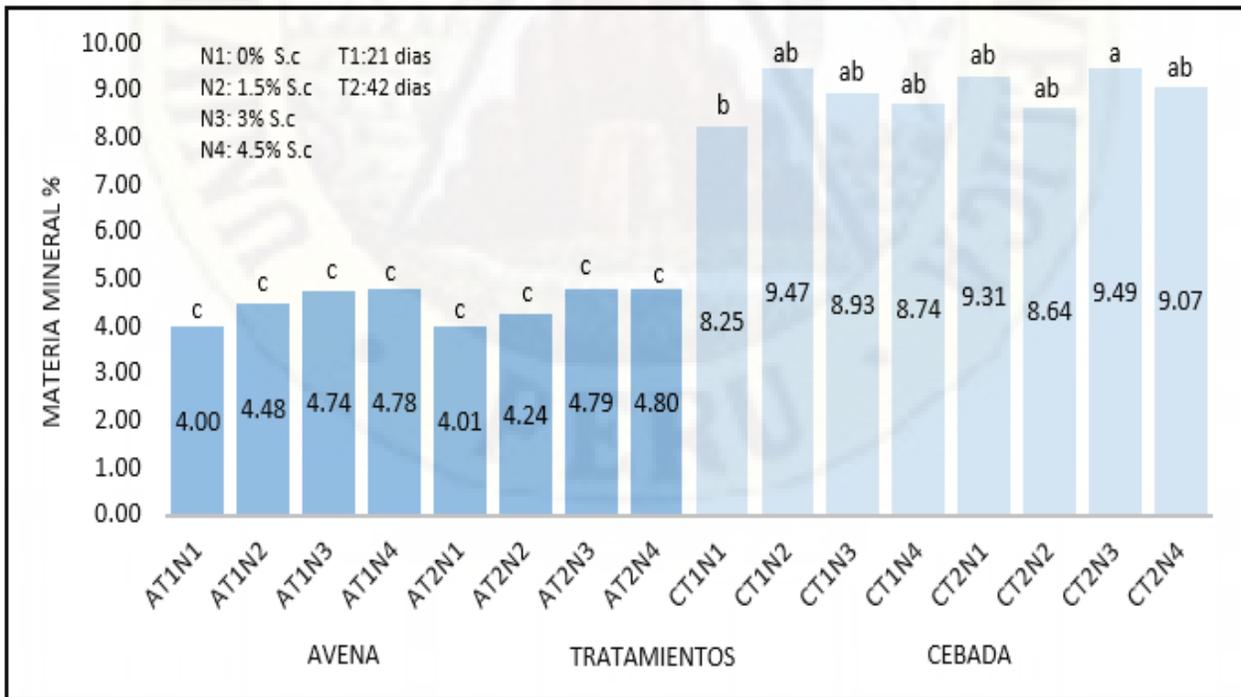
En el Gráfico N° 16 pueden constatar los resultados del Cuadro 12, ya que las dos variables ensilado y nivel de levadura presentan pendientes pronunciadas y diferentes evidenciando que influyeron en el porcentaje de materia mineral en cambio no el tiempo de fermentación.

Grafico N°17. Interacciones dobles de materia mineral para constatar el ANOVA.



En el Grafico N° 17 puede observarse que las interacciones entre el ensilado y tiempo, ensilado y nivel, presentan pendientes similares y paralelas, evidenciando que no influyeron en la materia mineral y la interacción tiempo y nivel tiene pequeñas pendientes diferentes influyendo en la materia mineral.

Grafico N° 18: Prueba de significancia Tukey aplicada a los promedios de las cantidades de materia mineral (%) en ensilado de avena y cebada forrajera.



El Grafico N° 18, indica los promedios de las cantidades de materia mineral en ensilado de avena y cebada forrajera, mismos que según la prueba de significancia Tukey muestra ocho promedios de significancia para cada especie de ensilado donde existe diferencia significativa entre los tratamientos, siendo los mayores valores: En la avena los tratamientos AT1N4 y AT2N4 con 4.78% y 4.80% MM respectivamente con la inclusión de *S. cerevisiae* de 4.5% a los 21 y 42 días. En la cebada los tratamientos CT1N2 y CT2N3 con 9.47% y 9.49% MM respectivamente con la inclusión de *S. cerevisiae* a los 21 y 42 días de fermentación.

Según Poma (2012), encontró con la adición de 10% *S. cerevisiae* en ensilado de cebada 7.28% MM en 90 días de fermentación valores ligeramente menores a la presente investigación en ensilado de cebada en el tratamiento CT1N2 y CT2N3 con 9.47% y 9.49% MM respectivamente con la adición de *S. cerevisiae* a los 21 y 42 días de fermentación. No se encontró más trabajos relacionados con la adición de *Saccharomyces cerevisiae* y tiempos de fermentación en ensilados.

Leao *et al.* (2017) en ensilado de avena a los 60 días de fermentación encontró 5.4% MM, resultados ligeramente superiores a la presente investigación sin *S. cerevisiae* en el tratamiento AT1N1 y AT2N1 con 4.00% MM y 4.01% MM respectivamente; en ensilado de cebada a los 60 días de fermentación encontró 5% MM resultados menores a la presente investigación sin *S. cerevisiae* en el tratamiento CT1N1 de 8.25% MM y CT2N1 de 9.31% MM, ambas especies a los 21 y 42 días. En ese estudio la etapa de desarrollo reproductivo de la planta en la cosecha fue grano pastoso y la presente investigación fue grano lechoso. Según Poma (2012) el aumento considerable del contenido de minerales en el ensilado quizás se deba principalmente al estado productivo lechoso y a la contaminación del suelo, cuando hay contaminación son valores superiores a 10% (INIA, 2002b). Generalmente valores altos son sinónimo de ingreso de tierra en alguna de las fases operativas del proceso de ensilado o en el compactado y se debe recordar que las clostridias, son organismos esporulados con alta presencia en la tierra, que una vez en el silo maduran y se vuelven activas.

4.2 Estimación de valores energéticos

g) Digestibilidad de la materia seca (DMS%)

El cuadro 13 muestra el ANAVA, para digestibilidad de la materia seca en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

En el análisis de varianza del porcentaje de digestibilidad de la materia seca se estudiaron 16 tratamientos con 3 repeticiones donde el promedio general fue de 66.64%, el coeficiente de variabilidad (CV) fue de 1.70% y el coeficiente de determinación (R^2) fue de 0.79%.

Cuadro 13. Análisis de varianza de digestibilidad de la materia seca (DMS) en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

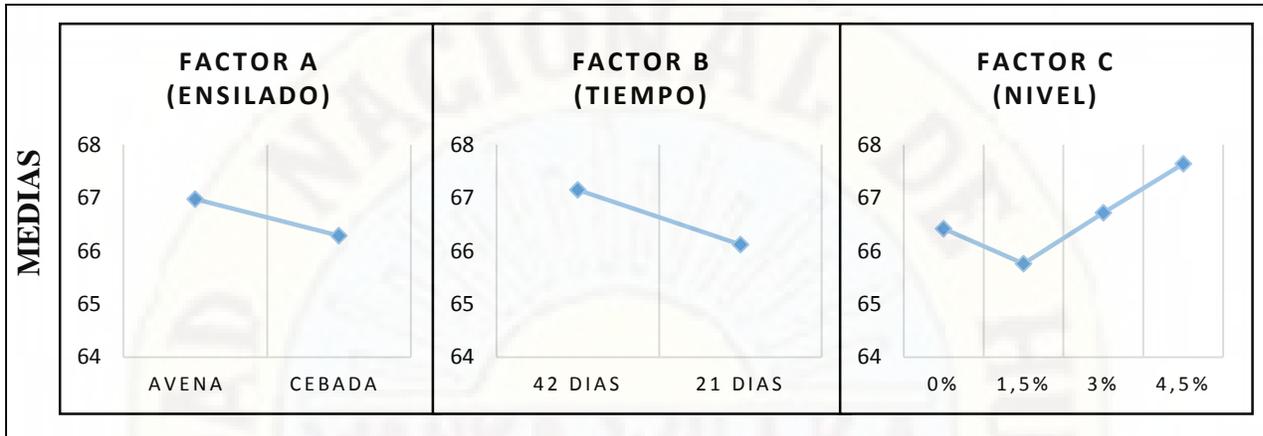
F.V.	SC	gl	CM	Fcal	Sig.
Modelo	71.46	15	4.76	3.73	0.0076
Ensilado	3.61	1	3.61	2.83	0.1133 ^{ns}
Tiempo	7.97	1	7.97	6.24	0.0246*
Nivel	13.41	3	4.47	3.50	0.0419*
Ensilado*Tiempo	11.39	1	11.39	8.92	0.0092**
Ensilado*Nivel	28.53	3	9.51	7.44	0.0028**
Tiempo*Nivel	2.44	3	0.81	0.64	0.6025 ^{ns}
Ensilado*Tiempo*Nivel	1.13	3	0.38	0.30	0.8279 ^{ns}
Error	19.16	15	1.28		
Total	90.63	30			

a. Significancia: $P > 0.05 = ns$; $P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$

b. R^2 (%) = 0.79; CV(%) = 1.70; PROM (%) = 66.64

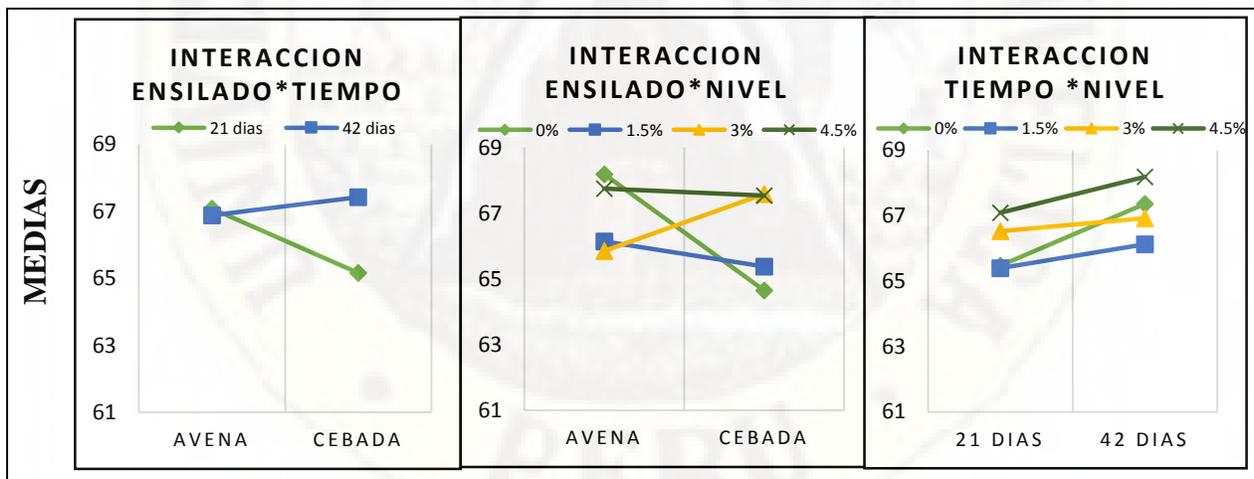
En el análisis de varianza para la digestibilidad de la materia seca del ensilado de avena y cebada forrajera (Cuadro 13), se determinó que no existe diferencia significativa para el ensilado y las interacciones tiempo-nivel, ensilado-tiempo-nivel por lo tanto estos factores no influyen sobre el porcentaje de digestibilidad de la materia seca aceptándose en ellos la hipótesis nula, mientras que se presentó diferencia significativa en el tiempo, nivel y diferencias altamente significativas en las interacciones ensilado-tiempo, ensilado-nivel aceptándose en ellos la hipótesis alternativa.

Grafico N°19. Efectos principales de digestibilidad de la materia seca para constatar el ANOVA.



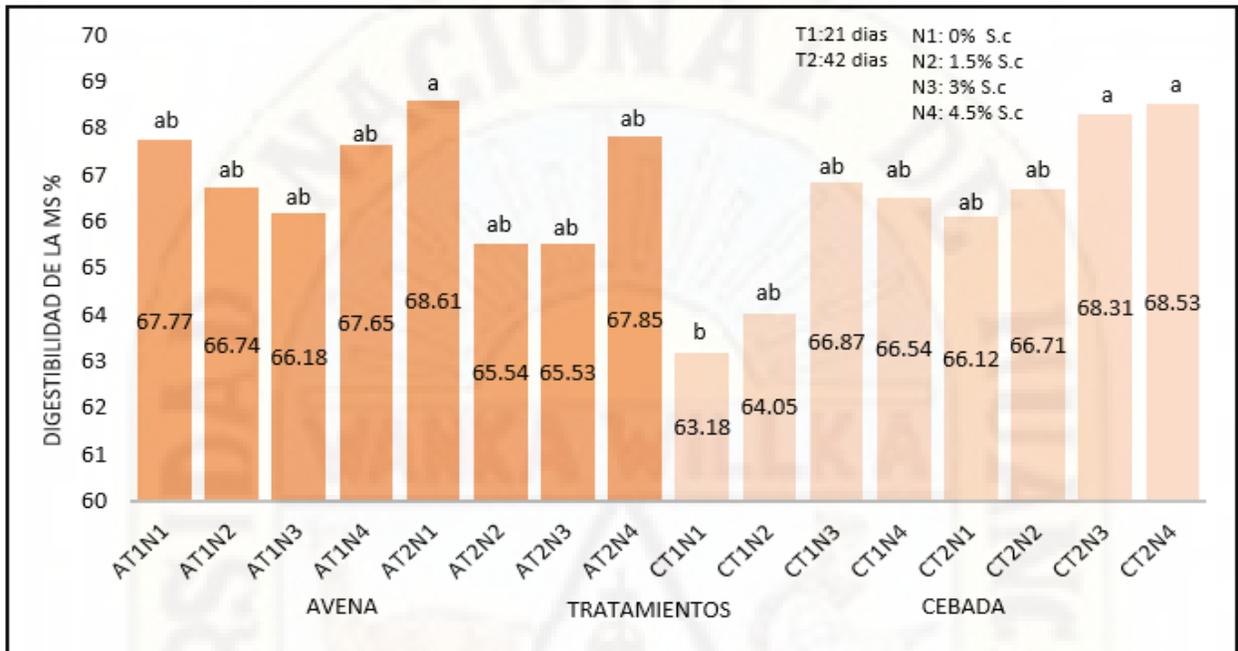
En el Gráfico N° 19 pueden constatar los resultados del Cuadro 14, ya que las dos variables tiempo de fermentación y nivel de levadura presentan pendientes pronunciadas, evidenciando que influyeron en la digestibilidad de la materia seca, en cambio no tan pronunciada el factor ensilado.

Grafico N°20. Interacciones dobles de digestibilidad de la materia seca para constatar el ANOVA.



En el Grafico N° 20 puede observarse que las interacciones entre la ensilado y tiempo, ensilado y nivel, presentan diferentes pendientes y pronunciadas, evidenciando que influyeron en la digestibilidad de la materia seca y no la interacción tiempo y nivel porque presentan dos pendientes paralelas.

Grafico N° 21: Prueba de significancia Tukey aplicada a los promedios de las cantidades de digestibilidad de la materia seca (%) en ensilado de avena y cebada forrajera.



El Grafico N° 21, indica los promedios de las cantidades de digestibilidad de la materia seca en ensilado de avena y cebada forrajera, mismos que según la prueba de significancia Tukey muestra ocho promedios de significancia para cada especie de ensilado donde existe diferencia significativa entre los tratamientos, siendo los mayores valores: En la avena los tratamientos AT2N1 con 68.61% DMS sin *S. cerevisiae* y AT2N4 con 67.85% DMS con *S. cerevisiae* de 4.5%, ambos a los 42 días de fermentación. En la cebada los tratamientos CT2N3 con 68.31% DMS con *S. cerevisiae* de 3% y CT2N4 con 68.53% DMS con *S. cerevisiae* de 4.5%, ambos a los 42 días de fermentación. Los promedios más bajos lo obtuvieron los tratamientos AT2N2, AT2N3 y CT1N1, CT1N2 con 65.54%, 65.53%, 63.18%, 64.05% DMS respectivamente con diferentes niveles y tiempos de fermentación.

Datos similares encontrados por Saeed *et al.* (2017) en ensilado de residuos de cultivos de maíz de 64.81, 65.83, 68.38, 67.98, 67.45% DIVMS con 2.5, 5, 7.5, 10, 12.5 gramos de *S. cerevisiae*

respectivamente, en 60 días de fermentación y la presente investigación al 1.5% de *S. cerevisiae* obtuvo en los tratamientos AT2N2 y CT2N2 valores de 65.54% y 66.71% DMS respectivamente a los 42 días de fermentación.

Los resultados en la presente investigación muestran que las estimaciones matemáticas de DMS no fueron diferentes a las obtenidas por Saeed *et al.* (2017) por el método in vitro que presento resultados similares en DIVMS. Independientemente de la metodología utilizada, se considera que un forraje tiene alta calidad cuando tiene aproximadamente 70% de digestibilidad in Vitro de la materia seca (DIVMS), menos de 50% de fibra detergente neutra (FDN) y más de 15% de proteína bruta (PB). Por lo contrario, en uno de baja calidad la DIVMS disminuye a menos del 50%, la FDN sube a más del 65% y la PB baja a menos del 8%. (Marco, 2011)

Según Guías *et al.* (2008) y Saeed *et al.* (2017). El efecto positivo de la adición de levadura en la digestibilidad in vitro de la mayoría de los nutrientes puede deberse al papel de estos microorganismos en el agotamiento del oxígeno en el ensilado, atribuyó ese papel a la mejora que se produjo en la vitalidad de las bacterias celulolíticas en el rumen.

h) Nutrientes digestibles totales (NDT%)

El cuadro 14 muestra el ANAVA, para nutrientes digestibles totales en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

En el análisis de varianza del porcentaje de nutrientes digestibles totales se estudiaron 16 tratamientos con 3 repeticiones donde el promedio general fue de 63.24%, el coeficiente de variabilidad (CV) fue de 1.29% y el coeficiente de determinación (R²) fue de 0.84%.

Cuadro 14. Análisis de varianza de nutrientes digestibles totales (NDT) en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

F.V.	SC	gl	CM	Fcal	Sig.
Modelo	52.54	15	3.50	5.25	0.0013
Ensilado	4.63	1	4.63	6.95	0.0187*
Tiempo	8.38	1	8.38	12.56	0.0029**
Nivel	10.75	3	3.58	5.37	0.0103*

Ensilado*Tiempo	5.95	1	5.95	8.92	0.0092**
Ensilado*Nivel	19.38	3	6.46	9.68	0.0008**
Tiempo*Nivel	1.00	3	0.33	0.50	0.6885 ^{ns}
Ensilado*Tiempo*Nivel	0.54	3	0.18	0.27	0.8454 ^{ns}
Error	10.01	15	0.67		

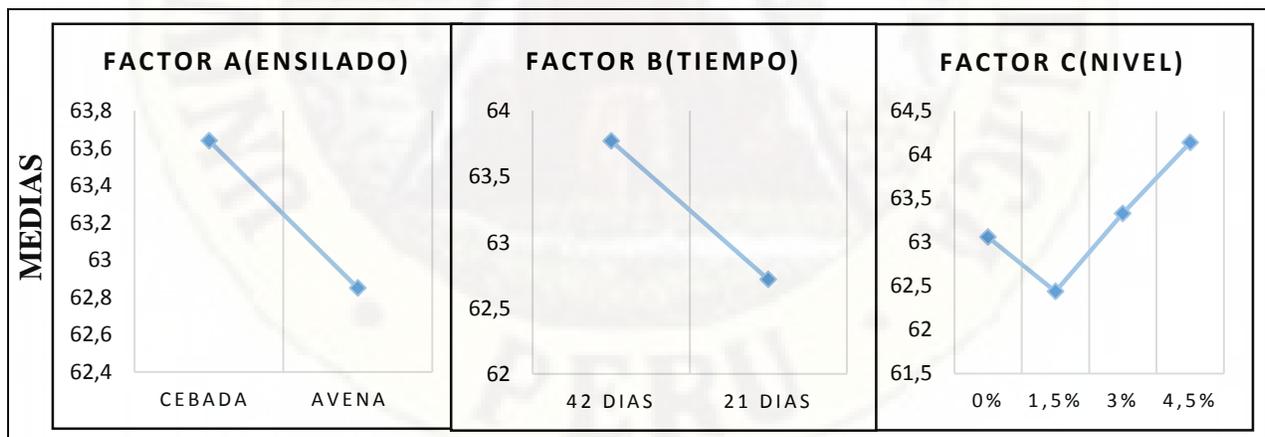
Total 62.55 30

a. Significancia: $P > 0.05 = ns$; $P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$

b. $R^2 (\%) = 0.84$; $CV(\%) = 1.29$; $PROM (\%) = 63.24$

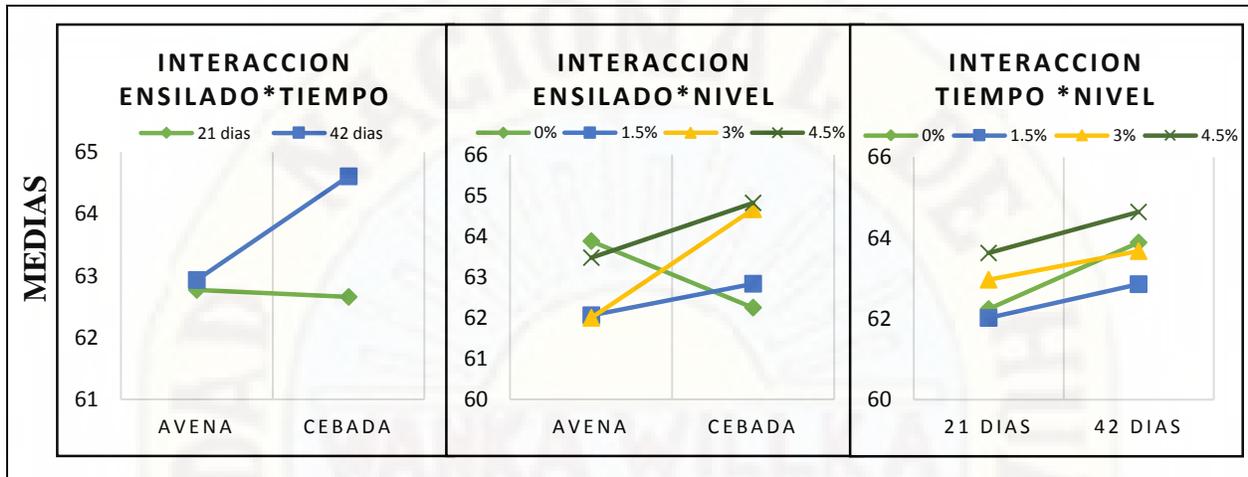
En el análisis de varianza para los nutrientes digestibles totales del ensilado de avena y cebada forrajera (Cuadro 14), se determinó que no existe diferencia significativa para las interacciones tiempo-nivel y especie-tiempo-nivel por lo tanto estos factores no influyen sobre el porcentaje de nutrientes digestibles totales aceptándose en ellos la hipótesis nula, mientras que se presentó diferencia significativa en el ensilado, nivel y diferencias altamente significativas en el tiempo y las interacciones ensilado-tiempo, ensilado-nivel aceptándose en ellos la hipótesis alternativa afirmando que los tres factores ensilado, tiempo, nivel influyen significativamente sobre el contenido de nutrientes digestibles totales.

Grafico N°22. Efectos principales para nutrientes digestibles totales para constatar el ANOVA.



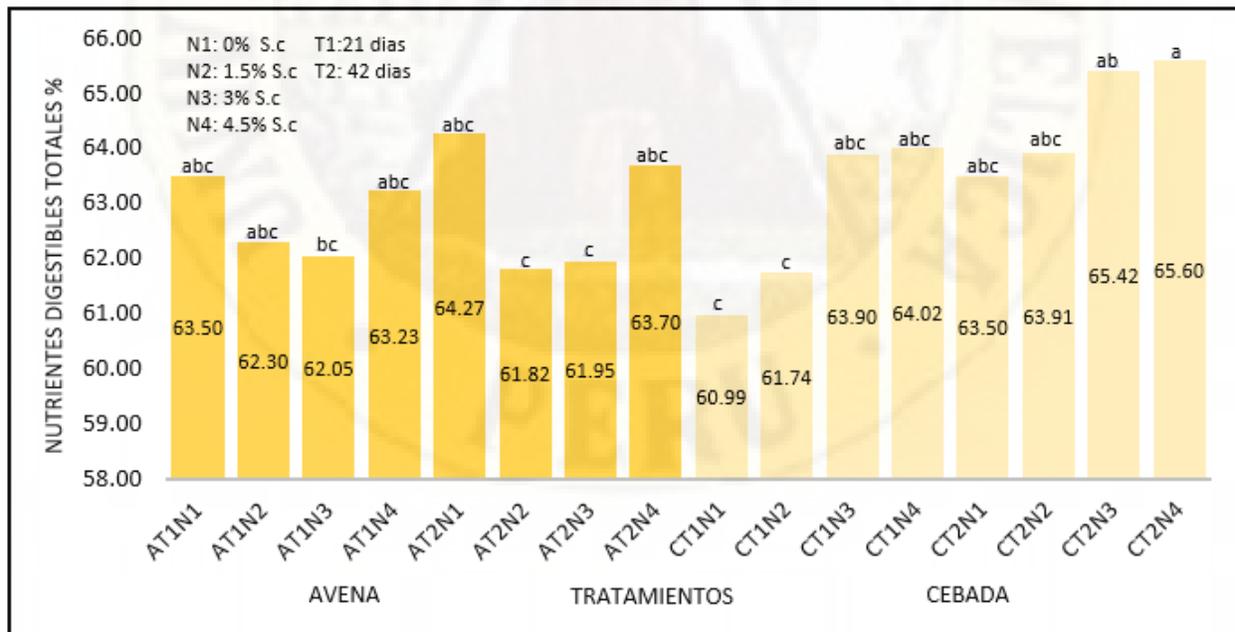
En el Gráfico N° 22 pueden constatar los resultados del Cuadro 15, ya que las tres variables ensilado, tiempo de fermentación y nivel de levadura, presentan pendientes pronunciadas, evidenciando que influyeron en el porcentaje de nutrientes digestibles totales.

Grafico N°23. Interacciones dobles para nutrientes digestibles totales para constatar el ANOVA.



En el Grafico N° 23 puede observarse que las interacciones entre el ensilado y tiempo, ensilado y nivel, presentan diferentes pendientes, evidenciando que influyeron en la energía neta de lactancia y no la interacción tiempo y nivel porque presentan dos pendientes paralelas.

Grafico N° 24: Prueba de significancia Tukey aplicada a los promedios de las cantidades de nutrientes digestibles totales (%) en ensilado de avena y cebada forrajera.



El Grafico N°24, indica los promedios de las cantidades de nutrientes digestibles totales en ensilado de avena y cebada forrajera, mismos que según la prueba de significancia Tukey muestra ocho promedios de significancia para cada especie de ensilado donde existe diferencia significativa entre los tratamientos, siendo los que presentan los mayores valores: En la avena los tratamientos AT2N1 con 64.27% NDT sin *S. cerevisiae* y AT2N4 con 63.70% NDT con *S. cerevisiae* de 4.5%, ambos a los 42 días de fermentación. En la cebada los tratamientos CT2N3 con 65.42% NDT con *S. cerevisiae* de 3% y CT2N4 con 65.60% NDT con *S. cerevisiae* de 4.5%, ambos a los 42 días de fermentación. Los promedios más bajos lo obtuvieron los tratamientos AT2N2, AT2N3 y CT1N1, CT1N2 con 61.82%, 61.95%, 60.99%, 61.74% NDT respectivamente con diferentes niveles y tiempos de fermentación. No se encontraron trabajos referentes a la determinación de NDT con niveles de *S. cerevisiae* en tiempos de fermentación de ensilados.

Leao *et al.* (2017) en ensilado de avena a los 60 días de fermentación 50.5% NDT y en ensilado de cebada 55.8% NDT, resultados menores a la presente investigación sin *S. cerevisiae* en el tratamiento AT1N1 de 63.50% NDT y AT2N1 de 64.27% NDT en la avena a los 21 y 42 días, también en la cebada el tratamiento CT1N1 de 60.99% NDT y CT2N1 de 63.50% NDT a los 21 y 42 días.

Arboleda *et al.* (2012) en ensilado de avena encontró 68.7% NDT resultados similares a la presente investigación en ensilado de avena sin *S. Cerevisiae* CT1N1 y CT2N1 resultados de 60.99% y 63.50% NDT respectivamente a los 21 y 42 días.

Castillo *et al.* (2013) en el maíz encontró 68.39% NDT resultados similares a la presente investigación en ensilado de cebada y ensilado de avena sin *S. Cerevisiae* AT1N1, AT2N1, CT2N1, CT2N1 resultados de 63.50%, 64.27%, 60.99% y 63.50% NDT respectivamente a los 21 y 42 días.

En cuanto a los resultados de concentración de NDT con la adición de levadura se observa que a medida que aumenta el contenido de *S. Cerevisiae* en cada tratamiento tiende a aumentar el

porcentaje de nutrientes digestibles totales y comparando con otros estudios los datos son similares y superiores. Según el NRC (1985) citado por (Silva *et al.*, 2011), la energía necesaria en una dieta para mantener a las ovejas adultas es alrededor del 55% de NDT. El porcentaje de NDT es el método más utilizado para evaluar la energía de los alimentos. Por regla general, cuanto mayor sea el NDT en una ración, mayor será la tasa de ganancia en el animal. (NRC, 2007)

i) Energía digestible (ED Mcal/kg MS)

El cuadro 15 muestra el ANAVA, para energía digestible en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

En el análisis de varianza de la energía digestible se estudiaron 16 tratamientos con 3 repeticiones donde el promedio general fue de 2.79 Mcal/kg MS, el coeficiente de variabilidad (CV) fue de 1.29% y el coeficiente de determinación (R²) fue de 0.84%.

Cuadro 15. Análisis de varianza de energía digestible (ED) en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

F.V.	SC	gl	CM	F	Sig.
Modelo	0.10	15	0.01	5.25	0.0013
Ensilado	0.01	1	0.01	6.95	0.0187*
Tiempo	0.02	1	0.02	12.56	0.0029**
Nivel	0.02	3	0.01	5.37	0.0103*
Ensilado*Tiempo	0.01	1	0.01	8.92	0.0092**
Ensilado*Nivel	0.04	3	0.01	9.68	0.0008**
Tiempo*Nivel	1.9E-03	3	6.5E-04	0.50	0.6885 ^{ns}
Ensilado*Tiempo*Nivel	1.1E-03	3	3.5E-04	0.27	0.8454 ^{ns}
Error	0.02	15	1.3E-03		
Total	0.12	30			

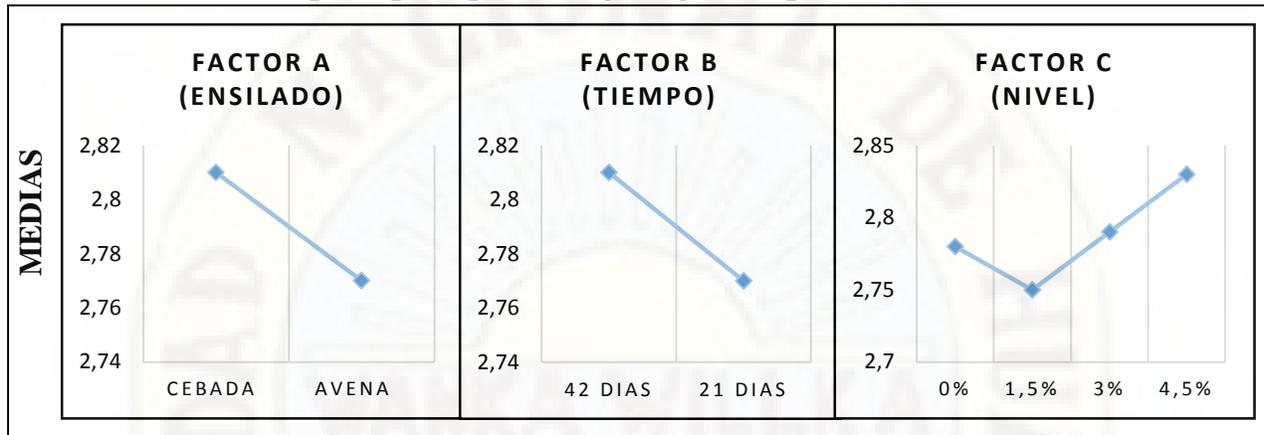
a. Significancia: P>0.05 = ns; P<0,05 = *; P<0,01 = **

b. R² (%) = 0.84; CV(%) = 1.29; PROM (Mcal/kg MS) = 2.79

En el análisis de varianza para la energía digestible del ensilado de avena y cebada forrajera (Cuadro 15), se determinó que no existe diferencia significativa para las interacciones tiempo-nivel y ensilado-tiempo-nivel por lo tanto estos factores no influyen sobre el contenido de energía digestible aceptándose en ellos la hipótesis nula, mientras que se presentó diferencia significativa

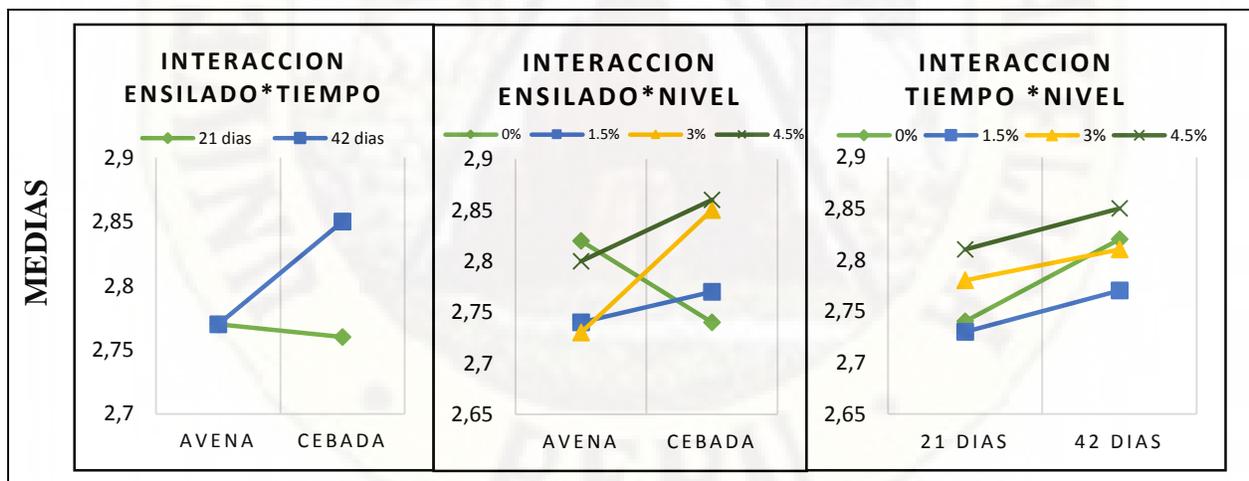
en la ensilado, nivel y diferencias altamente significativas en el tiempo y las interacciones ensilado-tiempo, ensilado-nivel aceptándose en ellos la hipótesis alternativa.

Grafico N°25. Efectos principales para energía digestible para constatar el ANOVA.



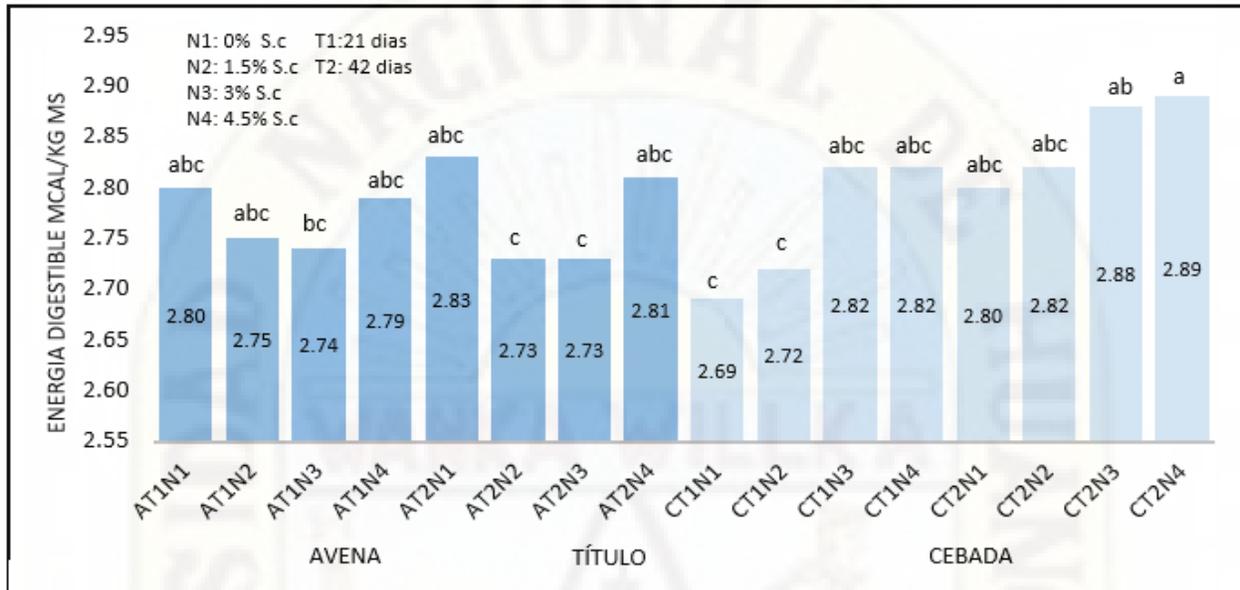
En el Gráfico N°25 pueden constatarse los resultados del Cuadro 16, ya que las tres variables ensilado, tiempo de fermentación y nivel de levadura, presentan pendientes pronunciadas, evidenciando que influyeron en la energía digestible.

Grafico N°26. Interacciones dobles para energía digestible para constatar el ANOVA.



En el Grafico N° 26 puede observarse que las interacciones entre el ensilado y tiempo, ensilado y nivel, presentan diferentes pendientes, evidenciando que influyeron en la energía digestible y no la interacción tiempo y nivel porque presentan dos pendientes paralelas.

Grafico N° 27: Prueba de significancia Tukey aplicada a los promedios de las cantidades de energía digestible (Mcal/kg MS) en ensilado de avena y cebada forrajera.



El Grafico N° 27, indica los promedios de las cantidades de energía digestible en ensilado de avena y cebada forrajera, mismos que según la prueba de significancia Tukey muestra ocho promedios de significancia para cada especie de ensilado donde existe diferencia significativa entre los tratamientos, siendo los que presentan los mayores valores: En la avena los tratamientos AT2N1 con 2.83 Mcal/kg MS de ED sin *S. cerevisiae* y AT2N4 con 2.81 Mcal/kg MS de ED con *S. cerevisiae* de 4.5%, ambos a los 42 días de fermentación. En la cebada los tratamientos CT2N3 con 2.88 Mcal/kg MS de ED con *S. cerevisiae* de 3% y CT2N4 con 2.89 Mcal/kg MS de ED con *S. cerevisiae* de 4.5%, ambos a los 42 días de fermentación. Los promedios más bajos lo obtuvieron los tratamientos AT2N2, AT2N3 y CT1N1, CT1N2 con 2.73, 2.73, 2.69, 2.72 Mcal/kg MS de ED respectivamente con diferentes niveles y tiempos de fermentación.

Yalcin *et al.* (2011) en un concentrado de ensilado de maíz, heno de alfalfa, paja de cebada con adición de 50 g de *S. cerevisiae* encontró 3.62 Mcal/kg MS de ED porcentaje superior al presente estudio que obtuvo como promedio general a 2.79 Mcal/kg MS.

Castillo *et al.* (2013) en el maíz encontró un contenido energético ligeramente superior de 3.0 Mcal/kg MS a la presente investigación que obtuvo sin *S. cerevisiae* 2.80 Mcal/kg MS y 2.69 Mcal/kg MS de Energía digestible en ensilado de avena y cebada respectivamente.

El ensilaje con *S. cerevisiae* de los tratamientos AT2N4 y CT2N4 concentró cantidades mayores de energía por kg de ensilado de materia seca, en comparación con los otros ensilajes evaluados. Es lo que permite inferir que este material tiene mayor valor nutritivo o mayor concentración de nutrientes disponible para el animal durante la digestión (Neumann *et al.*, 2002). El uso de aditivos puede tener efectos en la digestibilidad. Un ejemplo son los cultivos de levadura de *Saccharomyces cerevisiae*. En algunos experimentos se ha incrementado la digestibilidad y el consumo en raciones. Según (Mendoza *et al.*, 2008) la digestibilidad puede afectarse por el nivel de consumo y por la relación de competencia que existe entre la tasa de digestión y la tasa de pasaje, así que factores tanto dietarios como ambientales que alteren el consumo, pueden repercutir en la energía digestible ingerida. Los niveles energéticos en los forrajes ensilados pueden estar limitados por la presencia de ácidos volátiles, al igual como sucede con la proteína, el consumo voluntario disminuye en la medida en que las raciones presenten concentraciones energéticas superiores a 2.5 Mcal/kg de ED.

j) Energía metabolizable (EM Mcal/kg MS)

El cuadro 16 muestra el ANAVA, para energía metabolizable en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

En el análisis de varianza de la energía metabolizable se estudiaron 16 tratamientos con 3 repeticiones donde el promedio general fue de 2.37 Mcal/kg MS. El coeficiente de variabilidad (CV) fue de 1.53% y el coeficiente de determinación (R^2) fue de 0.84%.

Cuadro 16. Análisis de varianza de energía metabolizable (EM) en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

F.V.	SC	gl	CM	F	Sig.
Modelo	0.10	15	0.01	5.25	0.0013
Ensilado	0.01	1	0.01	6.95	0.0187*

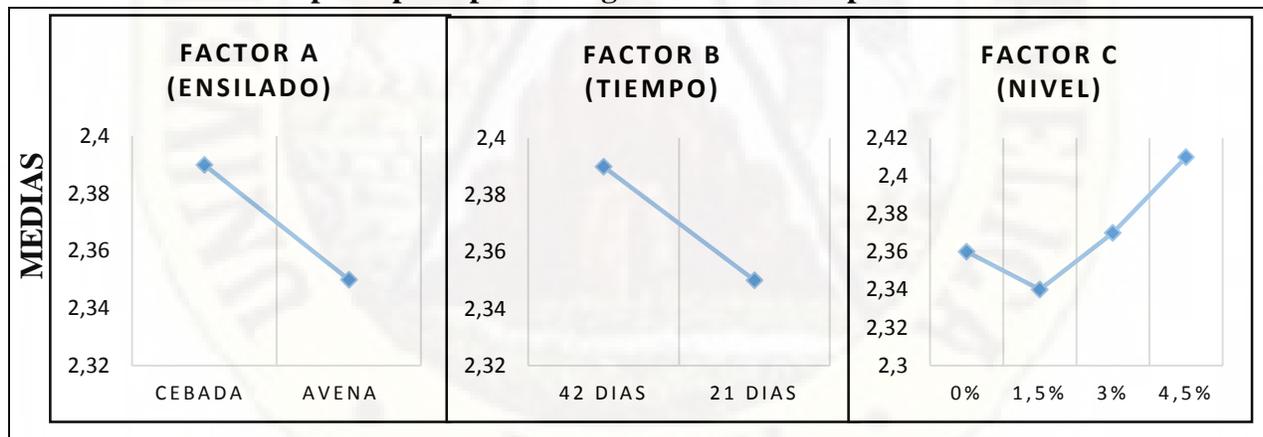
Tiempo	0.02	1	0.02	12.56	0.0029**
Nivel	0.02	3	0.01	5.37	0.0103*
Ensilado*Tiempo	0.01	1	0.01	8.92	0.0092**
Ensilado*Nivel	0.04	3	0.01	9.68	0.0008**
Tiempo*Nivel	2.0E-03	3	6.6E-04	0.50	0.6885 ^{ns}
Ensilado*Tiempo*Nivel	1.1E-03	3	3.6E-04	0.27	0.8454 ^{ns}
Error	0.02	15	1.3E-03		
Total	0.12	30			

a. Significancia: $P > 0.05 = ns$; $P < 0,05 = *$; $P < 0,01 = **$

b. R^2 (%) = 0.84; CV(%) = 1.53; PROM (Mcal/kg MS) = 2.37

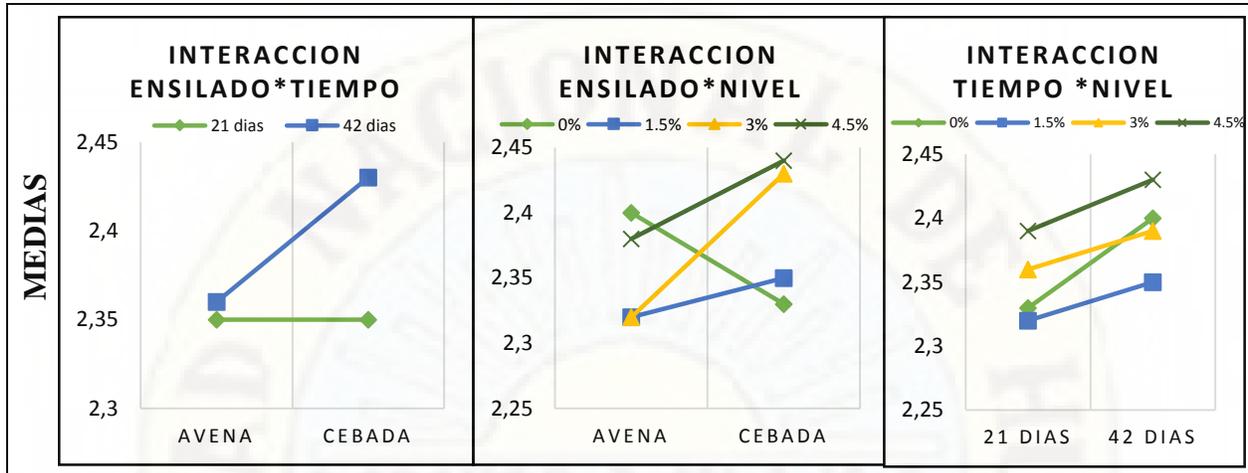
En el análisis de varianza para la energía metabolizable del ensilado de avena y cebada forrajera (Cuadro 16), se determinó que no existe diferencia significativa para las interacciones tiempo-nivel y ensilado-tiempo-nivel por lo tanto estos factores no influyen sobre el contenido de energía metabolizable aceptándose en ellos la hipótesis nula, mientras que se presentó diferencia significativa en la ensilado, nivel y diferencias altamente significativas en el tiempo y las interacciones ensilado-tiempo, ensilado-nivel aceptándose en ellos la hipótesis alternativa.

Gráfico N°28. Efectos principales para energía metabolizable para constatar el ANOVA.



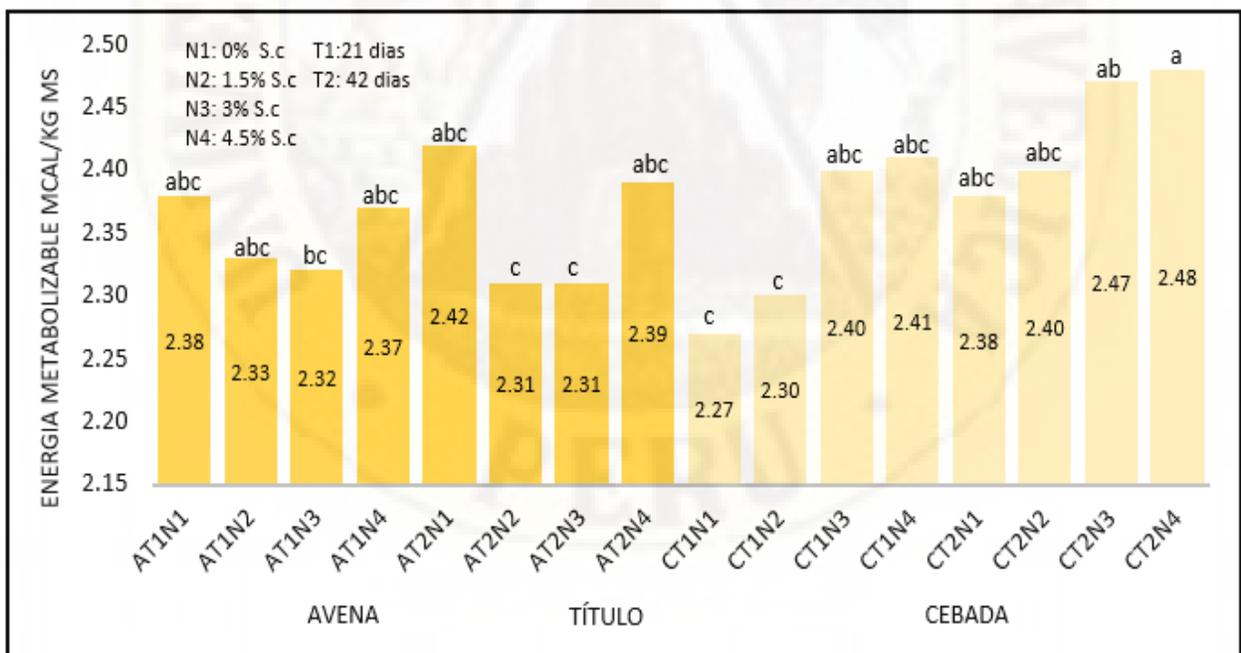
En el Gráfico N°28 pueden constatar los resultados del Cuadro 17, ya que las tres variables ensilado, tiempo de fermentación y nivel de levadura, presentan pendientes pronunciadas, evidenciando que influyeron en la energía metabolizable.

Grafico N° 29. Interacciones dobles para energía metabolizable para constatar el ANOVA.



En el Grafico N°29 puede observarse que las interacciones entre el ensilado y tiempo, ensilado y nivel, presentan diferentes pendientes, evidenciando que influyeron en la energía metabolizable y no la interacción tiempo y nivel porque presentan dos pendientes paralelas.

Grafico N°30: Prueba de significancia Tukey aplicada a los promedios de las cantidades de energía metabolizable (Mcal/kg MS) en ensilado de avena y cebada forrajera.



El Grafico N°30, indica los promedios de las cantidades de energía metabolizable en ensilado de avena y cebada forrajera, mismos que según la prueba de significancia Tukey muestra ocho promedios de significancia para cada especie de ensilado donde existe diferencia significativa entre los tratamientos, siendo los que presentan los mayores valores: En la avena los tratamientos AT2N1 con 2.42 Mcal/kg MS de EM sin *S. cerevisiae* y AT2N4 con 2.39 Mcal/kg MS de EM con *S. cerevisiae* de 4.5%, ambos a los 42 días de fermentación. En la cebada los tratamientos CT2N3 con 2.47 Mcal/kg MS de EM con *S. cerevisiae* de 3% y CT2N4 con 2.48 Mcal/kg MS de EM con *S. cerevisiae* de 4.5%, ambos a los 42 días de fermentación. Los promedios más bajos lo obtuvieron los tratamientos AT2N2, AT2N3 y CT1N1, CT1N2 con 2.31, 2.31, 2.27, 2.30 Mcal/kg MS de EM respectivamente con diferentes niveles y tiempos de fermentación.

Elizalde y Gallardo (2003), en ensilaje de avena y cebada encontró datos similares en ensilado de avena de 2.17 Mcal/kg MS y en ensilado de cebada de 2.33 Mcal/kg MS de EM y la presente investigación obtuvo en ensilado de avena sin *S. cerevisiae* 2.42 Mcal/kg MS en el tratamiento AT2N1 y en ensilado de cebada sin *S. cerevisiae* 2.31 Mcal/kg MS en el tratamiento CT2N1.

Elghandour *et al.*, 2019a, en concentrados y forrajes, en cascara de soya 1.54 Mcal/kg MS, grano de avena 1.67 Mcal/kg MS, heno de alfalfa 1.63 Mcal/kg MS, mazorca de maíz 1.38 Mcal/kg MS, cebada rolada 1.70 Mcal/kg MS, harina de soya 2.14 Mcal/kg MS, harina de gluten de maíz 1.81 Mcal/kg MS, heno de avena 1.42 Mcal/kg MS, salvado de trigo 1.82 Mcal/kg MS, maíz rolado 1.49 Mcal/kg MS de EM, resultados menores a la presente investigación que como promedio general obtuvo 2.37 Mcal/kg MS de EM.

En este estudio se observa que la concentración de energía metabolizable fue mayor a diferencia de otros experimentos siendo los tratamientos AT2N4 y CT2N4 con *Saccharomyces cerevisiae* que presento los mejores resultados. Según Elghandour *et al.* 2016b el aumento de las concentraciones de EM es asociado a la actividad de los microorganismos presentes en el sitio de fermentación cuando la levadura es adicionada.

k) Energía neta de mantenimiento (ENm Mcal/kg MS)

El cuadro 17 muestra el ANAVA, para energía neta de mantenimiento en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

En el análisis de varianza de la energía neta de mantenimiento se estudiaron 16 tratamientos con 3 repeticiones donde el promedio general fue de 1.49 Mcal/kg MS, el coeficiente de variabilidad (CV) fue de 2.17% y el coeficiente de determinación (R^2) fue de 0.84%.

Cuadro 17. Análisis de varianza de energía neta de mantenimiento (ENm) en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

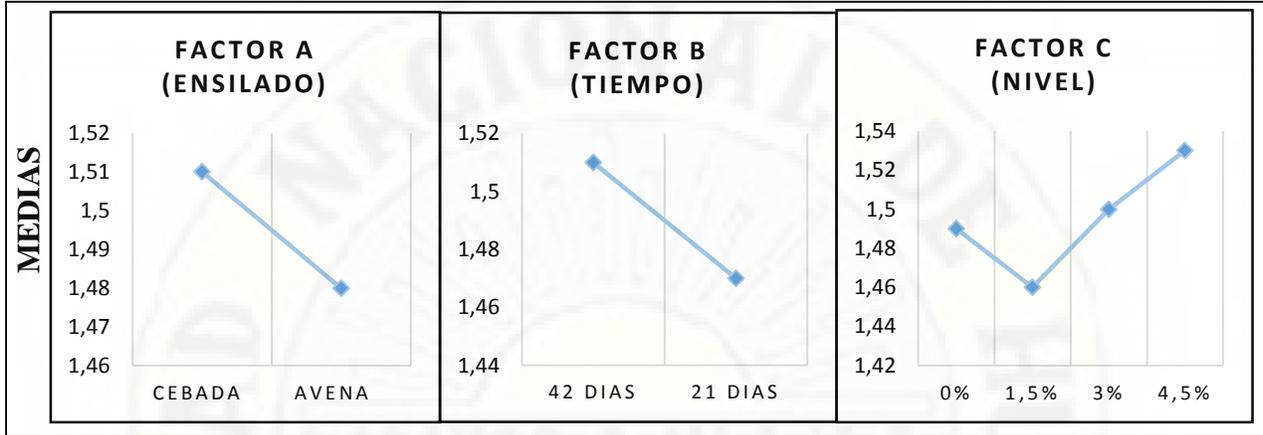
F.V.	SC	gl	CM	F	Sig.
Modelo	0.08	15	0.01	5.29	0.0013
Ensilado	0.01	1	0.01	6.91	0.0190*
Tiempo	0.01	1	0.01	12.63	0.0029**
Nivel	0.02	3	0.01	5.40	0.0101*
Ensilado*Tiempo	0.01	1	0.01	8.98	0.0090**
Ensilado*Nivel	0.03	3	0.01	9.77	0.0008**
Tiempo*Nivel	1.6E-03	3	5.4E-04	0.52	0.6779 ^{ns}
Ensilado*Tiempo*Nivel	8.9E-04	3	3.0E-04	0.28	0.8375 ^{ns}
Error	0.02	15	1.0E-03		
Total	0.10				

a. Significancia: $P > 0.05 = ns$; $P < 0,05 = *$; $P < 0,01 = **$

b. R^2 (%) = 0.84; CV(%) = 2.17; PROM (Mcal/kg MS) = 1.49

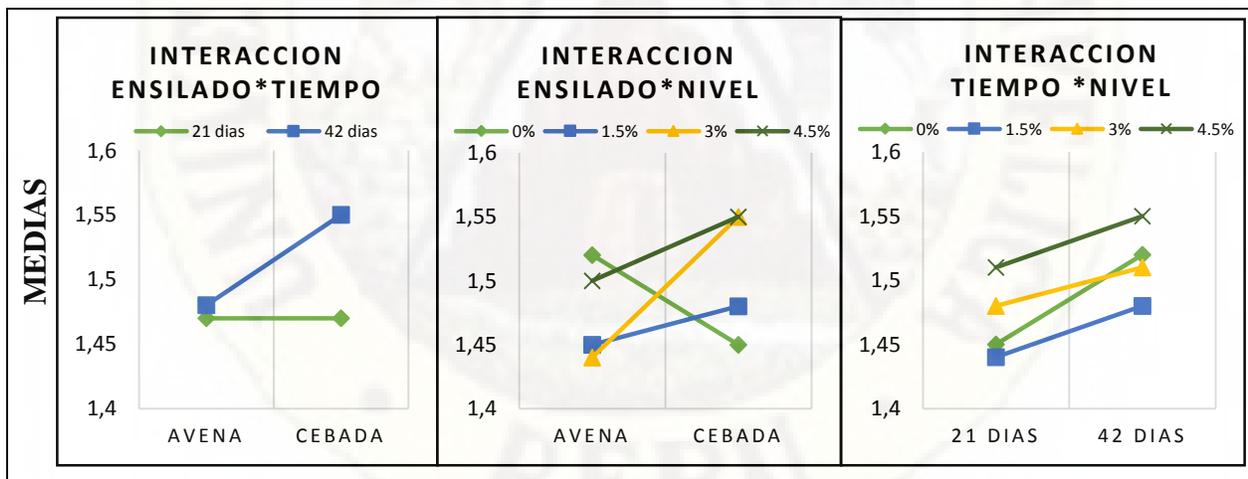
En el análisis de varianza para la energía neta de mantenimiento del ensilado de avena y cebada forrajera (Cuadro 17), se determinó que no existe diferencia significativa para las interacciones tiempo-nivel y ensilado-tiempo-nivel por lo tanto estos factores no influyen sobre el contenido de energía neta de mantenimiento aceptándose en ellos la hipótesis nula, mientras que se presentó diferencia significativa en la ensilado, nivel y diferencias altamente significativas en el tiempo y las interacciones ensilado-tiempo, ensilado-nivel aceptándose en ellos la hipótesis alternativa afirmando que los tres factores ensilado, tiempo, nivel influyen significativamente sobre el contenido de energía neta de mantenimiento.

Gráfico N°31. Efectos principales para energía neta de mantenimiento para constatar el ANOVA.



En el Gráfico N°31 pueden constatar los resultados del Cuadro 18, ya que las tres variables ensilado, tiempo de fermentación y nivel de levadura, presentan pendientes pronunciadas, evidenciando que influyeron en la energía neta de mantenimiento.

Gráfico N°32. Interacciones dobles para energía neta de mantenimiento para constatar el ANOVA.



En el Gráfico N°32 puede observarse que las interacciones entre el ensilado y tiempo, ensilado y nivel, presentan diferentes pendientes pronunciadas, evidenciando que influyeron en la energía neta de mantenimiento y no la interacción tiempo y nivel porque presentan dos pendientes paralelas.

Grafico N°33: Prueba de significancia Tukey aplicada a los promedios de las cantidades de energía neta de mantenimiento (Mcal/kg MS) en ensilado de avena y cebada forrajera.

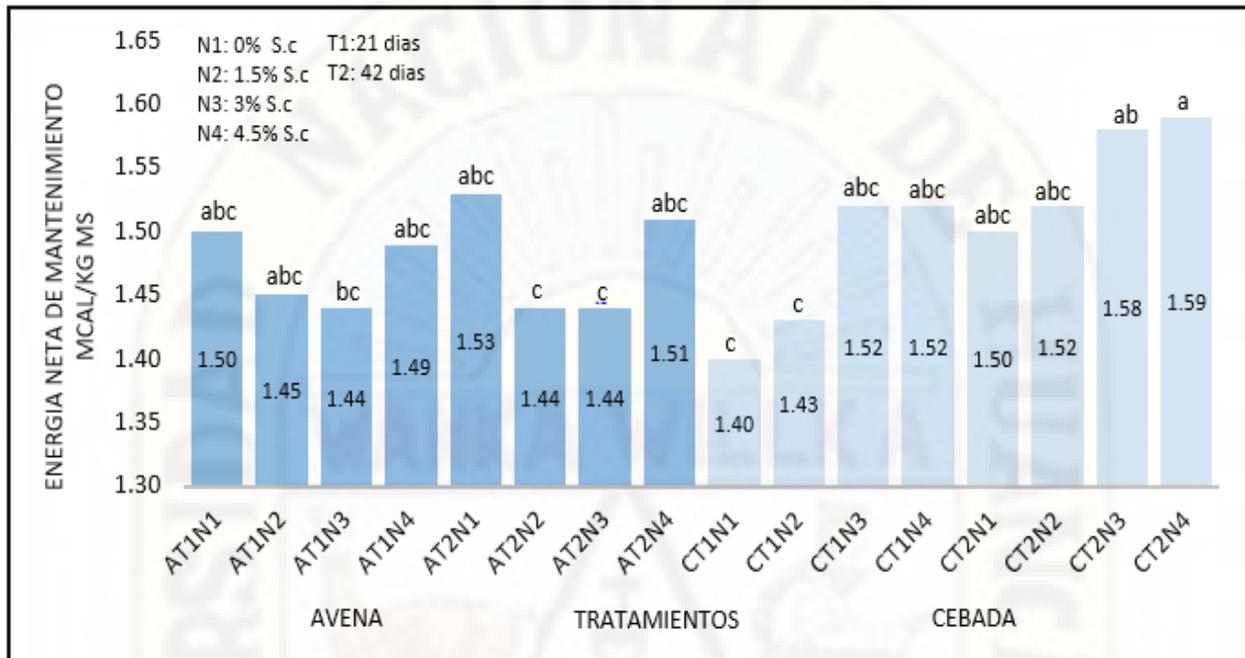


Grafico N°33, indica los promedios de las cantidades de energía neta de mantenimiento en ensilado de avena y cebada forrajera, mismos que según la prueba de significancia Tukey muestra ocho promedios de significancia para cada especie de ensilado donde existe diferencia significativa entre los tratamientos, siendo los que presentan los mayores valores: En la avena los tratamientos AT2N1 con 1.50 Mcal/kg MS de ENm sin *S. cerevisiae* y AT2N4 con 1.51 Mcal/kg MS de ENm con *S. cerevisiae* de 4.5%, ambos a los 42 días de fermentación. En la cebada los tratamientos CT2N3 con 1.58 Mcal/kg MS de ENm con *S. cerevisiae* de 3% y CT2N4 con 1.59 Mcal/kg MS de ENm con *S. cerevisiae* de 4.5%, ambos a los 42 días de fermentación. Los promedios más bajos lo obtuvieron los tratamientos AT2N2, AT2N3 y CT1N1, CT1N2 con 1.44, 1.44, 1.40, 1.43 Mcal/kg MS de ENm respectivamente con diferentes niveles y tiempos de fermentación.

Nair *et al.* (2019) en ensilaje de maíz con *S. Cerevisiae* durante 90 días de fermentación encontró con *S. Cerevisiae* 2.05 Mcal/kg MS de ENm y sin *S. Cerevisiae* obtuvo 1.96 Mcal/kg MS en ENm, resultados ligeramente superiores al presente estudio que con *S. Cerevisiae* de 4.5% en el tratamiento AT2N4 y CT2N4 se obtuvo 1.51 Mcal/kg MS y 1.59 Mcal/kg MS de ENm y sin *S. Cerevisiae* en el tratamiento AT2N1 y CT2N1 se obtuvo 1.53 Mcal/kg MS y 1.50 Mcal/kg MS de ENm respectivamente a los 42 días de fermentación.

Castillo *et al.* (2013) en el maíz encontró 1.50 Mcal/kg MS de ENm resultados similares a la presente investigación en ensilado de cebada y ensilado de avena sin *S. Cerevisiae* AT1N1, AT2N1, CT1N1, CT2N1 resultados de 1.50, 1.53, 1.40 y 1.50 Mcal/kg MS de ENm respectivamente a los 21 y 42 días.

Martínez *et al.* (2008) menciona que la mayor parte de un alimento está destinado al mantenimiento y en una menor proporción a ganancia de peso y producción de leche. Estos resultados estimados comparando con otros estudios experimentales referente al gasto energético de mantenimiento, explican que el uso de *Saccharomyces cerevisiae* en alimentación animal generan un adecuado funcionamiento óptimo del organismo animal como el estudio de (Elghandour *et al.*, 2019a), en una revisión del *Saccharomyces cerevisiae* como aditivo alimentario probiótico para la alimentación de no rumiantes y pseudo rumiantes proporciono información teórica sobre diferentes estudios en las mejoras en el rendimiento productivo y reproductivo, inmunidad animal y nutrición, siendo estos utilizados como indicadores de bienestar animal.

1) Energía neta de ganancia (ENg Mcal/kg MS)

El cuadro 18 muestra el ANAVA, para energía neta de ganancia en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

En el análisis de varianza de la energía neta de ganancia se estudiaron 16 tratamientos con 3 repeticiones donde el promedio general fue de 0.92 Mcal/kg MS, el coeficiente de variabilidad (CV) fue de 3.21% y el coeficiente de determinación (R²) fue de 0.84%.

Cuadro 18. Análisis de varianza de energía neta de ganancia (ENg) en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

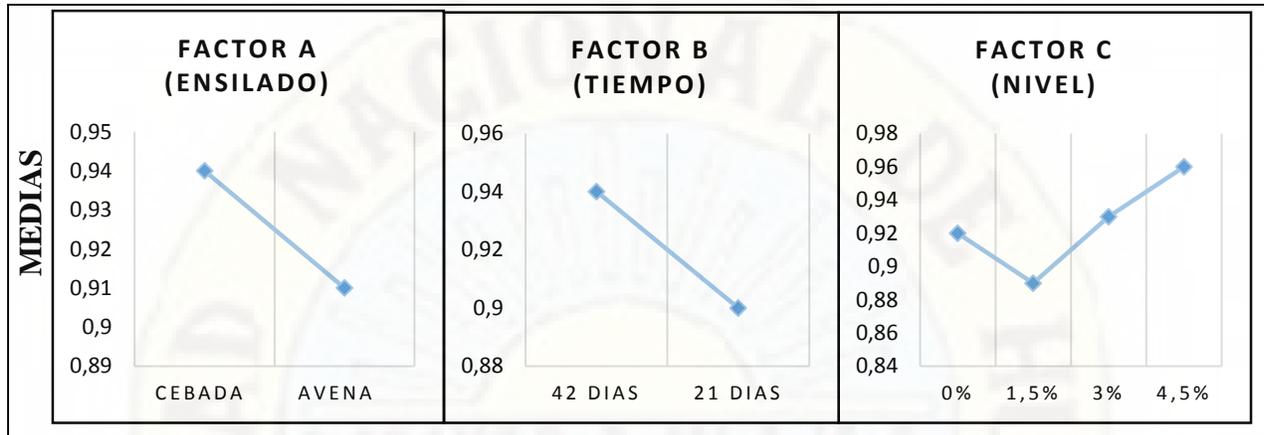
F.V.	SC	gl	CM	F	Sig.
Modelo	0.07	15	4.7E-03	5.30	0.0013
Ensilado	0.01	1	0.01	6.90	0.0191*
Tiempo	0.01	1	0.01	12.66	0.0029**
Nivel	0.01	3	4.8E-03	5.41	0.0100**
Ensilado*Tiempo	0.01	1	0.01	9.01	0.0090**
Ensilado*Nivel	0.03	3	0.01	9.81	0.0008**
Tiempo*Nivel	1.4E-03	3	4.6E-04	0.52	0.6733 ^{ns}
Ensilado*Tiempo*Nivel	7.6E-04	3	2.5E-04	0.29	0.8339 ^{ns}
Error	0.01	15	8.8E-04		
Total	0.08	30			

a. Significancia: $P > 0.05 = ns$; $P < 0,05 = *$; $P < 0,01 = **$

b. R^2 (%) = 0.84; CV(%) = 3.21; PROM (Mcal/kg MS) = 0.92

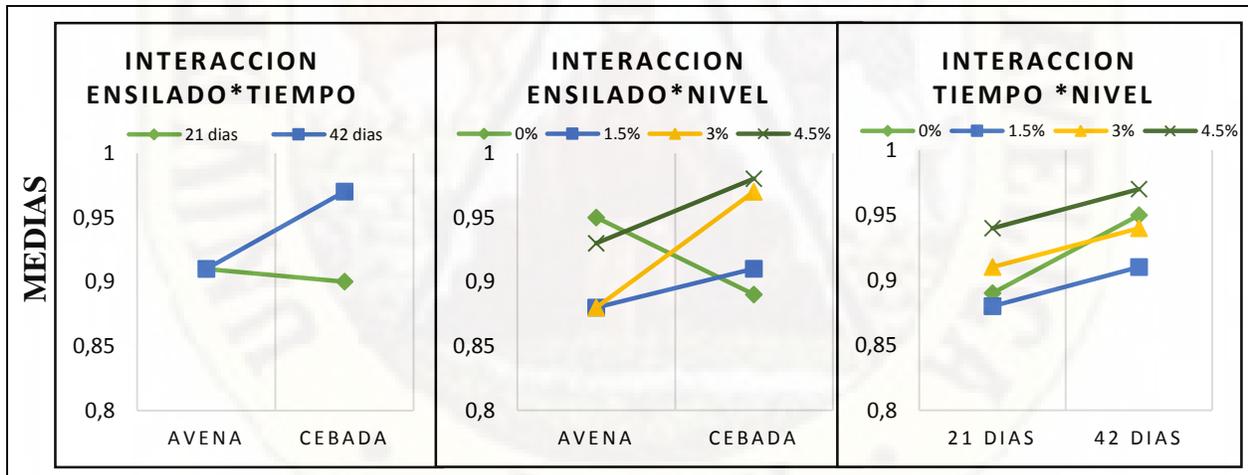
En el análisis de varianza para la energía neta de ganancia del ensilado de avena y cebada forrajera (Cuadro 18), se determinó que no existe diferencia significativa para las interacciones tiempo-nivel y ensilado-tiempo-nivel por lo tanto estos factores no influyen sobre el contenido de energía neta de ganancia aceptándose en ellos la hipótesis nula, mientras que se presentó diferencia significativa en la ensilado, nivel y diferencias altamente significativas en el tiempo y las interacciones especie-tiempo, ensilado-nivel aceptándose en ellos la hipótesis alternativa afirmando que los tres factores ensilado, tiempo, nivel influyen significativamente sobre el contenido de energía neta de ganancia.

Grafico N°34. Efectos principales para energía neta de ganancia para constatar el ANOVA.



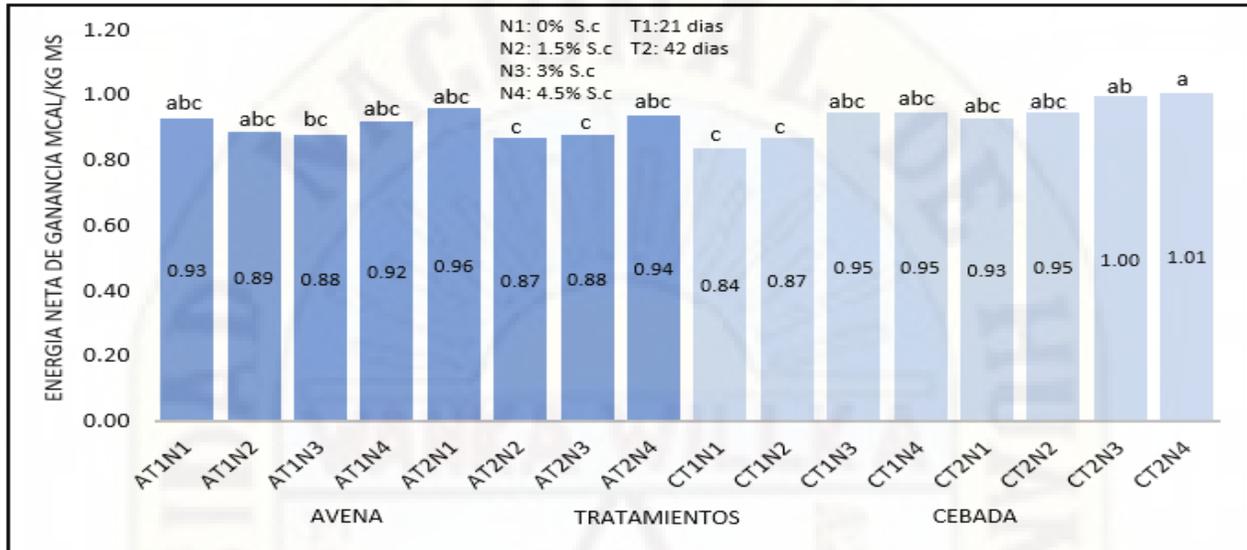
En el Gráfico N°34 pueden constatarse los resultados del Cuadro 19, ya que las tres variables ensilado, tiempo de fermentación y nivel de levadura, presentan pendientes pronunciadas, evidenciando que influyeron en la energía neta de ganancia

Grafico N°35. Interacciones dobles para energía neta de ganancia para constatar el ANOVA.



En el Grafico N°35 puede observarse que las interacciones entre el ensilado y tiempo, ensilado y nivel, presentan diferentes pendientes, evidenciando que influyeron en la energía neta de ganancia y no la interacción tiempo y nivel porque presentan dos pendientes paralelas.

Grafico N°36: Prueba de significancia Tukey aplicada a los promedios de las cantidades de energía neta de ganancia (Mcal/kg MS) en ensilado de avena y cebada forrajera.



El Grafico N°36, indica los promedios de las cantidades de energía neta de ganancia en ensilado de avena y cebada forrajera, mismos que según la prueba de significancia Tukey muestra ocho promedios de significancia para cada especie de ensilado donde existe diferencia significativa entre los tratamientos, siendo los que presentan los mayores valores: En la avena los tratamientos AT2N1 con 0.96 Mcal/kg MS de ENg sin *S. cerevisiae* y AT2N4 con 0.94 Mcal/kg MS de ENg con *S. cerevisiae* de 4.5%, ambos a los 42 días de fermentación. En la cebada los tratamientos CT2N3 con 1.00 Mcal/kg MS de ENg con *S. cerevisiae* de 3% y CT2N4 con 1.01 Mcal/kg MS de ENg con *S. cerevisiae* de 4.5%, ambos a los 42 días de fermentación. Los promedios más bajos lo obtuvieron los tratamientos AT2N2, AT2N3 y CT1N1, CT1N2 con 0.87, 0.88, 0.84, 0.87 Mcal/kg MS de ENg respectivamente con diferentes niveles y tiempos de fermentación.

Nair *et al.* (2019) en ensilaje de maíz con *S. cerevisiae* durante 90 días de fermentación encontró con *S. cerevisiae* 1.39 Mcal/kg MS y sin *S. cerevisiae* 1.31 Mcal/kg MS en ENg, resultados superiores al presente estudio que con *S. cerevisiae* de 4.5% en el tratamiento AT2N4 y CT2N4 se obtuvo 0.94 Mcal/kg MS y 1.01 Mcal/kg MS y sin *S. cerevisiae* en el tratamiento AT2N1 y

CT2N1 se obtuvo 0.96 Mcal/kg MS y 0.93 Mcal/kg MS de ENg respectivamente a los 42 días de fermentación.

Castillo *et al.* (2013) en el maíz encontró 0.92Mcal/kg ENg resultados similares a la presente investigación en ensilado de cebada y avena sin *S. cerevisiae* AT1N1, AT2N1, CT1N1, CT2N1 resultados de 0.93, 0.96, 0.84 y 0.93 Mcal/kg MS de ENg respectivamente a los 21 y 42 días.

La energía neta de ganancia estimada comparada con otros estudios en pequeños rumiantes, afirman que la adición de *Saccharomyces cerevisiae*, mejoró la ganancia diaria de peso de los rumiantes, teniendo un mejor comportamiento en relación con el peso final. Demostrando que la utilización de levadura *Saccharomyces cerevisiae*, incrementa la producción de leche y/o carne entre 5 y 8 %. (Suarez, 2016)

m) Energía neta de lactancia (ENI Mcal/kg MS)

El cuadro 19 muestra el ANAVA, para energía neta de lactancia en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

En el análisis de varianza de la energía neta de lactancia se estudiaron 16 tratamientos con 3 repeticiones donde el promedio general fue de 1.43 Mcal/kg MS, el coeficiente de variabilidad (CV) fue de 1.53% y el coeficiente de determinación (R²) fue de 0.84%.

Cuadro 19. Análisis de varianza de energía neta de lactancia (ENI) en ensilado de avena y cebada forrajera, en dos tiempos de fermentación y diferentes niveles de *S. cerevisiae*.

F.V.	SC	gl	CM	F	Sig.
Modelo	0.03	15	2.1E-03	5.25	0.0013
Ensilado	2.8E-03	1	2.8E-03	6.95	0.0187*
Tiempo	0.01	1	0.01	12.56	0.0029**
Nivel	0.01	3	2.2E-03	5.37	0.0103*
Ensilado*Tiempo	3.6E-03	1	3.6E-03	8.92	0.0092**
Ensilado*Nivel	0.01	3	3.9E-03	9.68	0.0008**
Tiempo*Nivel	6.0E-04	3	2.0E-04	0.50	0.6885 ^{ns}
Ensilado*Tiempo*Nivel	3.3E-04	3	1.1E-04	0.27	0.8454 ^{ns}
Error	0.01	15	4.0E-04		

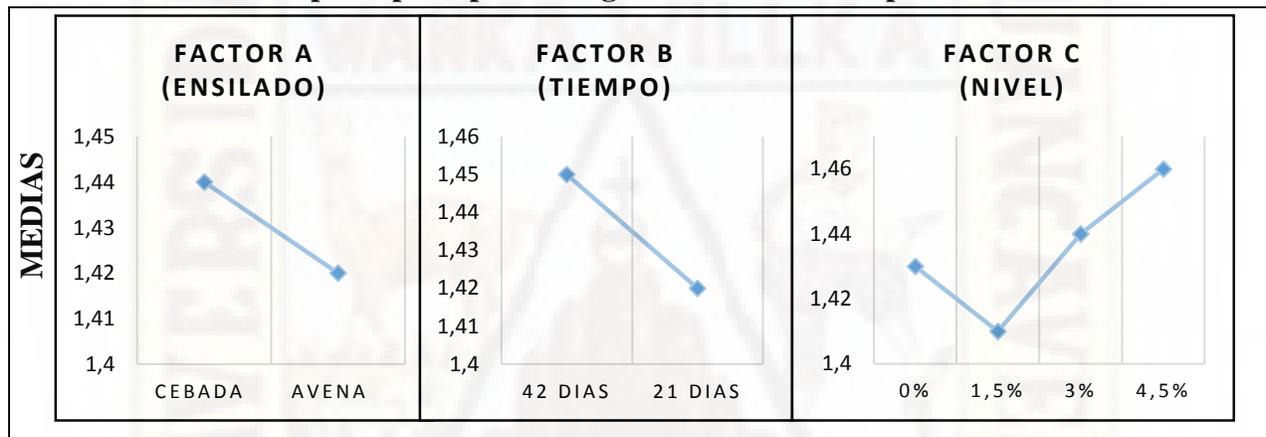
Total	0.04	30
--------------	------	----

a. Significancia: $P > 0.05 = \text{ns}$; $P < 0.05 = *$; $P < 0.01 = **$

b. $R^2 (\%) = 0.84$; $CV(\%) = 1.53$; $\text{PROM (Mcal/kg MS)} = 1.43$

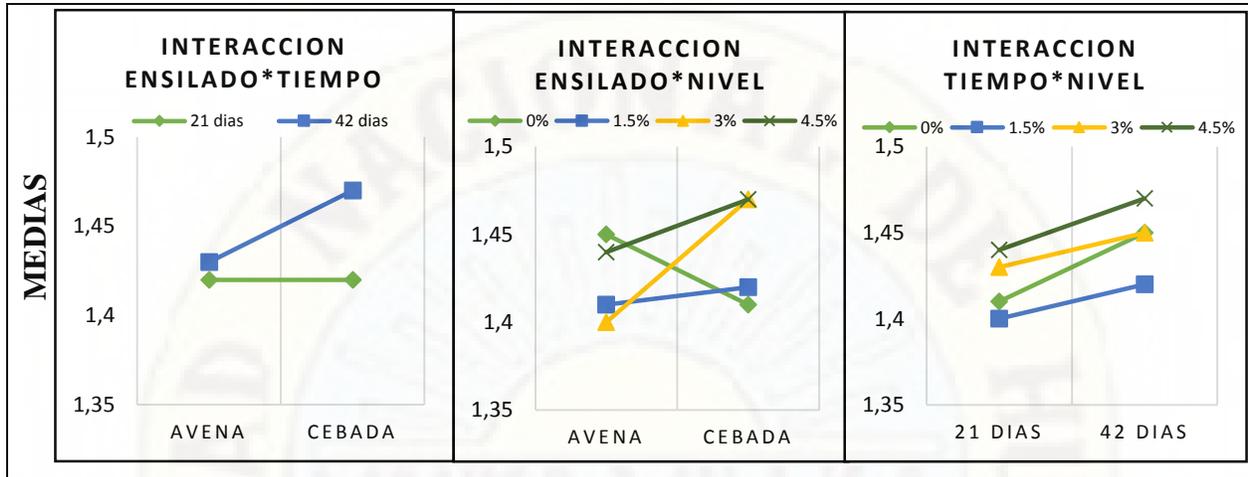
En el análisis de varianza para la energía neta de lactancia del ensilado de avena y cebada forrajera (Cuadro 19), se determinó que no existe diferencia significativa para las interacciones tiempo-nivel y ensilado-tiempo-nivel por lo tanto estos factores no influyen sobre el contenido de energía neta de lactancia aceptándose en ellos la hipótesis nula, mientras que se presentó diferencia significativa en la ensilado, nivel y diferencias altamente significativas en el tiempo y las interacciones ensilado-tiempo, ensilado-nivel aceptándose en ellos la hipótesis alternativa.

Gráfico N°37. Efectos principales para energía neta de lactancia para constatar el ANOVA.



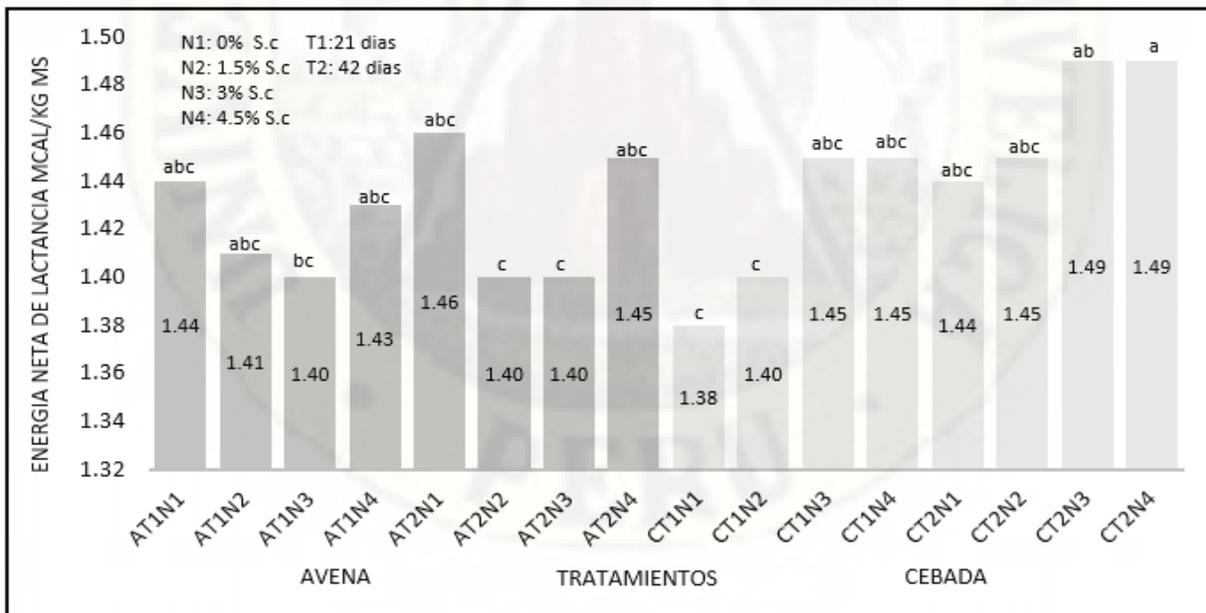
En el Gráfico N°37 pueden constatar los resultados del Cuadro 20, ya que las tres variables ensilado, tiempo de fermentación y nivel de levadura, presentan pendientes pronunciadas, evidenciando que influyeron en la energía neta de lactancia.

Grafico N°38. Interacciones dobles para energía neta de lactancia para constatar el ANOVA.



En el Grafico N°38 puede observarse que las interacciones entre el ensilado y tiempo, ensilado y nivel, presentan diferentes pendientes pronunciadas, evidenciando que influyeron en la energía neta de lactancia y no la interacción tiempo y nivel porque presentan dos pendientes paralelas.

Grafico N°39: Prueba de significancia Tukey aplicada a los promedios de las cantidades de energía neta de lactancia (Mcal/kg MS) en ensilado de avena y cebada forrajera.



El Grafico N°39, indica los promedios de las cantidades de energía neta de lactancia en ensilado de avena y cebada forrajera, mismos que según la prueba de significancia Tukey muestra ocho promedios de significancia para cada especie de ensilado donde existe diferencia significativa entre los tratamientos, siendo los que presentan los mayores valores: En la avena los tratamientos AT2N1 con 1.46 Mcal/kg MS de ENI sin *S. cerevisiae* y AT2N4 con 1.45 Mcal/kg MS de ENI con *S. cerevisiae* de 4.5%, ambos a los 42 días de fermentación. En la cebada los tratamientos CT2N3 con 1.49 Mcal/kg MS de ENI con *S. cerevisiae* de 3% y CT2N4 con 1.49 Mcal/kg MS de ENI con *S. cerevisiae* de 4.5%, ambos a los 42 días de fermentación. Los promedios más bajos lo obtuvieron los tratamientos AT2N2, AT2N3 y CT1N1, CT1N2 con 1.40, 1.40, 1.38, 1.40 Mcal/kg MS de ENI respectivamente con diferentes niveles y tiempos de fermentación.

Dolezal *et al.* (2011) en ensilado de maíz con *S. Cerevisiae* obtuvo 1.55 Mcal/kg MS de ENI resultados ligeramente superiores a la presente investigación en los mejores tratamientos en ensilado de avena y cebada con *S. Cerevisiae* AT2N4 y CT2N4 resultados de 1.45 y 1.49 Mcal/kg MS de ENI respectivamente a los 42 días de fermentación.

Castillo *et al.* (2013) en el maíz encontró 1.76 Mcal/kg MS de ENI resultados ligeramente superiores a la presente investigación en ensilado de cebada y avena sin *S. Cerevisiae* AT1N1, AT2N1, CT1N1, CT2N1 resultados de 1.44, 1.46, 1.38 y 1.44 Mcal/kg MS de ENI respectivamente a los 21 y 42 días.

Existió un efecto positivo aumentando la cantidad de leche producida al utilizar *S. Cerevisiae* en la presente investigación, debido a que hay un mayor aporte de nutrimentos al usar este tipo de aditivos. Como el estudio de (Rivas *et al.*, 2008) que al utilizar *Saccharomyces cerevisiae* (SC) en la dieta en vacas Holstein y Carora, incrementó la producción de leche 160 lt/semana, por la acción estimulante del *S. Cerevisiae* en el rumen y la mayor disponibilidad de nutrientes por la glándula mamaria.

CONCLUSIONES

1. El ensilado y tiempo de fermentación tuvo un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre las variables estudiadas excepto en EE y PC, el nivel de levadura tuvo un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre las variables estudiadas excepto en EE. Las interacciones ensilado*tiempo tuvo efecto significativo ($p < 0.05$) sobre las variables estudiadas excepto en PC, EE, MM; ensilado*nivel tuvo efecto significativo ($p < 0.05$) sobre las variables estudiadas excepto en PC, EE y MM; tiempo*nivel tuvo un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre MM excepto en las demás variables. La interacción ensilado*tiempo de fermentación*nivel de levadura no tuvo efecto significativo sobre ninguna variable estudiada ($p > 0.05$).
2. La estimación de valores energéticos del ensilado de avena y cebada forrajera a mayores niveles de *Saccharomyces cerevisiae* y tiempo de fermentación causo incrementos en las estimaciones energéticas en: digestibilidad de la materia seca, nutrientes digestibles totales, energía digestible, energía metabolizable, energía neta de mantenimiento y energía neta de lactancia. Siendo los resultados similares a otras investigaciones experimentales por lo tanto es necesario darle más énfasis e importancia a este tipo de estudios para poder determinar más fácil y económicamente los valores energéticos, siendo ventajoso y económicamente aplicables en escasez de alimento para el mantenimiento y producción de los animales.
3. La composición química bromatológica del ensilado de avena y cebada forrajera a mayores niveles de *Saccharomyces cerevisiae* y tiempo de fermentación causo un gran incremento en el contenido de proteína y materia mineral, por lo que su uso en la alimentación animal está indicado económica y nutricionalmente en situaciones de escasez de alimento.
4. Los mejores resultados en la composición química bromatológica y en los valores energéticos lo obtuvieron los tratamientos con adición de levadura *S. cerevisiae* de 4.5% en ensilado de avena y cebada a los 42 días de tiempo de fermentación.

RECOMENDACIONES

1. Realizar más estudios sobre la aplicación de *Saccharomyces cerevisiae* en diferentes tiempos de fermentación en ensilados y cultivos forrajeros referentes a composición química bromatológica, estimación de concentraciones energéticas e experimentales.
2. La composición química bromatológica del ensilado de avena y cebada más la incorporación de *S. Cereviceae* suministra mayores porcentajes de proteína y minerales siendo recomendable su utilización en la alimentación animal para poder cubrir ciertos requerimientos nutricionales deficientes.
3. Incentivar más a los ganaderos a la elaboración de ensilaje y el uso de aditivos para suministrar alimento desde el punto de vista nutritivo en épocas de escasez de forraje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.O.A.C. (1990). *Official method of analysis association of official analytical chemists*. International Publisher. <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>

Andreasen, A. A. y Stier, T. J. B. (1953). Anaerobic nutrition of *Saccharomyces cerevisiae*. I. Ergosterol requirement for growth in a defined medium. *Journal of Cellular and Comparative Physiology*, 41(1), 23-36. <https://doi.org/10.1002/jcp.1030410103>

Arboleda López, D., Montañez Saavedra, G., Arreaza, L., Maldonado Muñoz, J. y Molano Rodríguez, C. (2012). Evaluación de sistemas de alimentación como estrategia para afrontar la estacionalidad en ganado lechero. *Ciencia Y Agricultura*, 9(2), 39-46. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/view/2814

Argote, G. y Halanoca, M. (2007). *Evaluación y selección de gramíneas forrajeras tolerantes a condiciones climáticas del altiplano de Puno* (Monografía). Programa Nacional de Investigaciones en Pastor y Forrajes.

Ayala, A., Cetina, R., Capetillo, C., Zapata, C. y Sandoval, C. (2006). *Composición química - nutricional de árboles forrajeros*. Universidad autónoma de Yucatán. <https://docplayer.es/58286885-Composicion-quimica-nutricional-de-arboles-forrajeros.html>

Barreto, L. (2010). *Nutrición y alimentación animal*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Bassi (2006). *Conceptos básicos sobre la calidad de los forrajes*. Universidad Nacional de Lomas de Zamora.

Basurto, E., Cordero, A., Ramirez, H., Paucar, R., Esteban, M., Huaman, S. y Contreras, J. (2017). Evaluación nutricional de ensilado cebada-vicia en diferentes proporciones, con y sin urea al 1 % en la Región Huancavelica. *Rev Inv Vet Perú* 2020; 31(3). <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i3.18724>

Beneficios del uso de levaduras en rumiantes (22 de noviembre del 2011). En *Engormix*.
<https://www.engormix.com/ganaderia-carne/foros/beneficios-uso-levaduras-rumiantes-t13558/>

Cahuana, M. y Valladolid, M. (2006). *Composición química del ensilado de festuca dolichophylla, avena sativa y vicia sativa asociada en diferentes proporciones* (Tesis de pregrado).
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1162>

Cappelle, E. R., Valadares, S. C., Silva, J. F. C. y Cecon, P. R. (2001). Estimativas do Valor Energético a partir de Características Químicas e Bromatológicas dos Alimentos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(6), 1837-1856. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982001000700022>

Carro, M. D., Lebzien, P. y Rohr, K. (1992). Influence of yeast culture on the in vitro fermentation (Rusitec) of diets containing variable portions of concentrates. *Animal Feed Science and Technology*, 37(3-4), 209-220. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(92\)90005-q](https://doi.org/10.1016/0377-8401(92)90005-q)

Castillo Garcia, R.F., Castillo Sánchez, Z.J., Kawas Garza, J.R., Salinas Chavira, J., Ruíz Zarate, F. y López Trujillo, R. (2013). Producción, evaluación química, contenido energético, carbohidratos estructurales y no estructurales y digestibilidad in vitro en maíz forrajero. *Revista de la Facultad de Agronomía*. 30. 573-590.
https://www.researchgate.net/publication/285997522_Production_chemical_evaluation_energy_content_structural_and_non-structural_carbohydrates_and_in_vitro_digestibility_in_forage_maize

Cooke, M. (2015). *Evaluación nutricional de micro silos de cebada y vicia* (Tesis de pregrado).
<https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1953/Cooke,%20María%20M.-%20Evaluación%20nutricional%20de%20microsilos%20de%20cebada%20y%20vicia.pdf;sequence=1>

Contreras, P. J., De Los Ríos, B., Montes, M. y Ramos, E. Y. (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*, 7(1).
https://doi.org/10.5209/rev_rccv.2013.v7.n1.41688

- Church, D. C. (2012). *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales* (2 ed.). LIMUSA.
- Dawson, K.A. y Newman, K.E. (1988b). Fermentations in rumen-simulating continuous cultures receiving probiotic supplements. *J. Anim. Sci.* 67(Suppl. 1):500.
- Dawson, K. A., Newman, K. E. y Boling, J. A. (1990a). Effects of microbial supplements containing yeast and lactobacilli on roughage-fed ruminal microbial activities. *Journal of Animal Science*, 68(10), 3392. <https://doi.org/10.2527/1990.68103392x>
- Dengis, P. B., Nélisten, L. R. y Rouxhet, P. G. (1995). Mechanisms of yeast flocculation: comparison of top- and bottom-fermenting strains. *Applied and environmental microbiology*, 61(2), 718-728. <https://doi.org/10.1128/aem.61.2.718-728.1995>
- Diccionario de la lengua española R.A.E (2001). En *Real Academia Española*. <https://www.rae.es/recursos/diccionarios/diccionarios-antiores-1726-2001/diccionario-de-la-lengua-espanola-2001>
- Dolezal, P., Dolezal, J. y Trinacty, J. (2011). The effect of *Saccharomyces cerevisiae* on ruminal fermentation in dairy cows. *Czech Journal of Animal Science*, 50(11), 503-510. <https://doi.org/10.17221/4255-cjas>
- Dumont, J. C., Anrique, R. y Alomar, D. (2005). Efecto de Dos Sistemas de Determinación de Materia Seca en la Composición Química y Calidad del Ensilaje Directo de Avena en Diferentes Estados Fenológicos. *Agricultura Técnica*, 65(4), 388-396. <https://doi.org/10.4067/s0365-28072005000400005>
- Duniere, L., Jin, L., Smiley, B., Qi, M., Rutherford, W., Wang, Y. y McAllister, T. (2015). Impact of adding *Saccharomyces* strains on fermentation, aerobic stability, nutritive value, and select lactobacilli populations in corn silage¹. *Journal of Animal Science*, 93(5), 2322-2335. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8287>

Driehuis, F. y Elferink, S. (2000). The impact of the quality of silage on animal health and food safety: A review. *Veterinary Quarterly*, 22(4), 212-216. <https://doi.org/10.1080/01652176.2000.9695061>

Elizalde, H. F. y Gallardo, M. (2003). Evaluación de ensilajes de avena y cebada en la ganancia de peso de vaquillas en crecimiento. *Agricultura Técnica*, 63(4). <https://doi.org/10.4067/s0365-28072003000400006>

Elghandour, M. M. Y., Mellado, M., Kholif, A. E., Salem, A. Z. M., Barbabosa, A., Ballinas, S., Esquivel, A. y Odongo, N. E. (2016b). Fecal Gas Production of Ten Common Horse Feeds Supplemented With *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Equine Veterinary Science*, 47, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2016.07.008>

Elghandour, M. M. Y., Tan, Z. L., Abu Hafsa, S. H., Adegbeye, M. J., Greiner, R., Ugbogu, E. A., Cedillo Monroy, J. y Salem, A. Z. M. (2019a). *Saccharomyces cerevisiae* as a probiotic feed additive to non and pseudo- ruminant feeding: a review. *Journal of Applied Microbiology*, 128(3), 658-674. <https://doi.org/10.1111/jam.14416>

Espinoza, F., Araque, C., León, L., Quintana, H. y Perdomo, E. (2001). Efecto del banco de proteína sobre la utilización del pasto estrella (*Cynodon lemfuensis*) en pastoreo con ovinos. *Zootecnia Tropical*, 19(3), 307–318. <http://www.bioline.org.br/request?zt01038>

Farre, R. y Frasset, I. (2001). *Carnes y embutidos*. En: *Guías alimentarias para la población española*. Sociedad Española de Nutrición Comunitaria.

García, A., López, J., Bernabé, R. y Hoffman, A. (2007). La actividad microbiana en la fermentación ruminal y el efecto de la adición de *Saccharomyces cerevisiae*. *Temas de Ciencia y Tecnología*. 11. 51-52. <http://www.utm.mx/temas/temas-docs/nota3t32.pdf>

García, G. (2008). *Cálculo de la energía neta para lactación y su predicción desde el punto de vista de la fibra*. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF).

Garcés, M., Berrio, R., Ruiz, A., Serna, L. y Builes, A. (2004). Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallista de Investigación*. 1. 66-71. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69511010.pdf>

Gonzales, J., Parra, R. y Combellas, J. (2001). *Composicion de valor nutritivo de los forrajes producidos en el tropico*. Instituto de produccion animal.

Guedes, C. M., Gonçalves, D., Rodrigues, M. A. M. y Dias da Silva, A. (2008). Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* yeast on ruminal fermentation and fibre degradation of maize silages in cows. *Animal Feed Science and Technology*, 145(1-4), 27-40. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.06.037>

Guerrero, J., Santacruz, E., Melo, J. y Hernández, W. (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 Nariño. <https://www.yumpu.com/es/document/view/18567564/composicion-nutritiva-y-aceptabilidad-del-ensilaje-de-avena-forrajera>

Gupta, M. L. y Pradhan, K. (1977). Chemical and Biological Evaluation of Ensiled Wheat Straw. *Journal of Dairy Science*, 60(7), 1088-1094. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(77\)83993-3](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(77)83993-3)

Hernández, D. (1999). *Efecto de un cultivo de Saccharomyces cerevisiae en consumo, digestibilidad y variables ruminales en borregos alimentados con pasto ovido (Dactylis glomerata) cosechado a dos intervalos de rebrote* (Tesis de maestria). Colegio de Posgraduados, Montecillo.

Herrera Torres, E., Murillo, M., Berumen, L., Páez, J. y Villarreal, G. (2014). Efecto de *Saccharomyces cerevisiae* y *Kluyveromices marxianus* durante el tiempo de fermentación en la calidad nutritiva del nopal forrajero. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 1, 33-40. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282014000100004

INIA (2001a). *Problemática del sector forrajero y grano*. Instituto de Investigación Agropecuaria.

INIA (2002b). *Ensilajes De Pasturas: algunas consideraciones para su confección*. Unidad de Agro negocios y Difusión del INIA.

Jarrige, R. (1988) *Ingestion et digestion des aliments. In: Alimentation des bovins, ovins et caprins*. INRA.

Jiménez, A., Rodríguez, R. y González, M. (2008). *Conservación de forrajes para mejorar la productividad del ganado*. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural.

Jiménez, F. y Moreno, J. (2000). *El ensilaje. Una alternativa para la conservación de forrajes*. Programa Nacional de Transferencia Tecnológica.

Jobim, C. C., Nussio, L. G., Reis, R. A. y Schmidt, P. (2007). Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 101-119. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982007001000013>

Johnson, D. E. y Remillard, R. L. (1983). Nutrient Digestibility of Brewers Single Cell Protein. *Journal of Animal Science*, 56(3), 735-739. <https://doi.org/10.2527/jas1983.563735x>

Kamphayae, S., Kumagai, H., Angthong, W., Narmseelee, R. y Bureenok, S. (2016). Effects of different ratios and storage periods of liquid brewer's yeast mixed with cassava pulp on chemical composition, fermentation quality and in vitro ruminal fermentation. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30(4), 470-478. <https://doi.org/10.5713/ajas.16.0218>

Kung, L., Shaver, R. D., Grant, R. J. y Schmidt, R. J. (2018). Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4020-4033. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909>

- Leao, G., Jobim, C., Neumann, M., Horst, E., Santos, S. K., Venancio, B. J. y Santos, L. C. (2017). Nutritional composition and aerobic stability of winter cereal silage at different storage times. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 39(2), 131. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v39i2.34270>
- Lee, M. H. (1995). Official methods of analysis of AOAC International (16th ed). *Trends in Food Science & Technology*, 6(11), 382. [https://doi.org/10.1016/0924-2244\(95\)90022-5](https://doi.org/10.1016/0924-2244(95)90022-5)
- Lozano, C., Lozano, P. D., Lozano, D. Z., Lozano, H. R. y Mercado, A. L. (2007). *Como elaborar el proyecto de investigación científica* (Tesis de Pregrado). Grapex.
- McDonald, P., Edwards, R., y Greenhalgh, J. (2002). *Animal Nutrition*. Pearson Education Ltd.
- Mahanna, B. y Chase L.E. (2003). Practical applications and solutions to silage problems. *Silage Science and Technology*, 251–304.
- Marco, O. (2011). Estimación de calidad de los forrajes. *Unidad Integrada Balcarce INTA*, 20(240), 24-30.
- Martínez, A. (2017). *Valoración energética de alimentos*. Universidad de Córdoba.
- Martínez, G.D., Pérez, F.X., Cervantes, R. y Bueno, A. (2008). Manejo nutricional para mejorar la eficiencia de utilización de la energía en bovinos. *Universidad y ciencia*, 24(1), 75-87. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792008000400009&lng=es&tlng=es.
- Maynard, L.A. y Loosli, J.K. 1992. Nutrición Animal. *McGraw-Hill y OPS*. 4(1). 640 p.
- Melendez, P. (2015). *Las bases para entender un analisis nutricional de alimentos y su nomenclatura*. Universidad de Santiago de Chile.
- Mendoza, M., Ricalde, R., Esparza, H., y Velásquez, L. (1995). Efecto de dos cultivos de *Saccharomyces cerevisiae* en la degradación ruminal de la fibra neutro detergente de paja de trigo. *Investigación Agraria. Producción y Sanidad Animales*. 10:105. <https://agris.fao.org/agris->

search/search.do;jsessionid=E73E4488A5EC74D9F387814B8E96BBA0?request_locale=ru&recordID=ES9600881
&query=&sourceQuery=&sortField=&sortOrder=&agrovocString=&advQuery=¢erString=&enableField=

Mendoza Martínez, G.D., Plata Pérez, F.X., Espinosa Cervantes, R. y Lara Bueno, A. (2008). Manejo nutricional para mejorar la eficiencia de utilización de la energía en bovinos. *Universidad y ciencia*, 24(1), 75-87. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792008000400009&lng=es&tlng=es.

Moallem, U., Lehrer, H., Livshitz, L., Zachut, M. y Yakoby, S. (2009). The effects of live yeast supplementation to dairy cows during the hot season on production, feed efficiency, and digestibility. *Journal of Dairy Science*, 92(1), 343-351. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0839>

Muestreo no probabilístico (29 de mayo del 2015). En *Netquest*. <https://www.netquest.com/blog/es/muestreo-por-conveniencia>

Mullin, E. y Alvarez, C. (2004). *El gran libro de la siembra directa*. Fauba.

Nair, J., Xu, S., Smiley, B., Yang, H., McAllister, T. A. y Wang, Y. (2019). Effects of inoculation of corn silage with *Lactobacillus* spp. or *Saccharomyces cerevisiae* alone or in combination on silage fermentation characteristics, nutrient digestibility, and growth performance of growing beef cattle. *Journal of Animal Science*, 97(12), 4974-4986. <https://doi.org/10.1093/jas/skz333>

Nutrition, N. R. C. S. S. (1985). *Nutrient Requirements of Sheep*. Amsterdam University Press.

National Research Council, Resources, B. O. A. A. N., Nutrition, C. O. A. y Nutrition, S. O. D. C. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition, 2001* (7th Revised ed.). National Academies Press.

National Research Council, Studies, D. O. E. A. L., Resources, B. O. A. A. N. y Ruminants, C. O. N. R. O. S. (2007). *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. National Academies Press.

Neumann, M., Restle, J., Alves Filho, D. C., Brondani, I. L., Pellegrini, L. G. y Freitas, A. K. (2002). Avaliação do Valor Nutritivo da Planta e da Silagem de Diferentes Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(1), 293-301.
<https://doi.org/10.1590/s1516-35982002000200002>

Newbold, C. J., McIntosh, F. M., y Wallace, R. J. (1998). Changes in the microbial population of a rumen-simulating fermenter in response to yeast culture. *Canadian Journal of Animal Science*, 78(2), 241-244. <https://doi.org/10.4141/a97-086>

Noli, H., Asto, H. y Canto, S. (2003). *Evaluación de variedades de avena forrajera tolerantes a sequías y heladas* (Monografía). <https://1library.co/document/zxvgnvy-evaluacion-variedades-forrajera-tolerantes-sequias-heladas-produccion-forraje.html>

Official Methods of Analysis: 15th Edition. (1990). *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 9(4), VI. [https://doi.org/10.1016/0165-9936\(90\)87098-7](https://doi.org/10.1016/0165-9936(90)87098-7)

Ordoñez, J. y Bojórquez, C. (2011). Manejo del establecimiento de pasturas para zonas alto andinas del Perú. *Concytec. Ied*. Perú.

Ostergaard, S., Olsson, L. y Nielsen, J. (2000). Metabolic Engineering of *Saccharomyces cerevisiae*. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 64(1), 34-50.
<https://doi.org/10.1128/mnbr.64.1.34-50.2000>

Pahlow, G., Muck, R.E., Driehuis, F., Elferink, S.J.W.H. y S. F. Spoelstra, S.F. (2003). *Microbiology of ensiling*. Silage Science and Technology.

Palsberg, J. y Zhendong, S. (2009). *Static Analysis*. Springer Publishing.

Pascual, L. (2009). *Forrajes y manejo de pasturas*. Prouccion Animal Argentina.

- Paytan, L. M., Sáez, M., Cordero, A. G., Contreras, J. L., Curasma, J. L., Tunque, M. y Rojas, Y. C. (2017). Efecto de aditivos químicos en la composición del ensilado de avena («Avena sativa» L). *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 11(1), 69-75. <https://doi.org/10.5209/rccv.56117>
- Peña, M. (2012). *Metodología de la investigación*. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán.
- Perea, A. y Duhalde, J. (2014). *Ensilaje de planta entera de verdeos invernales. Una interesante alternativa forrajera para el sur bonaerense* (Monografía). https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_barrow_-_ensilaje_de_planta_entera.pdf
- Pierce, K. M., Alibrahim, R. M., Palladino, R. A., Whelan, S. J., y Mulligan, F. J. (2013). Short Communication: Effect of Timing of Introduction to Pasture Post Calving and Supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* on Milk Fatty Acid Profiles in Early Lactation Dairy Cows. *Food and Nutrition Sciences*, 04(9), 45-50. <https://doi.org/10.4236/fns.2013.49a1008>
- Poma, C. (2011). *Evaluación del efecto de diferentes aditivos en la composición química del ensilaje de cebada (Hordeum vulgare) para la alimentación del ganado en el municipio de Viacha* (Tesis de Pregrado). <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/7737>
- Rivas, J., Dias, T., Hahn, M. y Bastidas, P. (2008). Efecto de la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* sobre la producción de leche al inicio de la lactancia en vacas lecheras. *SciELO Zootecnia Trop* 2008, 26(4), 421-8. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-72692008000400002&script=sci_abstract&tlng=en
- Rivera, F. y Roca, L. (2017). *Efecto de diferentes proporciones de asociación (Avena sativa y Vicia sativa) en la producción de forraje* (Tesis de pregrado). <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1170>

Roque, B. (2012). *Nutrición animal*. Texto de formación universitaria. Universidad Nacional del Altiplano Puno. Editorial Centro papelero de norte S.A. 198 pp.

Rose, A. (1987) *Yeast culture a microorganism for all especies a theoretical look at its mode of action. Proceedings*. Biotechnology in the Feed Industry.

Saeed, A., Al Sultani, H., & Mottaleb, A. (2017). Effect of Addition of Different Levels of Baker's Yeast *Saccharomyces Cerevisiae* on Fermentation Quality and Nutritive Value of Ensiled Corn Crop Residuals. *Euphrates Journal of Agriculture Science*, 9(1), 8-18. https://www.researchgate.net/publication/342411170_EFFECT_OF_ADDITION_OF_DIFFERENT_LEVELS_OF_BAKER'S_YEAST_SACCHAROMYCES_CEREVISAE_ON_FERMENTATION_QUALITY_AND_NUTRITIVE_VALUE_OF_ENSILED_CORN_CROP_RESIDUALS_khm_mn_mkhtlft_mstwyath_adaft_tathyz_wqymth_a

Salinas, J. y Garcia, R. (1985). *Metodos quimicos para el analisis de suelos acidos y planta forrajera*. Programa de pastos tropicales

Sánchez, M. (2000). *Una experiencia de forraje verde hidropónico en el Uruguay*. Boletín informativo de la Red de Hidroponía.

Silva, T. M., Araújo, G. G. L., Oliveira, R. L., Dantas, F. R., Bagaldo, A. R., Menezes, D. R., Garcez Neto, A. F. y Ferreira, G. D. G. (2011). Degradabilidade ruminal e valor nutritivo da maniçoba ensilada com níveis do resíduo vitivinícola. *Archivos de Zootecnia*, 60(229), 1-11. <https://doi.org/10.4321/s0004-05922011000100011>

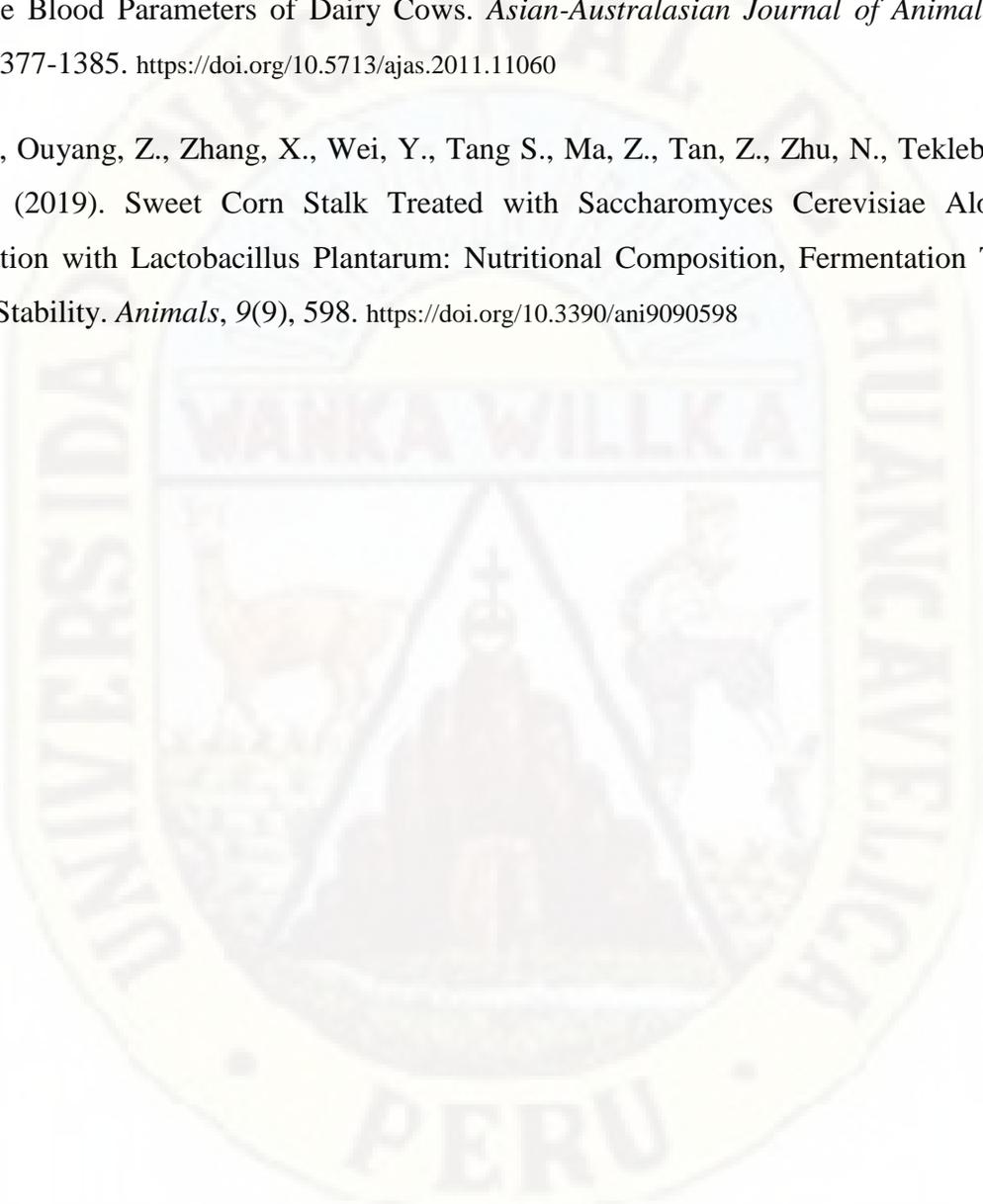
Soest, P. V. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant* (2 ed.). Cornell University Press.

Suárez Machín, C., Garrido Carralero, N. A. y Guevara Rodríguez, C. A. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. Revisión bibliográfica. *ICIDCA*. 50(1), 20-28. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2231/223148420004>

- Svobodova, M., y Santrucek, J. (1994). Fahey, G.C., Jr., Collins, M., Mertens, D.R., Moser L.E. (ed.): Forage quality evaluation, and utilization. *Biologia plantarum*, 36(4), 612.
<https://doi.org/10.1007/bf02921190>
- Texeira, J. y Andrade, G. (2001). Carbohidratos na alimentação de ruminantes. *II Simposio de Forragicultura e Pastagens*. 165-210.
- Trujillo, A. y Uriarte, G. (2014). *Valor nutritivo de las pasturas* (Monografía).
<http://prodanimal.fagro.edu.uy>
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B. y Lewis, B. A. (1991). Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(91)78551-2)
- Vásquez, D. R., Abadía, B. y Arreaza, L. C. (2004). Aplicación de la Espectroscopía de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano (NIRS) para la caracterización nutricional del pasto Guinea y del grano de maíz. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 5(1), 49.
https://doi.org/10.21930/rcta.vol5_num1_art:24
- Vilca, G. (2017). *Ensilado de avena (avena sativa) con adición de urea y nitroshure en tres niveles en bolsas de polietileno en puno* (Tesis de Pregrado). <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6684>
- Williams, P. E. V. y Innes, G. M. (1989). Rumen Probiosis: effects of addition of yeast culture (viable yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) plus growth medium) on patterns of rumen fermentation. *Proceedings of the British Society of Animal Production* (1972), 1989, 160.
<https://doi.org/10.1017/s0308229600011508>
- Woolford, M. K. (1990). The detrimental effects of air on silage. *Journal of Applied Bacteriology*, 68(2), 101-116. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1990.tb02554.x>

Yalcin, S., Yalcin, S., Can, P., Gurdal, A., Bagci, C. y Eltan, O. (2011). The Nutritive Value of Live Yeast Culture (*Saccharomyces cerevisiae*) and Its Effect on Milk Yield, Milk Composition and Some Blood Parameters of Dairy Cows. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(10), 1377-1385. <https://doi.org/10.5713/ajas.2011.11060>

Zhou, X., Ouyang, Z., Zhang, X., Wei, Y., Tang S., Ma, Z., Tan, Z., Zhu, N., Teklebrhan, T. y Han, X. (2019). Sweet Corn Stalk Treated with *Saccharomyces Cerevisiae* Alone or in Combination with *Lactobacillus Plantarum*: Nutritional Composition, Fermentation Traits and Aerobic Stability. *Animals*, 9(9), 598. <https://doi.org/10.3390/ani9090598>

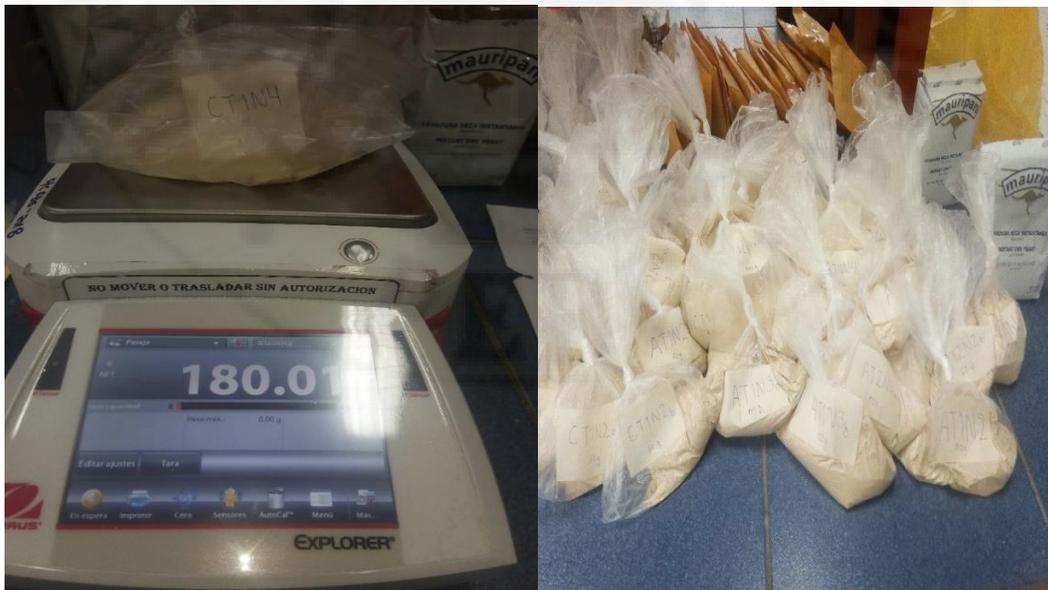


APÉNDICES

Apéndice 01. Avena y cebada forrajera cortada y traída de la comunidad de Antacocha, distrito y provincia de Huancavelica.



Apéndice 02. Preparación de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en diferentes niveles para incorporarlo en cada mini silo experimental de avena y cebada.



Apéndice 03. Incorporación de levadura *Saccharomyces Cerevisiae* en la cebada forrajera y en la avena previamente cortadas.



Apéndice 04. Llenado de mini silos según cada tratamiento para su fermentación en 21 y 42 días y almacenamiento.



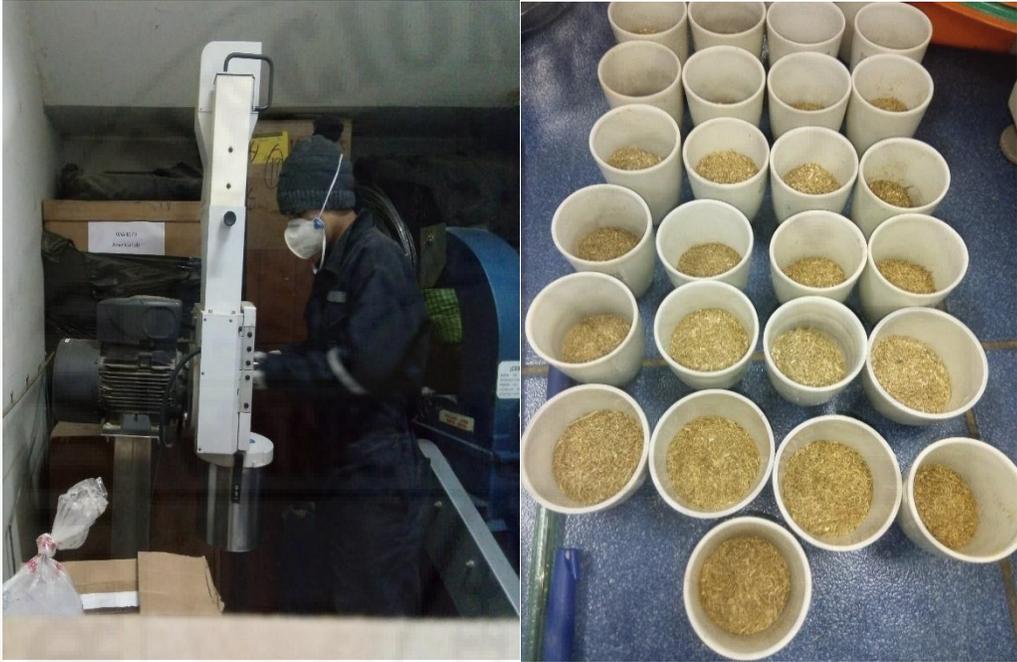
Apéndice 05. Cada muestra después de la apertura de los mini silos fue separada y muestreada aleatoriamente para su análisis posterior en el laboratorio.



Apéndice 06. Pesado del ensilado en bolsas de papel para su deshidratación y posterior determinación de materia seca.



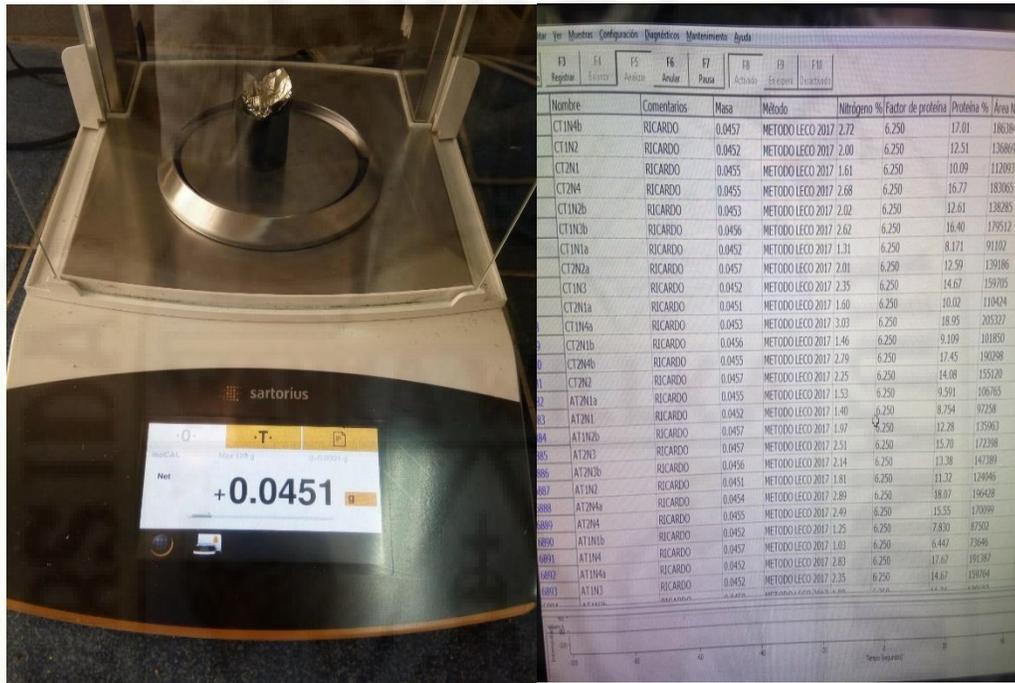
Apéndice 07. Molienda del ensilado de avena y cebada deshidratada para determinar en la mufla la materia mineral



Apéndice 08. Análisis y determinación de FDN Y FDA según protocolo en el analizador de fibra



Apéndice 09. Análisis y determinación de proteína en el analizador de proteína Leco.



Matriz De Consistencia
TÍTULO: ESTIMACION DEL VALOR ENERGETICO DEL ENSILADO DE AVENA Y CEBADA FORRAJERA CON DIFERENTES NIVELES DE SACHAROMYCES CEREVISIAE EN DOS TIEMPOS DE FERMENTACION

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE /DIMENSION	METODOLOGIA
<p>¿Cuál es el valor energético estimado del ensilado de avena y cebada forrajera con diferentes niveles de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en dos tiempos de fermentación?</p>	<p>Objetivo general.</p> <ul style="list-style-type: none"> Estimar los valores energéticos del ensilado de avena y cebada forrajera adicionando diferentes niveles de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en dos tiempos de fermentación. <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar la composición química bromatológica del ensilado de avena y cebada forrajera adicionando diferentes niveles de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en dos tiempos de fermentación. Determinar el mejor nivel de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en dos tiempos de fermentación en ensilado de avena y cebada forrajera mediante la estimación del valor energético. 	<p>Hipótesis General</p> <ul style="list-style-type: none"> Hi= El valor energético estimado del ensilado de avena y cebada forrajera varían al adicionar diferentes niveles de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en dos tiempos de fermentación Ho= El valor energético estimado del ensilado de avena y cebada no varían al adicionar diferentes proporciones de levadura de pan en dos tiempos de fermentación <p>Hipótesis Específicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> Hi=La composición química bromatológica del ensilado de avena y cebada varían al adicionar diferentes niveles de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en dos tiempos de fermentación. Ho=La composición química bromatológica del ensilado de avena y cebada no varían al adicionar diferentes niveles de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en dos tiempos de fermentación. Hi= El mejor nivel de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en dos tiempos de fermentación varia la estimación del valor energético del ensilado de avena y cebada forrajera Ho= El mejor nivel de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en dos tiempos de fermentación no varía la estimación del valor energético del ensilado de avena y cebada forrajera 	<p>Variable Independiente</p> <p>Levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>: Niveles: 0, 1.5, 3 y 4.5 %.</p> <p>Tiempos de fermentación: 21 y 42 días.</p> <p>Variable Dependiente</p> <p>Composición química MS (%), MO (%), EE (%), PC (%), FDN (%) y FDA (%)</p> <p>Concentraciones energéticas NDT (%), DMS (%), ED (Mcal/kg MS), EM (Mcal/kg MS), ENm (Mcal /kg MS), ENg (Mcal/kg MS) y ENI (Mcal/kg MS).</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de investigación: Explicativo.</p> <p>Método de investigación: Experimental.</p> <p>Diseño de investigación: Experimental.</p> <p>Muestreo: No probabilístico por conveniencia</p>

Fuente: Elaboración propia.