

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE DOS ENSILAJES DE ZANAHORIA
(*Daucus carota* L.) UTILIZANDO INÓCULOS MICROBIANOS NATIVOS.

AUTOR:

Edisson Santiago Balseca Yugcha

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Dra. Alina Ramírez Sánchez, PhD.

PASTAZA - ECUADOR.

2018

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Edison Santiago Balseca Yugcha, bajo juramento declaro que el trabajo aquí descrito es de mi total autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en el presente documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Estatal Amazónica de la provincia de Pastaza, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y normatividad Institucional vigente.

Edison Santiago Balseca Yugcha.

C.I. 180427368-6

Autor

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE
SUSTENTACIÓN**

Dra. María Isabel Viamonte PhD.

Presidenta Del Tribunal.

MSc. Sandra Soria Re.

Miembro del Tribunal.

Dr. Willian Orlando Caicedo.

Miembro del Tribunal

AGRADECIMIENTO

A Dios, por todas la bendiciones que ha puesto en mi vida y ser el principal apoyo de las metas trazadas y alcanzadas. A la Universidad Estatal Amazónica, Carrera de Ingeniería Agropecuaria por haberme abierto las puertas para poderme constituirme como un profesional; y, a cada uno de los profesores, compañeros, hermanos y familiares que colaboraron de una u otra manera en mi formación profesional y en la realización de este proyecto de investigación.

DEDICATORIA

Durante estos años de persistente lucha, de inolvidables vivencias, de momentos de éxito pero también ansiedad para poder culminar mi carrera, los deseos inagotables de superarme y lograr alcanzar la meta tan deseada eran tan grandes que logré vencer todo obstáculo; es por ello que debo dedicar este triunfo a quienes en todo momento me llenaron de apoyo y amor. A Dios, por jamás desampararme y guiarme con su luz por el camino correcto hacia este momento, además por permitirme la vida para poder disfrutar de este triunfo. A mis padres, por ser el digno ejemplo de trabajo y constancia, por estar junto mí en todo momento y fomentarme el anhelo de triunfo en la vida.

RESUMEN

En la actualidad Ecuador promueve el consumo de raíces y la utilización de sus residuos de post cosecha, por la importancia económica que representan y el beneficio a la salud humana y animal. La investigación se realizó en el CIPCA, de la Universidad Estatal Amazónica contemplando como objetivo principal evaluar el valor nutritivo de la *Daucus carota* L., en diferentes tiempos de recolección post cosecha de 0, 1, 2, 30, 60, 90 días, él estudió de la raíz; hoja + tallo; con cuatro repeticiones cada tratamiento mismos que fueron cultivados en la región andina en la provincia de Chimborazo. El tubérculo en estudio pertenecía a una misma área de siembra y día de cosecha con una edad de 5 meses, en la parroquia San Luis de la de la provincia de Chimborazo, para el análisis estadístico se aplicó una comparación de medias de Newman Keuls empleando el paquete Statistic 10 Trial para discriminar los resultados obtenidos en la evaluación del efecto del tiempo de post cosecha y en sus diferentes partes de *Daucus carota* L., demuestran resultados los siguientes resultados en el ensilaje de raíz de zanahoria, la temperatura se comporta de forma irregular en todos los tratamientos para los días 0, 1, 2, 15, siendo estable a partir del día 30 al 90 con tendencia a disminuir. pH en todos los tratamientos día 30 y a partir del día 60 este se incrementa, aunque no existe diferencia significativa en el día 90 en ninguno de los tratamientos. En el ensilaje de hoja+tallo de zanahoria, todos los tratamientos en los días 2, 15 y 30 presentaron disminución en el pH pero sin diferencias significativas entre ellos; los días 60 y 90 el pH incremento siendo superior en los tratamientos T2 y T3. La proteína bruta, grasa y fibra bruta en el silo de la raíz de zanahoria lo obtuvo el T4 (30%); aunque en todos los tratamientos estos indicadores fueron en aumento. En el ensilaje de hoja+tallo de zanahoria el T4 (30%) presentó los valores más altos de proteína y los más bajos en fibra. La ceniza fue muy variable en todo los tratamientos con respecto a los días de conservación oscilando entre 9,01 a 11,64 y 13,2 a 16,15 en el ensilaje de raíz y el de hoja+tallo de zanahoria respectivamente, lo que nos demuestra que podríamos utilizar las tres variantes de la zanahoria de acuerdo a la disponibilidad de la misma en la alimentación de los animales considerando que es un producto de post cosecha mismo que no sirve para ser comercializado por no cumplir con características básicas para esta actividad en el país.

Palabras claves: ensilaje, zanahoria, inóculo, características físico-químicas.

ABSTRACT

Currently, Ecuador promotes the consumption of roots and the use of their post-harvest waste, due to the economic importance they represent and the benefit to human and animal health. The research was carried out at the CIPCA, of the State University of Amazonia, with the main objective of evaluating the nutritional value of *Daucus carota* L., in different times of post harvest harvest of 0, 1, 2, 30, 60, 90 days. studied from the root; leaf + stem; with four repetitions each same treatment that were cultivated in the Andean region in the province of Chimborazo. The tuber under study belonged to the same planting area and harvest day with an age of 5 months, in the San Luis parish of the province of Chimborazo, for the statistical analysis a comparison of means of Newman Keuls was applied using the Statistic 10 Trial package to discriminate the results obtained in the evaluation of the effect of the time of post harvest and in its different parts of *Daucus carota* L., the following results show results in carrot root silage, the temperature behaves irregularly in all treatments for days 0, 1, 2, 15, being stable from day 30 to 90 with a tendency to decrease. pH in all treatments day 30 and from day 60 it increases, although there is no significant difference on day 90 in any of the treatments. In leaf silage + carrot stems, all treatments on days 2, 15 and 30 showed a decrease in pH but no significant differences between them; On days 60 and 90 the pH increased being higher in the treatments T2 and T3. Crude protein, fat and crude fiber in the silo of the carrot root was obtained by T4 (30%); although in all treatments these indicators were increasing. In the leaf + carrot stalk silage, T4 (30%) presented the highest values of protein and the lowest in fiber. The ash was very variable in all the treatments with respect to the days of conservation oscillating between 9,01 to 11, 64 and 13,2 to 16,15 in the ensilaje of root and the one of leaf + stem of carrot respectively, which it shows us that we could use the three variants of the carrot according to the availability of the same in the feeding of the animals considering that it is a post-harvest product that does not serve to be commercialized because it does not comply with basic characteristics for this activity in the country.

Key words: silage, Carrot, inocula, physical-chemical characteristics.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	3
DEDICATORIA.....	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
1.1. Problema de investigación.....	13
1.2. Formulación del problema.....	13
1.3. Hipótesis de la investigación.....	13
1.4. Objetivos.....	13
1.4.1. Objetivo General.....	13
1.4.2. Objetivos Específicos.....	14
CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
2.1. Zanahoria (<i>Daucus carota</i> L.).....	15
2.1.1. Descripción morfológica.....	16
2.1.2. Aporte nutricional de la zanahoria.....	16
2.1.3. Uso de la zanahoria.....	17
2.2. Probióticos.....	17
2.3. Ensilaje.....	17
2.2.1. Proceso fermentativo.....	18
2.3.2. Bacterias ácido lácticas (BAL).....	19
2.4. Fuente Proteica.....	20
2.5. Fuente de carbohidratos.....	20
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	21

3.1. Localización del Experimento	21
3.2. Tipo de Investigación.	22
3.3. Métodos de investigación.	22
3.4. Diseño de la Investigación.	22
3. 5. Diseño experimental.	23
3.6. Recursos Humanos, materiales y equipos.	24
3.6.1. Materiales.	24
3.6.2. Equipos	24
3.6.3. Instalaciones.	25
3.7. Factores de Estudio.....	25
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	27
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
5.1. Conclusiones.....	37
5.2. Recomendaciones.....	37
CAPÍTULO VI.....	38
Bibliografía.....	38
CAPÍTULO VII.....	43
7.1. ANEXOS.....	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica.....	15
Cuadro 2. Aporte por 100 g de MS para zanahoria	16
Cuadro 3. Indicadores físico-químicos que permiten valorar la intensidad y calidad del proceso fermentativo en los ensilajes.....	19
Cuadro 4. Diseño Experimental.....	23
Cuadro 5. Dosificación de ingredientes para el preparado microbiano.....	26
Cuadro 6 Comportamiento de la temperatura de ensilaje de raíz de zanahoria	27
Cuadro 7. Comportamiento del pH de ensilaje de raíz de zanahoria.	28
Cuadro 8. Comportamiento del pH en el silo de hoja+tallo de zanahoria.....	29
Cuadro 9 Comportamiento de la Proteína Bruta del silo de raíz de zanahoria.....	30
Cuadro 10.comportamiento de la Grasa del ensilaje de raíz de zanahoria.	31
Cuadro 11 Comportamiento de la Ceniza del ensilado de raíz de zanahoria.	31
Cuadro 12 Comportamiento de la Fibra Bruta de ensilado de raíz de zanahoria.	32
Cuadro 13 Comportamiento de la Proteína Bruta del silo de hoja+tallo.....	33
Tabla 14.comportamiento de la Grasa del ensilado de hoja+tallo.....	34
Cuadro 15 Comportamiento de la Ceniza del ensilado hoja+tallo.	34

INDICE DE FIGURAS

Grafico 1. Ubicación geográfica del CIPCA	21
---	----

CAPITULO I. INTRODUCCION.

La mayor parte de alimentos producidos anualmente después de ser procesados generan desperdicios en el manejo post cosecha, esto conlleva a una pérdida de 1 300 millones de toneladas aproximadamente de alimentos, de los cuales el 30% son cereales, y entre el 40% y 50% corresponde a raíces, frutas, hortalizas y semillas de oleaginosas, el 20% corresponde a la carne y productos lácteos, y el 35% al pescado. Ese alimento sería más que suficiente para la alimentación de 2 000 millones de personas aproximadamente (FAO, 2017).

A nivel mundial los principales productores de zanahoria (*Daucus carota* L.) son China, Estados Unidos, Reino Unido, Polonia, y Japón todos estos con una proporción de 52% del total de 14 millones de toneladas producidas. Al compararla con otras hortalizas, es considerada como un cultivo insignificante, lo cual hace que no existan registros de producción, consumo, y exportación, esto es debido, a su escasa producción y consumo (Richmond, 2010).

El área de cultivo de zanahoria en el Ecuador oscila alrededor de 2 932 ha/año, con producciones de 38 193 toneladas métricas y con rendimientos de 8 470,30 kg/ha/año. La mayor producción proviene de los valles interandinos en las provincias de: Chimborazo, Pichincha, Bolívar, Cotopaxi y Tungurahua, además es cultivada a menos escala en toda la Sierra ecuatoriana (INEC, 2011). Esta producción también genera desechos que no son utilizados como alimentos alternativos para uso animal, la cantidad total estimada de residuos agrícolas a nivel nacional es de 6 904,54 tm/año (ENYA, 2013).

En este entorno, una alternativa de conservación para esta raíz, puede constituir el ensilaje, para dar un buen manejo a los residuos de post cosecha; los mismos que al ser procesados mediante técnicas de biotecnología con el uso de microorganismos nativos aumentan la cantidad de los nutrientes, la digestibilidad y constituyen así una opción para la alimentación animal en tiempos de escasez; al tener la posibilidad de conservar dichos alimentos por meses y hasta años según las condiciones de almacenamiento (Corral., 2014).

González., (2012) Manifiesta que los ensilajes son técnicas que se utilizan para conservar y almacenar forraje fresco, raíces y tubérculos bajo condiciones anaerobias, las cuales producen fermentación debido a la acción de las bacterias sobre la celulosa, azúcares, almidones presentes

en la materia prima, existe la producción de ácido láctico y acético estos ayudan a obtener las condiciones deseadas para que el alimento pueda conservarse.

Para que un ensilaje sea eficiente debe contener la planta completa esto se refiere a tallos, pecíolos, hojas, raíces y ocasionalmente flores, material que interviene en el proceso fermentativo el cual desarrolla más energía, y a su vez tendrá un mayor porcentaje de nutrientes que serán aprovechados de mejor manera por el animal (Ortiz, 2004).

1.1. Problema de investigación.

Ecuador es un país donde la mayor parte de la población se dedica a la práctica agrícola, privilegiada por la diversidad climática que favorece el desarrollo de cultivos de ciclo corto, que a su vez, generan gran cantidad de residuos que no son adecuadamente aprovechados para la alimentación animal, en este caso tenemos a la zanahoria (*Daucus carota L.*), cuyas raíces tienen un rico perfil nutricional que podría aprovecharse como alimento alternativo, si se conserva en forma de ensilaje, pero se desconocen las características físico-químicas del producto ensilado, aspecto que constituye un problema a ser investigado.

1.2. Formulación del problema.

La utilización de silos con zanahoria (*Daucus carota L.*) y la inclusión de un inóculo microbiano nativo podría ser una alternativa para la alimentación animal.

1.3. Hipótesis de la investigación.

Si se determinan las características físicas y químicas del ensilaje de zanahoria (*Daucus carota L.*) que demuestren ser adecuadas, el ensilado pudiera ser utilizado como una alternativa para la alimentación animal.

1.4. Objetivos.

1.4.1. Objetivo General.

Determinar las características físico-químicas de ensilajes de zanahoria (*Daucus carota L.*), con la inclusión de varios inóculos nativos en diferentes tiempos de conservación.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- Determinar las características físicas (temperatura, pH) de los ensilajes de zanahoria después de 0, 1, 2, 15, 30, 60 y 90 días.
- Determinar las características químicas (fibra cruda (FC), grasa (G), ceniza (C), proteína (PB) de los ensilajes de zanahoria transcurridos 0, 1, 2, 15, 30, 60 y 90 días.

CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1. Zanahoria (*Daucus carota* L.)

De acuerdo con Chiluiza, (2016), la zanahoria (*Daucus carota* L.) es una planta herbácea bienal, aproximadamente de un metro de altura perteneciente a la familia de las umbelíferas.

Según Garcia, (2012) la zanahoria es una especie que se originó en el Mediterráneo y en el Centro Asiático. Los griegos y romanos lo cultivaban y se alimentaban de sus raíces, los primeros genotipos cultivados en la antigüedad poseían raíces violáceas, siendo hoy en día de color naranja debido al mejoramiento genético ocurrido en el siglo XVIII en Holanda, destacando la coloración del caroteno; sin embargo, hoy se retoman líneas con todas las coloraciones: violeta, naranja, amarilla y blanca para la alimentación humana y exportación, en el cuadro 1 se muestra la clasificación taxonómica de la zanahoria.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Apiales
Familia	Apiaceae
Género	<i>Daucus</i>
Especie	<i>carota</i>
Nombre binomial	<i>Daucus carota</i>

FUENTE: (PINTO, 2011)

2.1.1. Descripción morfológica.

Aguilar, (2016) reporta las características botánicas de la zanahoria: la raíz posee colores y formas diversas, además tienen gran capacidad de almacenamiento de carbohidratos, los órganos de absorción son las múltiples raíces secundarias que conforman el sistema radicular; presentan flores blancas, con largas brácteas en su base, agrupadas en inflorescencias tipo umbrela compuesta. Su fruto es diaquenio soldado por su cara plana.

2.1.2. Aporte nutricional de la zanahoria.

La composición nutricional de la zanahoria propuesta por Huebla, (2013), destaca el contenido de azúcares presentes en su raíz engrosada, que se consume como hortaliza fresca o cocida. Es baja en grasa y contenido proteico; sin embargo, el perfil mineral satisface las necesidades principalmente de potasio en la ingesta alimenticia, de igual manera es rica en vitaminas A y las del complejo B, como se aprecia en el cuadro 2 que presenta la composición nutricional de la zanahoria, en base al aporte de 100 g de materia seca (MS).

Cuadro 2. Aporte por 100 g de MS para zanahoria

Indicadores	Unidades de medida
Agua	93,9 %
Hidratos de Carbono	3,5 %
Proteínas	1,0 %
Lípidos	0,11 %
Elementos minerales	
K	290 mg
Na	3 mg
P	27 mg
Ca	11 mg
Fe	0,6 mg
Vitaminas	
Retinol (Vit. A)	3, 60 mg
Tiamina (Vit. B1)	0,06 mg
Riboflavina (Vit. B2)	0,06 mg
Niacina (Vit. B3)	0,50 mg
Piridoxina (Vit. B6)	0,20 mg

FUENTE: (HUEBLE Y ELIZABETH, 2013).

2.1.3. Uso de la zanahoria.

Según InfoAgro, (2017) la zanahoria es utilizada en la alimentación de animales domésticos en distintas formas tales como: Piensos, snacks que son aprovechables por perros, cobayos y pájaros tropicales, es un alimento valioso consumido por caballos y vacas lecheras se las puede suministrar de diferentes maneras como: troceadas, crudas o cocidas, y en preparados. En tanto que para consumo humano pueden ser fritas, al vapor, crudas, trozadas, en compotas para bebés e incluso mermeladas.

2.2. Probióticos.

Son sustancias producidas por microorganismos que favorecen el crecimiento y desarrollo de otros Milián, (2008) argumenta que los probióticos se utilizan como agregados alimenticios para animales, entre los principales se encuentran los cultivos de bacterias ácido lácticas, bacillus y levaduras estos a su vez actúan como defensa de la microbiota intestinal, y se asume que son capaces de eliminar microorganismos patógenos.

2.3. Ensilaje.

Es un proceso de conservación que se realiza en ausencia del aire y por acidificación de los los elementos vegetales, con la cual se logra una conservación de los alimentos y a su vez una mínima pérdida de nutrientes Díaz *et al.*, (2013).

Las bacterias ácido lácticas (BAL) son de suma importancia en este proceso de ensilaje ya que ayudan a la bioconservación de los alimentos, además mejoran la asimilación con características de sabor, olor, textura, cualidades nutritivas, para que el animal mejore la producción (Caicedo, 2015).

Según estudios realizados por Toan, (2010) en la evaluación de consumo de alimentos, ganancia de peso, y conversión alimenticia en cerdos, cuando se dio una dieta con ensilados de forraje fresco de hojas de maíz aumenta la ganancia de peso, tanto que con una dieta solo de forraje fresco, los resultados de ganancia de peso fueron bajos.

Muck, (2010) argumenta que el ensilaje generalmente controla la actividad microbiana por una combinación de un ambiente anaeróbico y una fermentación natural de los azúcares por medio

de las bacterias ácido lácticas, esta fermentación y el pH ácido suprimen el crecimiento de microorganismos anaerobios, además impide el crecimiento de algunos mohos, levaduras y bacteria aerobias, además el ensilaje estimula el crecimiento de una diversa gama de microorganismos que ayudan a los procesos fermentativos de la biomasa y follaje los cuales se degradan en nutrientes para el ganado.

2.2.1. Proceso fermentativo.

Según Weinberg, (1996) el proceso de ensilaje se resume en cuatro fases. La primera fase es aeróbica, se desarrolla en presencia de oxígeno presente entre las partículas del forraje cortado, esto se debe a que existe aún respiración de material procesado, el pH fluctúa entre (6,0 - 6,5). Con forrajes frescos se deben realizar rápidamente los procesos que necesiten oxígeno.

La segunda fase que es la fermentativa comienza cuando ya no existe oxígeno y seguirá por algunos días y hasta semanas, en esta etapa se logra el desarrollo de las bacterias ácido lácticas, cuya presencia es indicativo de que el proceso ha sido exitoso. El pH fluctúa entre 3,8 y 5,0 esto por las bacterias ácido lácticas y otros ácidos presentes.

La tercera fase de estabilización favorece que algunos organismos como *Bacillus* y *Clostridium* sobreviven; pero además si se evita la entrada de aire no existen cambios y decrecen los microorganismos que aparecieron en la fase dos.

La cuarta fase deterioro aeróbico se da cuando el ensilaje se expone al aire, lo cual provoca un aumento del pH y eleva la temperatura del silo, además existe un detrimento de las levaduras por las bacterias ácido acéticas, en el cuadro 3 se muestran los indicadores físico químicos del ensilaje.

Cuadro 3. Indicadores físico-químicos que permiten valorar la intensidad y calidad del proceso fermentativo en los ensilajes.

Indicador	Niveles
Perdida de MS (%)	6-8 %
Ph	3,9-4,2
Ácido acético(%MS)	<1,8 óptimo- >6,0 pésimo
Ácido butírico (%MS)	<0,1 óptimo- >2,0 pésimo
Ácido láctico (%MS)	5-10%
NH ₃ /NT (%)	<7,0 óptimo- >20,0 pésimo

MS= materia seca, NH/NT= Nitrógeno amoniacal como % del nitrógeno total.

FUENTE: TOBIA Y VARGAS, (2013).

2.3.2. Bacterias ácido lácticas (BAL)

Según D'Mello, (2002) las BAL pertenecen a la microflora epífita de los vegetales. Su población crece significativamente entre la cosecha y el ensilaje. La mayoría de ellos son mesófilos, pueden crecer en un rango de temperaturas entre 5° y 50 °C, con un óptimo entre 25° y 40 °C. Son capaces de bajar el pH del ensilaje a valores de 4 o inferiores, dependiendo de las especies y del tipo de forraje. Todos los miembros de este grupo son aerobios facultativos, pero muestran preferencia por condiciones anaeróbicas, las BAL son de dos tipos, las especies homofermentativas que incluyen *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus* y *Enterococcus faecalis*; éstas son más eficiente en la conversión de azúcares forrajeros en ácido láctico siendo la especie *L. plantarum* la más competitiva al producir rápidamente grandes cantidades de ácido láctico en el forraje recién ensilado. Las heterofermentativas comprenden *Lactobacillus brevis* y *Leuconostoc mesenteroides*. Las BAL son esencialmente organismos no proteolíticos y, por lo tanto, se consideran beneficiosos porque ayudan a conservar proteínas lábiles y aminoácidos libres en el forraje.

Según Gonzáles, (2012) las bacterias ácido lácticas, son bacterias de varios géneros (*Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus* y *Leuconostoc*) que se encuentran en el ensilaje, producen ácido láctico por la fermentación de azúcares además otros productos como ácido acético, etanol y dióxido de carbono. Se agrupan en

homofermentadores producen dos moles de ácido láctico a partir de una mol de glucosa y los heterofermentadores, producen una mol de ácido láctico, una mol de dióxido de carbono y una mol de etanol o una mol de ácido acético a partir de glucosa.

2.4. Fuente Proteica.

Una de las fuentes proteicas que se utilizan para la elaboración de los ensilados son los residuos orgánicos con elevado contenido de proteína ya sea animal o vegetal, desechos de mataderos, desechos de la pesca, sub productos lácteos, leche en polvo, etc. (Marín, 2005).

2.5. Fuente de carbohidratos.

Los productos que se emplean como fuentes de carbono de acuerdo con lo expresado por Díaz, (2014) son la melaza de caña, debido a su alto contenido de carbohidratos solubles, por su capacidad ligante, mejora la estabilidad, las características de los ensilados y de los alimentos, además tenemos como otras fuentes de carbono: harina de maíz, lactosa y sacarosa.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización del Experimento

El presente trabajo experimental se realizó en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA) en los Laboratorios de Investigación del CIPCA de la Universidad Estatal Amazónica que se encuentra ubicado en la vía Puyo - Tena km 44 entre los cantones Santa Clara y Arosemena Tola de las provincias de Pastaza y Napo.

Ubicado geográficamente a 700 msnm, 1° 13' 33,267" latitud Sur y a 78° 01' 0" longitud Oeste, se encuentra en un ambiente tropical, con clima cálido – húmedo donde la precipitación anual alcanza los 4000 mm, una humedad relativa de 80 % y temperatura promedio de 25 °C (Andrade, 2017).

Grafico 1. Ubicación geográfica del CIPCA



FUENTE: SIG.UEA 2017

Una vez concluida la fase experimental, se trasladaron los productos del ensilaje al laboratorio de bromatología de la Universidad Estatal Amazónica (UEA) en su campus principal de la ciudad de Puyo, Km 2,5 paso lateral vía Puyo - Tena.

3.2. Tipo de Investigación.

La investigación fue aplicada con la modalidad experimental, descriptiva y documental, porque en ella se evaluó los efectos y causas de inclusiones de inóculos de 0%, 10%, 20%, 30% en ensilajes de zanahoria (*Daucus carota* L.), se apoyó también en la revisión documental, y en la descripción de las características físicas y químicas del ensilaje.

3.3. Métodos de investigación.

Las muestras se analizaron en el laboratorio de bromatología de la UEA, para ello se tomaron 32 muestras del silo con un peso de 1 kg para el análisis de la composición química: proteína bruta (PB), ceniza (C), fibra cruda (FC), y grasa (G) según los procedimientos de la AOAC, (2005).

3.4. Diseño de la Investigación.

El método de investigación estuvo relacionado al tipo de investigación, por lo que se empleó el método investigativo y descriptivo, pues se tuvo en cuenta la relación causa y efecto del inóculo en diferentes etapas del proceso del ensilaje, comparándolo con un grupo control. Los cambios de las características físicas y químicas del ensilaje fueron descritos.

El residuo de la zanahoria (de 5 meses de edad) se recolectó en la parroquia San Luis Provincia de Chimborazo en 5 lugares diferentes del mismo terreno posteriores a la cosecha, recolectando suficiente material para llenar los silos. Una vez obtenida la materia prima para la elaboración del ensilaje se procedió a lavar el material y se separó la planta (hojas y tallo); y solo la raíz que corresponden al material vegetal de rechazo, este se recolectó en cubetas plásticas (50 kg), y posteriormente en fundas plásticas codificadas. En lo posterior los residuos de zanahoria se expusieron a un secado bajo sombra (16 °C aproximadamente) durante 24 horas.

Con el material limpio se prepararon los silos con diferentes niveles de inclusión de inóculos (0, 10, 20, 30%) en fundas ziplock de 1 kg y comenzó el proceso de muestreo que fue en distintos tiempos de conservación (0, 1, 2, 15, 30, 60 y 90 respectivamente). Las muestras se llevaron al laboratorio de bromatología UEA, se colectaron muestras de 250 g, en fundas codificadas para las cuatro repeticiones y se determinaron las características físicas y químicas: pH, temperatura y proteína bruta (PB), grasa total (G), fibra Cruda (FC), ceniza respectivamente.

3. 5. Diseño experimental.

El diseño experimental empleado para el montaje del experimento fue un diseño completamente aleatorizado simple (DCAS). Para la sistematización de la base de datos se utilizó Microsoft Excel y el programa Statistic 10 Trial para procesar la información y representar los resultados si existieran diferencias significativas en el análisis de varianza (ANOVA); además, se procedió aplicar una prueba de Newman y Keuls al 5% para la separación de medias entre los tratamientos, en el cuadro 4, se presenta el modelo matemático para el diseño experimental manejado en la investigación.

Modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : es la respuesta (variables de interés o variable medida).

μ : es la media general del experimento.

T_i : es el efecto del tratamiento.

E_{ij} : es el error aleatorio asociado a la respuesta Y_{ij} .

Cuadro 4. Diseño Experimental.

Ensilaje	Tratamiento	Replica
Raíz	Testigo	4 replicas
	10 % inocular	
	20 % inocular	
	30 % inocular	
Hoja + Tallo (H+t)	Testigo	4 replicas
	10% inocular	
	20% inocular	
	30% inocular	

3.6. Recursos Humanos, materiales y equipos.

Recursos Humanos

Talento humano que contribuyo en la realización del presente proyecto de investigación.

- Tutora del proyecto de investigación Dra. C. Alina Ramírez Sánchez, PhD.
- Encargada del Programa Ing. Cristina Andrade, PhD.
- Colaboradora del Proyecto de Investigación Dra.C. María Isabel Viamonte Garcés, PhD.
- Autor (a) del Proyecto de Investigación Edison Santiago Balseca Yugcha.

3.6.1. Materiales.

- Gavetas plásticas 50 kg
- Lonas 45 kg
- Fundas ziplock 1 kg
- Machetes.
- Bandejas de aluminio
- Colador
- Tarrinas para 700 g
- Juego de pipetas aforadas de 0,1 ml y 25 ml
- Probetas de 25 ml, 100 ml y de 1000 ml
- Vasos de precipitación 600 ml
- Mortero con pistilo de porcelana
- Matraz Erlenmeyer 1000 ml

3.6.2. Equipos

- Desintegrador triturador modelo JF 2D N° BA BC 2534
- Digestor de proteína marca SELECTA, modelo BLOC-DIGEST 6
- Mufla marca THOMAS, modelo FD 1535M-TS
- Balanza electrónica marca OHAUS, modelo PIONER PA-3102
- Computadora
- Destilador de agua marca BOECO, modelo WS 7500

- Sistema de digestión por microondas marca Milestone, modelo ETHOS One
- Analizador de fibra marca LABCONCO, modelo 3000100
- Incubadora marca MEMMERT, modelo INB500
- Extractor de grasa goldfish marca LABCONCO, modelo 3500100
- Molino marca THOMAS, modelo 4 Wiley Mill
- Pulverizador marca FRITSCH, modelo Pulverisette 15154010/02387
- Destilador de proteína marca SELECTA, modelo Pro-Nitro S
- Balanza analítica marca OHAUS, modelo PIONER PA-214
- Termobalanza marca OHAUS, modelo MB35

3.6.3. Instalaciones.

Laboratorio de Bromatología, con el equipamiento necesario, para realizar los análisis físico – químicos de los ensilados de zanahoria.

3.7. Factores de Estudio.

Variables dependientes físicas.

- pH
- Temperatura

Variables dependientes químicas.

- Fibra bruta
- Grasa
- Ceniza
- Proteína

Variable independiente

Nivel de inclusión del inoculado con un preparado microbiano nativo en ensilaje.

Preparación del preparado microbiano.

En el caso del preparado microbiano, se adicionó un 33% de suero lácteo, estiércol bovino, y contenido ruminal del bovino, es decir contuvo en total: 45% de agua, 20% de melaza, 1% de urea y 1% de sal mineral.

La mezcla de los ingredientes se homogenizó y mantuvo tapado en recipientes plásticos, durante 96 horas, a temperatura ambiente.

Cuadro 5. Dosificación de ingredientes para el preparado microbiano

Materia prima	%	Función en el proceso
SL, EB, CR.	33	Fuentes de BAL., inoculantes microbianos.
Melaza de caña	20	Azúcares fermentales, fuentes de energía.
Urea	1	Fuente de nitrógeno no proteico.
Sal mineral bovina	1	Fuente de elementos inorgánicos o minerales.
Agua	45	Solvente del sistema y elemento biológico básico.
Total	100	

SL: Suero fresco de leche de vaca residuos de la industria quesera.

CR: Contenido ruminal de bovino adulto, residuo de matadero.

EB: Estiércol bovino fresco, residuo del establo.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En el cuadro 6 se observa el comportamiento de la temperatura, hay diferencias significativas para $p < 0,0001$. Los días 0, 30, 60, 90 presentan temperaturas similares de 25,73; 24,8; 24,9; 24,47 °C respectivamente, lo que manifiesta que no hay diferencias entre ellos; sin embargo los días 2 y 15 aunque la temperatura es superior a todos los días de conservación del ensilaje, entre ellos no hay diferencias significativas y las medias de las temperaturas son superiores en más de 1 °C; en el caso del día 1 este es de más de 2 °C. En el tratamiento 2 la temperatura más alta se obtuvo en el día 1, 15 con 27,7 °C; los días 30, 60 y 90 siguen siendo similares no así el día 0 y 48 que se comporta similar con temperaturas 26,7 y 26,5 °C. En el T3 y T4 entre los días 60 y 90 no presentan diferencias entre ellos y no difieren con el resto de los tratamientos. Los días 0, 15 y 48 días no presentaron diferencias entre ellos. El día 1 tuvo la temperatura más alta 28 °C difiriendo de todos los días. La temperatura más alta se observó en el día 2 (28 °C). En el tratamiento el día 1 difiere del resto de los días con una temperatura de 27,7 °C superior al resto de los días. De forma general en todos los tratamientos la temperatura se comporta de forma irregular en todos los días.

Cuadro 6. Comportamiento de la temperatura de ensilaje de raíz de zanahoria.

TRATAMIENTOS						
DÍAS	T1 (Testigo)	T2 (10%)	T3 (20%)	T4 (30%)	E.E.	Valor de p
0	25,73 ^a	26,7 ^b	26,83 ^c	26,27 ^c	0,06	0,0001
1	28,53 ^c	27,27 ^a	28 ^{bc}	27,47 ^{ab}	0,2	0,0093
2	26,97 ^b	26,5 ^a	26,73 ^{ab}	26,93 ^b	0,12	0,009
15	27,27 ^b	27,73 ^c	26,73 ^a	26,9 ^a	0,08	0,0001
30	24,8 ^a	25,3 ^b	25,2 ^b	24,6 ^a	0,06	0,0002
60	24,9	25,23	24,77	25,17	0,17	0,2605
90	24,47 ^a	24,63 ^b	24,5 ^b	24,8 ^a	0,05	0,004

Letras distintas entre filas difieren estadísticamente ($P < 0,05$) según Newman Keuls, T1: Testigo, T2: Inóculo 10%, T3: Inóculo al 20%, T4: Inóculo al 30%.

Villalba, (2011) registra una tendencia a disminuir la temperatura con relación al primer día de fermentación, la temperatura máxima fue de 26 °C y tuvo una estabilidad a los 23,3 °C.

Según Jaimes, (2008) en estudios realizados en efecto de tres niveles de carbohidratos sobre la calidad del ensilado argumenta que al inicio del proceso la mezcla de alimento con 41,3% de carbohidratos aumenta la temperatura hasta alcanzar un máximo en el día 3 de iniciado el

ensilaje, posteriormente disminuye hasta el día 9 a una temperatura de 21,4 °C, en contraste las mezclas que contienen 34,6 y 28 % de carbohidratos, los incrementos de temperatura son menos pronunciados y alcanzan un máximo hasta el día 6 del ensilaje, esta diferencia está marcada por la cantidad de carbohidratos en las mezclas.

Cuadro 7. Comportamiento del pH de ensilaje de raíz de zanahoria.

DÍAS	TRATAMIENTOS				E.E.	Valor de p
	T1 (Testigo)	T2 (10%)	T3 (20%)	T4 (30%)		
0	5,25 ^a	4,94 ^b	4,74 ^c	4,65 ^d	0,02	0,0001
1	4,19 ^b	4,06 ^a	4,05 ^a	4,32 ^c	0,02	0,0001
2	4,09 ^b	3,93 ^a	3,96 ^a	4,19 ^c	0,01	0,0001
15	3,71 ^a	3,66 ^a	3,72 ^a	3,65 ^a	0,02	0,182
30	3,82 ^b	3,64 ^a	3,91 ^c	3,9b ^c	0,03	0,0003
60	3,93 ^a	4,17 ^b	3,93 ^a	3,92 ^a	0,07	0,0725
90	3,93 ^a	4,0 ^a	4,04 ^a	4,02 ^a	0,09	0,6933

Letras distintas entre filas difieren estadísticamente ($P < 0,05$) según Newman Keuls, T1: Testigo, T2: Inóculo 10%, T3: Inóculo al 20%, T4: Inóculo al 30%.

En el cuadro 7 se muestra el comportamiento del pH del silo de raíz de zanahoria, en el T1 a los 0 días fue 5,25 siendo este el valor más alto de los ensilados, tanto que en el T4 a los 15 días el pH más bajo es de 3,65, además tenemos que hasta el día 2 los valores del pH están en valores altos similares, al seguir el tiempo tenemos que desde el día 1 en adelante los valores del pH fueron bajando, además no existe diferencia significativa en el día 90 en ninguno de los tratamientos, Viglezzi., (2012) en sus estudios realizados manifiesta que inicialmente la materia prima presenta un pH de 6,1 y con adición de dos punto cinco por ciento de ácido fórmico se logró disminuir el mismo hasta un valor de 3,30, además concuerda con otros estudios realizados por Anrique, (2012), el bajo pH 3,4, en general, se atribuye a un contenido normal de ácidos orgánicos del producto, influido por el tipo de manzana, y además a la formación de ácido láctico, que si bien no es constituyente de la manzana, se produce por fermentación durante el período entre la producción y el ensilado del puré de manzana. Esta condición química protege de la proliferación de bacterias indeseables, principalmente del género *Clostridium*, e inhibe la respiración. Si se suma a la situación descrita, la riqueza de sustrato fermentable y la consistencia pastosa del puré de manzana que limita el ingreso de aire, aunque el producto esté expuesto, se dan óptimas condiciones para una fermentación anaeróbica.

En estudios realizados por Caicedo *et al.*, (2017), el comportamiento del pH en ensilados de tubérculos de papa china (*Colocasia esculenta* L.) Schott) con caña panelera (*Sacharum officinarum* L.). El pH presentó los mayores valores al inicio de la fermentación (día uno) en todos los tratamientos. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre tratamientos ($P>0,05$) Ensilado de tubérculos de taro y caña con yogurt natural (YNTC), (4,4); Ensilado de tubérculos de taro y caña con suero de leche (SLTC), (4,4) y Ensilado de tubérculos de taro y caña con suero de leche y 5% de miel B 83°Brix (SLTCMB5), (4,39). Entre el día uno y cuatro, el pH disminuyó proporcionalmente en todos los ensilados: YNTC (0,34 unidades); SLTC (0,29 unidades) y SLTCMB5 (0,22 unidades). Desde el día ocho hasta el 60 de investigación, el pH se mostró estable con valores que oscilaron entre 4,06- 4,01 (YNTC); 4,11-4,02 (SLTC) y 4,17-4,03 (SLTCMB5), La pronta estabilización del pH se debe a la presencia de bacterias ácido lácticas con la consiguiente producción de ácido láctico (Lopes, 2013)

Cuadro 8. Comportamiento del pH en el silo de hoja+tallo de zanahoria.

DÍAS	TRATAMIENTOS				E.E.	Valor de p
	T1 (Testigo)	T2 (10%)	T3 (20%)	T4 (30%)		
0	5,63 ^d	5,37 ^c	5,19 ^b	4,99 ^a	0,03	0,0001
1	4,89 ^d	4,78 ^c	4,61 ^b	4,51 ^a	0,02	0,0001
2	4,58 ^b	4,67 ^c	4,52 ^b	4,42 ^a	0,02	0,0005
15	4,69 ^c	4,18 ^b	4,18 ^b	3,88 ^a	0,03	0,0001
30	5,3 ^c	4,38 ^b	4,69 ^b	4,02 ^a	0,1	0,0001
60	6,05 ^d	4,7 ^b	5,25 ^c	4,1 ^a	0,07	0,0001
90	5,19 ^a	5,99 ^a	6 ^a	4,12 ^a	0,73	0,2955

Letras distintas entre filas difieren estadísticamente ($P<0,05$) según Newman Keuls, T1: Testigo, T2: Inóculo 10%, T3: Inóculo al 20%, T4: Inóculo al 30%.

En el cuadro 8 se observa el comportamiento del pH para el silo de hoja+tallo. Los valores más relevantes están entre 6,05 en el T1 a los 60 días el mayor y de 3,88 en el T4 a los 1 días el mínimo siendo estos valores similares a los obtenidos por Lessi, (2012) en ensilajes de Pescado en Brasil para la alimentación animal, en el cual argumenta que el residuo triturado con pH 6,4 le fue adicionado ácido fórmico (al 85%), en la proporción de 3,5%. El pH del ensilado después de la preparación fue de 3,1 y la temperatura ambiente de 30 °C, después de las 72 horas de hidrólisis el ensilado fue considerado completo, de acuerdo con las determinaciones de pH y acidez.

En todos los tratamientos en los días 2, 15 y 30 se observó un similar comportamiento, al no presentar diferencias entre ellos. De forma general el día 60 y 90 ocurre un incremento del pH. En trabajos realizados por Borrás., (2016) en preparado microbiano con actividad ácido láctica como acelerante biológico en los procesos de fermentación para alimento animal el pH en las primeras horas se incrementó hasta valores de pH= 6,11; después de las 24 h se inicia un rápido descenso hasta valores de 4,56, a las 48 h, debido a la actividad microbiana con el predominio de las BAL.

Cuadro 9. Comportamiento de la Proteína Bruta (%) del silo de raíz de zanahoria.

DÍAS	TRATAMIENTOS				E.E.	Valor de p
	T1 (Testigo)	T2 (10%)	T3 (20%)	T4 (30%)		
0	9,78 ^a	10,17 ^b	9,96 ^a ^b	11,6 ^c	0,07	0,0001
1	8,89 ^a	10,57 ^b	10,85 ^b	12,05 ^c	0,11	0,0002
2	7,99 ^a	10,67 ^b	11,85 ^c	12,65 ^d	0,14	0,0001
15	8,62 ^a	11,17 ^b	11,04 ^b	12,2 ^c	0,11	0,0001
30	8,25 ^a	11,47 ^b	11,47 ^b	12,2 ^c	0,09	0,0001
60	5,92 ^a	11,71 ^b	13,73 ^c	12,2 ^b	0,15	0,0001
90	8,26 ^a	12,41 ^b	12,39 ^b	12,55 ^b	0,27	0,0008

Letras distintas entre filas difieren estadísticamente ($P < 0,05$) según Newman Keuls, T1: Testigo, T2: Inóculo 10%, T3: Inóculo al 20%, T4: Inóculo al 30%.

En el cuadro 9 se observa que el valor más bajo de proteína está en el T1 a los 60 días con 5,92% tanto que el valor más alto alcanzado esta en el T2 a los 90 días con 12,42% y estos resultados difieren a los análisis realizados por Caicedo, (2015) en composición química y digestibilidad in vitro de ensilados de tubérculos de papa china (*Colocasia esculenta* L.) Schott) destinados a la alimentación de cerdos las cuales tienen unas concentración de 8,13 a 8,83 %.

Caicedo., (2015) También realiza estudios en valoración nutritiva del ensilaje de tubérculos de papa china y su uso en la alimentación de cerdos en crecimiento ceba en los cuales obtiene valores similares de 14% en los análisis en base seca.

Las proteínas son reducidas a aminoácidos y posteriormente a amoniaco y aminas. Más del 50% de la proteína total de las plantas puede ser desdoblada durante este proceso. El grado de proteína desdoblada (proteolisis) depende de la tasa de reducción de pH en el ensilaje. El ambiente ácido del ensilaje reduce la actividad de enzimas que desdoblan las proteínas, esto concuerda con lo mencionado por (McDonald., 1991).

Cuadro 10. Comportamiento de la Grasa del ensilaje de raíz de zanahoria.

DÍAS	TRATAMIENTOS				E.E.	Valor de p
	T1 (Testigo)	T2 (10%)	T3 (20%)	T4 (30%)		
0	0,51 ^a	1,01 ^b	1,11 ^b	1,69 ^c	89,63	0,0004
1	0,8 ^a	1,29 ^b	1,15 ^b	1,29 ^b	0,04	0,0034
2	0,85 ^a	1,43 ^b	1,3 ^b	1,69 ^c	0,06	0,0021
15	0,71 ^a	1,85 ^b	1,68 ^b	1,89 ^b	0,12	0,0063
30	1,22 ^a	2,05 ^b	1,34 ^b	2,02 ^b	0,12	0,0137
60	1,33 ^a	2,05 ^b	2,48 ^c	2,17 ^{bc}	0,1	0,0059
90	2,09 ^a	2,2 ^a	2,83 ^b	2,25 ^a	0,09	0,0136

Letras distintas entre filas difieren estadísticamente ($P < 0,05$) según Newman Keuls, T1: Testigo, T2: Inóculo 10%, T3: Inóculo al 20%, T4: Inóculo al 30%.

En el cuadro 10 se puede observar que existe valores del contenido de grasa de 0,51% siendo este el más bajo y con 2,83% el valor más alto estos análisis difieren con los realizados por Yungán, (2016) quien usó harina de *Colocasia esculenta* L. Schott, en la alimentación de cerdos y su efecto sobre parámetros productivos en os cuales obtuvo valores de 0,8%.

Según Luna, (2016) en estudios de valorización biotecnológica de descartes blandos del procesamiento de concha de abanico mediante el uso de *Lactobacillus* nativos caracterizados molecularmente obtuvo datos distintos 0,84; 1,01; 1,41; 0,79% respectivamente.

Cuadro 11. Comportamiento de la Ceniza del ensilado de raíz de zanahoria.

DÍAS	TRATAMIENTOS				E.E.	Valor de p
	T1 (Testigo)	T2 (10%)	T3 (20%)	T4 (30%)		
0	8,08 ^a	9,01 ^b	9,56 ^c	10,3 ^d	0,08	0,0001
1	8,87 ^a	9,68 ^b	10,1 ^b	11,1 ^c	0,15	0,0021
2	10,32 ^b	9,38 ^a	10,58 ^{bc}	11,3 ^c	0,18	0,0082
15	10,72 ^b	10,23 ^{ab}	10,06 ^a	10,1 ^a	0,15	0,1076
30	8,9 ^a	10,13 ^b	10,77 ^c	9,5 ^a	0,16	0,0042
60	9,3 ^a	10,13 ^b	11,64 ^c	9,59 ^{ab}	0,21	0,0046
90	9,76 ^a	10,13 ^a	10,73 ^b	10,12 ^a	0,13	0,024

Letras distintas entre filas difieren estadísticamente ($P < 0,05$) según Newman Keuls, T1: Testigo, T2: Inóculo 10%, T3: Inóculo al 20%, T4: Inóculo al 30%.

En el cuadro 11 se observa el comportamiento de la ceniza en el ensilaje de la raíz de Zanahoria. Como se puede apreciar el valor más bajo fue en el T1 a los 0 días con 8,08% mientras que el valor más alto está en el T3 a los 60 días con 11,64%; estos valores difieren a los verificados

por Vignuzzi, (2012) en la elaboración del ensilado químico a partir de desechos de carpa común (*Cyprinus carpio*), utilizando ácido fórmico y sulfúrico, con su posterior evaluación físico-química, microbiológica sensoria los cuales fueron 7, 63; 7,38 y 5,30%.

Según Berenz, (1994) en la utilización del ensilado de residuos de pescado en pollos el cual obtiene resultados diferentes a los obtenidos tales como 5,31% a los 180 días.

Cuadro 12. Comportamiento de la Fibra Cruda de ensilado de raíz de zanahoria.

DÍAS	TRATAMIENTOS				E.E.	Valor de p
	T1 (Testigo)	T2 (10%)	T3 (20%)	T4 (30%)		
0	8,58 ^a	13,2 ^c	10,7 ^b	8,8 ^a	0,15	0,0001
1	8,89 ^a	13,85 ^c	11,96 ^b	9,09 ^a	0,09	0,0001
2	10,74 ^b	13,84 ^d	12,06 ^c	9,49 ^a	0,09	0,0001
15	11,31 ^b	13,14 ^c	13,52 ^c	9,54 ^a	0,13	0,0001
30	16,2 ^d	11,94 ^b	13,08 ^c	9,99 ^a	0,1	0,0001
60	10,35 ^a	12,14 ^b	13,11 ^c	9,99 ^a	0,14	0,0003
90	16,41 ^c	13,14 ^b	13,67 ^b	10,54 ^a	0,19	0,0001

Letras distintas entre filas difieren estadísticamente ($P < 0,05$) según Newman Keuls, T1: Testigo, T2: Inóculo 10%, T3: Inóculo al 20%, T4: Inóculo al 30%.

El comportamiento de la fibra bruta del ensilaje de la raíz de zanahoria se refleja en el cuadro 12; el indicador más bajo y alto de fibra fruta se obtuvo en el T1 a los 0 días con 8,58% y 90 días con 16,41%, estos datos difieren a los obtenidos por (Bermúdez, 2013) Los datos resultantes de FC presentaron variaciones con tendencia a aumentar a través de los tiempos de fermentación. Esto puede deberse posiblemente a la alta inclusión de cereza de café (35-40%) y a un alto contenido de harina de arroz que es un ingrediente con alto contenido de FC, por otra parte en nuestro experimento no se adiciono ningún ingrediente que tenga alto contenido de fibra.

En todos los tratamientos la fibra bruta fue muy variable con respecto a los días de conservación del ensilaje. En el T1 los valores de fibra fueron los más altos a los 30 y 60 días con respecto a los demás tratamientos. En el T2 entre los días 0, 1, 2 y 15 no hay diferencias entre ellos y son superiores a 13%, manteniéndose al día 90. En el T3 a los días 15, 30, 60 y 90 no hubo diferencias significativas entre ellos y la fibra fue superior a los demás días. En el T4 se obtuvo la menor cantidad de fibra bruta inferior al 10,54%.

Cuadro 13. Comportamiento de la Proteína Bruta del silo de hoja+tallo.

DÍAS	TRATAMIENTOS				E.E.	Valor de p
	T1 (Testigo)	T2 (10%)	T3 (20%)	T4 (30%)		
0	12,16 ^a	14,53 ^c	12,2 ^a	13,54 ^b	0,19	0,0024
1	12,28 ^a	14,18 ^b	12,45 ^a	17,04 ^c	0,09	0,0001
2	12,91 ^b	12,19 ^a	13,55 ^c	16,32 ^d	0,1	0,0001
15	13,31 ^b	13,46 ^b	10,18 ^a	16,45 ^c	0,06	0,0001
30	12,96 ^a	14,19 ^b	14,11 ^b	16,42 ^c	0,21	0,0013
60	9,33 ^a	14,19 ^c	10,68 ^b	16 ^d	0,13	0,0001
90	13,73 ^a	13,19 ^a	13,29 ^a	15,42 ^b	0,17	0,0023

Letras distintas entre filas difieren estadísticamente ($P < 0,05$) según Newman Keuls, T1: Testigo, T2: Inóculo 10%, T3: Inóculo al 20%, T4: Inóculo al 30%.

Al analizar la cantidad de proteína en el silo de (hoja + tallo) reportado en el cuadro 13, observamos que el porcentaje de proteína más bajo ocurrió en el T1 a los 60 días con 9,33% y el mayor en el día 1 del T4. En todos los tratamientos el comportamiento de la proteína es muy variable y lo mismo desciende que aumenta; el T1 la proteína incrementa hasta el día 15 disminuyendo bruscamente el día 60 (9,33%) e incrementándose hasta 13,73%. El T2 presenta similares resultados en los días de conservación del ensilaje 0, 1, 30, 60; el día 2 difiere de todos. En T3 ocurre la mayor irregularidad del comportamiento de la proteína en los tres primeros días aumenta hasta llegar a 13,55% y a partir del día 15 se va alternando el incremento y descenso; sin embargo, en el T4 se obtuvieron las mayores porcentos de proteína, en los días 2, 15, 30 y 60 no hubo diferencias entre ellos aunque sí pequeñas diferencias numéricas y aunque disminuyó a los 90 días esta llegó a 15,42% siendo superior al resto de los tratamientos.

El incremento de la proteína en el tratamiento con el 30% del inóculo podía estar dado porque los inóculos aportan gran cantidad de microflora láctica ayudando a elevar la acidez del ensilaje evitando la ruptura de la proteína según Mier, (2009) lo que se hace visible en el cuadro 13. Sin embargo, Nissa, (2008), no encontró diferencias al aplicar melaza o maíz (*Zea mays* L) molido como aditivo.

Cuadro 14. Comportamiento de la Grasa del ensilado de hoja+tallo

DÍAS	TRATAMIENTOS				E.E.	Valor de p
	T1 (Testigo)	T2 (10%)	T3 (20%)	T4 (30%)		
0	1,13 ^a	1,55 ^b	2,03 ^c	1,93 ^c	0,09	0,0063
1	1,43 ^a	2,08 ^b	2,13 ^b	1,93 ^b	0,06	0,0043
2	1,68 ^a	2,13 ^b	2,28 ^b	2,93 ^c	0,1	0,0038
15	3,11 ^b	2,16 ^a	2,29 ^a	3,11 ^b	0,11	0,0072
30	2,7 ^a	2,27 ^a	2,39 ^a	2,51 ^a	0,19	0,5216
60	1,65 ^a	2,12 ^{ab}	1,77 ^a	2,51 ^b	0,13	0,0342
90	2,41 ^{ab}	2,03 ^a	2,63 ^b	2,11 ^{ab}	0,11	0,1172

Letras distintas entre filas difieren estadísticamente ($P < 0,05$) según Newman Keuls, T1: Testigo, T2: Inóculo 10%, T3: Inóculo al 20%, T4: Inóculo al 30%.

En el cuadro 14 se observó que el tratamiento T1 es el que más variación presentó con respecto a la grasa en el ensilaje de (hoja + tallo), la grasa aumentó hasta el día 15 desde 1,13% a 3,15% y comenzó a disminuir hasta los 60 días, el día 90 tuvo un ligero incremento a 2,41. En T2 la grasa fue estable a partir del día 1, por lo que no hubo diferencias con los días restantes. El T3 la grasa fue incrementando hasta el día 60 que como en todo el tratamiento esta bajó, incrementándose a los 90 días hasta 2,63%, obteniéndose el valor más alto al compararlo con los otros tratamientos. La grasa en el T4 tuvo un incremento hasta los 15 días con estabilidad a los 30 y 60 días, aunque bajó a los 90 a 2,11%, siendo el valor más bajo con respecto al resto de los tratamientos.

Cuadro 15. Comportamiento de la Ceniza del ensilado hoja+tallo.

DÍAS	TRATAMIENTOS				E.E.	Valor de p
	T1 (Testigo)	T2 (10%)	T3 (20%)	T4 (30%)		
0	14,34 ^b	15,11 ^c	13,55 ^a	13,19 ^a	0,18	0,0054
1	14,74 ^d	14,28 ^c	13,25 ^a	13,59 ^b	0,07	0,0004
2	14,59 ^c	14,26 ^b	13,33 ^a	13,5 ^a	0,07	0,0007
15	14,04 ^b	14,66 ^d	14,33 ^c	13,46 ^a	0,07	0,001
30	16,67 ^c	14,74 ^a	15,21 ^b	14,46 ^a	0,07	0,0001
60	15,87 ^c	14,34 ^a	15,34 ^b	14,31 ^a	0,12	0,0015
90	14,09 ^c	16,15 ^a	14,73 ^b	14,11 ^a	0,1	0,0004

Letras distintas entre filas difieren estadísticamente ($P < 0,05$) según Newman Keuls, T1: Testigo, T2: Inóculo 10%, T3: Inóculo al 20%, T4: Inóculo al 30%.

El contenido de ceniza se muestra en el cuadro 15, en este análisis el tratamiento con menor cantidad de ceniza fue el T4 al 0 día con 13,19% y el de mayor resultado fue el T1 a los 30

días con 16,67%. La mayor cantidad de ceniza lo manifestó los T1 y T2 con respecto al resto de los tratamientos. En los días 1, 2, 15, 30 y 60 en el T1 no hubo diferencias significativas entre ellos; aumentando la cantidad de ceniza a los 90 días con 16,15%. En el T2 a partir del día 1 la cantidad de ceniza fue similar con ligeros incrementos hasta los 30 días con 14,74%; donde comienza un descenso a 14,34% seguido de un incremento al 16,15%. El T3 en los primeros días presentó una estabilidad en cuanto al contenido de ceniza, aunque se incrementó a los 30 y 60 días de conservación del ensilaje en 15,24% y 15,21% respectivamente, cayendo a 14,73% al día 90. Con respecto al T4 (30% de inóculo) la ceniza fue incrementando hasta el día 30 con 14,46% y disminuyó al día 90 hasta 14,11 con e porciento más bajo con respecto a los tratamientos que recibieron la adición del inóculo. En ensilajes de forrajes verdes tendió a aumentar de manera significativa según Boschini, (2014).

Cuadro 16. Comportamiento de la Fibra Cruda del ensilado hoja+tallo.

DÍAS	TRATAMIENTOS				E.E.	Valor de p
	T1 (Testigo)	T2 (10%)	T3 (20%)	T4 (30%)		
0	15,15 ^c	12,45 ^b	16,67 ^d	10,65 ^a	0,3	0,0005
1	15,8 ^b	16,22 ^c	15,97 ^{bc}	10,15 ^a	0,09	0,0001
2	15,45 ^b	17,22 ^d	15,97 ^c	11,3 ^a	0,13	0,0001
15	13,38 ^b	25,79 ^d	16,77 ^c	11,4 ^a	0,11	0,0001
30	15,11 ^b	16,92 ^c	15,71 ^b	12,4 ^a	0,19	0,0003
60	15,92 ^c	15,47 ^a	14,44 ^b	11,4 ^a	0,15	0,0001
90	20,22 ^c	16,02 ^b	16,13 ^b	12,1 ^a	0,08	0,0001

Letras distintas entre filas difieren estadísticamente ($P < 0,05$) según Newman Keuls, T1: Testigo, T2: Inóculo 10%, T3: Inóculo al 20%, T4: Inóculo al 30%.

En el cuadro 16 se puede observar que la fibra bruta obtenida presenta los menores valores en el T4 con diferencias que van desde 10,15% hasta 12,4%, pero comportándose de forma irregular en dependencia de los días evaluados. En el T1 se alterna el incremento y disminución de la fibra, logrando las mayores diferencias por incremento en los días 60 y 90 con 15,92% y 20,22% respectivamente. En el tratamiento T2 se mantiene la irregularidad entre los días de conservación de los ensilajes, donde se encontró la mayor fibra de todo el experimento al día 15 con 25,79%. En el tratamiento 3 la fibra más alta fue a los 0, 15 y 90 días con 16,67; 16,77 y 16,13%; sólo en el día 60 fue 14,44% la más baja en el tratamiento.

De forma general todos los tratamientos mostraron fibras altas a los 90 días con respecto al resto.

Caicedo, (2015) en investigaciones de ensilajes de brócoli más avena, inoculados con preparados microbianos muestran un 25, 26,30 y 27% de fibra cruda y en ensilajes de maíz obtuvieron un 29; 30,32 y 54%. Con respecto a la cantidad de fibra bruta presente en los ensilajes (Díaz, 2014), señala que la cantidad de fibra depende mucho del tipo de producto a ensilar y de la explotación al que va a ser suministrado el alimento.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

En el ensilaje de raíz de zanahoria, la temperatura se comporta de forma irregular en todos los tratamientos para los días 0, 1, 2, 15, siendo estable a partir del día 30 al 90 con tendencia a disminuir. Con respecto al pH en todos los tratamientos presentan diferencias significativas entre ellos; con tendencia a disminuir hasta el día 30 y a partir del día 60 este se incrementa, aunque no existe diferencia significativa en el día 90 en ninguno de los tratamientos.

En el ensilaje de hoja+tallo de zanahoria, todos los tratamientos en los días 2, 15 y 30 presentaron disminución en el pH pero sin diferencias significativas entre ellos; los días 60 y 90 el pH incremento siendo superior en los tratamientos T2 y T3.

El producto residuos de postcosecha de la zanahoria puede ser utilizado para la alimentación animal al ser ensilado con diferentes inóculos permitiendo la aplicación de fermentación anaeróbica, para producir un alimento alternativo con altos aportes nutricionales.

El mejor comportamiento con respecto a la proteína bruta, grasa y fibra bruta en el silo de la raíz de zanahoria lo obtuvo el T4 (30%); aunque en todos los tratamientos estos indicadores fueron en aumento.

En el ensilaje de hoja+tallo de zanahoria el T4 (30%) presentó los valores más altos de proteína y los más bajos en fibra. El contenido de grasa en todos los tratamientos fue alto aunque con diferencias significativas entre ellos.

La ceniza fue muy variable en todo los tratamientos con respecto a los días de conservación oscilando entre 9,01 a 11,64 y 13,2 a 16,15 en el ensilaje de raíz y el de hoja+tallo de zanahoria respectivamente.

5.2. Recomendaciones

Utilizar los desechos de postcosecha de zanahoria ensilados como una alternativa para la alimentación animal, siempre y cuando se realice su conservación en forma adecuada.

Realizar capacitaciones con los productores para la realización del ensilaje, su conservación y manejo en la alimentación animal.

CAPÍTULO VI Bibliografía.

- Aguilar, (2016). Digestibilidad aparente de la proteína de harina de ensilado biológico de *Caulerpa flagelliformis* (*Caulerpaceae*) Y *Salicornia fruticosa* L. (*Amaranthaceae*) EN JUVENILES DE *Girella laevis* (*Pisces*). *Tesis preva a la obtención del título de Ingeniería Biología Acuicola, Nuevo Chimbote-Perú.*
- Andrade, (2017). Evaluación de parámetros productivos de pollos Broilers Coob 500 y Ross 308 en la Amazonia de Ecuador. *REDVET Rev. Electrón. vet 2017 Volumen 18 N° 02.*
- Anrique, I. A. (2012). Efecto del ensilado sobre la composición química y degradabilidad ruminal de la pomasa de manzana. *Arch. med. vet. v.34 n.2 Valdivia 2002.*
- Berenz, Z. (1994). Utilización del ensilado de residuos de pescado en pollos. *Producción y Sanidad Animal (FAO). no. 134.*
- Bermúdez, (2013). Caracterización organoléptica, química y digestibilidad de ensilajes de cereza de café para cerdos. *Agroforestería Neotropical, N° 3. 2013.*
- Borrás, (2016). Preparado microbiano con actividad ácido láctica como acelerante biológico en los procesos de fermentación para alimento animal. *Revista Ciencia y Agricultura; Vol. 14, núm. 1(2017).*
- Boschini. (2014). Efecto de la inclusión de diferentes niveles de morera (*Morus alba*) en la calidad nutricional de ensilajes de sorgo (*Sorghum alatum*). *Pastos y Forrajes vol.37 no.1 Matanzas ene.-mar. 2014.*
- Caicedo, (2015). Composición química y digestibilidad in vitro de ensilados de tubérculos de papa china (*Colocasia esculenta*(L.) Schott) destinados a la alimentación de cerdos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 49, Número 1, 2015.*
- Caicedo *et al.*, (2017). Características fermentativas de ensilajes de tubérculos de taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) con caña de azúcar (POJ93) para la alimentación porcina. *REDVET Rev. Electrón. vet 2017 Volumen 18 N° 12 .*

- Caicedo, (2015). Valoración nutritiva del ensilaje de tubérculos de papa china. *Tesis previa a la obtención del título de Doctor en Ciencias Veterinarias Bayamo-Cuba*,.
- Chiluiza, (2016). Elaboración de un balanceado a partir de desechos vegetales brócoli (*Brassica oleracea*) y zanahoria (*Daucus carota*) a tres concentraciones fortificado con alfalfa (*Medicago sativa* L.) y pecutrin para cuyes. *Tesis previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, Latacunga-Cptopaxi-Ecuador*.
- Corral, (2014). Composición química y cinética de degradabilidad de ensilaje de maíz convencional y sorgo de nervadura café. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias ISSN (on line): 1981-0997 v.6*,.
- Díaz, (2014). Evaluación de residuos agrícolas post cosecha en ensilajes inoculados con preparados microbianos nativos para alimentación de vacas lecheras en Ecuador. *Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias*.
- Díaz, (2013). Consorcios microbianos con actividad ácido-láctica promisorios aislados desde inoculantes bacterianos nativos para ensilaje. *Revista Ciencia y Agricultura, ISSN 0122-8420, Vol. 11, N°. 1, 2014, págs. 17-25*.
- D'Mello, (2002). Microbiología de los alimentos para animales. *Revista Mexicana De Ingeniería Química Vol. 3 (2004)*.
- ENYA, (2013). Proyecto “Estudio de Factibilidad para el Aprovechamiento Energético de Biomasa” Proyecto “Estudio de Factibilidad para el Aprovechamiento Energético de Biomasa. *Ministerio del Ambiente del Ecuador Subsecretaría de Cambio Climático Generación de Capacidades para el Aprovechamiento Energético en Sistemas Agrícolas y Pecuarios Enfocado a Mitigación del Cambio Climático proyecto 51 paginas*.
- FAO, (2017). Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe. Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe. *Washington, D.C. Julio de 1997- No.ENV.97-107*.
- García, (2012). Respuesta agronómica de dos cultivares de zanahoria (*Daucus carota* L.) a la fertilización orgánica en la parroquia San Pablo de Atenas, provincia Bolívia. *Tesis previo*

a la obtención del título de Ingeniería Agronómica, Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda-Ecuador.

González, (2012). Conservación de forrajes y consideraciones técnico-económicas . *Revista de Agronomía (LUZ): Vol. 11, No. 2, 1994.*

González, (2012). Evaluación de la ensilabilidad in vitro de granos de canavalia (*Canavalia ensiformis*) y vigna (*Vigna unguiculata*), solos o mezclados con granos de sorgo (*Sorghum bicolor*). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 46, Número 1, 2012.*

Huebla, (2013). Obtención de café a partir de la zanahoria (*daucus carota*) en la comunidad San José de chanchahuán-parroquia Calpi-cantón Riobamba-Provincia de Chimborazo. *Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial, Riobamba – Ecuador.*

Hurtado, B. (2017). Efectos de fuentes de carbono y fuentes fermentables en la composición. *Efectos de fuentes de carbono y fuentes fermentables en la composición.*

INEC, (2011). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria. *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, producción de zanahoria.*

InfoAgro, (2017). Producción de zanahorias en el mundo 2012-2015. <https://es.statista.com/estadisticas/529693/produccion-de-zanahorias-en-el-mundo/>.

Jaimes, J. J. (2008). Efecto de tres niveles de carbohidratos sobre la calidad del ensilado. *Revista Chapingo Serie Zonas Aridas. 2009 8:10-17.*

Lopes, (2013). Caracterização nutricional da silagem de bagaço de cana de açúcar (*Saccharum officinarum* L.) adicionada ou não de soro de queijo e/ou grão de milho. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR, Umuarama, v. 16, n. 1, p. 41-46,.*

Luna, (2016). Valorización biotecnológica de descartes blandos del procesamiento de concha de abanico mediante el uso de lactobacillus nativos caracterizados molecularmente. *Tesis previa a la obtención del título de master en Biología, CONCYTEC.*

Marín, D. G. (2005). Obtención de ensilados biológicos a partir de los desechos del procesamiento de sardinas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 46, Número 1, 2012.*

- McDonald, (1991). The Biochemistry of Silage (Second Edition). *Dep. Agricultural Biochemistry, Edinburgh Univ., Edinburgh, UK.T. 1981 pp.226 pp.*
- Mier, (2009). Selección de bacterias ácido lácticas y levaduras a partir de fuentes naturales y alimenticias para el desarrollo de un inóculo aplicable a la obtención de ensilaje. *Tesis previo a la obtención del título de Maestría En Microbiología Agroindustrial, Manizales.*
- Milián, (2008). Empleo de probióticos basado en *Bacillus* sp y de sus endosporas en la producción avícola. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 42, Número 2, 2008.*
- Muck, R. E. (2010). Microbiología del ensilaje y su control a través de aditivos. *Revista Alimentos Hoy, Vol 22, No 31 (2014),.*
- Nissa, (2008). Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallista De Investigación - VOL. 1 No. 1.*
- Ortiz, (2004). Rendimiento forrajero y digestibilidad in vivo en *Canavalia ensiformis* (L). Trabajo de promoción en proceso. Palmira: unc. *Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 39., 2002.,.*
- Richmond, F. &. (2010). Rendimiento en 12 híbridos comerciales de zanahoria (*Daucus carota* L.) en el campo y en la planta de empaque. *Agronomía Mesoamericana, 21, 167-176. Agron. Mesoam vol.21 n.1 San Pedro Jun. 2010.*
- Toan, (2010). Taro as a local feed resource for pigs in small scale household condition. *Livestock Research for Rural Development. Livestock Research for Rural Development, Volume 22, Number 8, August 2010.*
- Viglezzi, V. (2012). Elaboración de ensilado químico a partir de desechos de carpa común (*Cyprinus carpio*) utilizando ácido fórmico y sulfúrico, con su posterior evaluación físico-química, microbiológica sensorial. *Tesis previo a la obtención al grado de Licenciatura en los Alimentos, Facultad de Ciencias Veterinarias, Buenos Aires.*
- Weinberg, (1996). New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiology Reviews, 19(1), 53-68. FEMS Microbiology Reviews, Volume 19, Issue 1, 1 October 1996, Pages 53-68.,.*

Yungán R. (2016). Uso de harina de Colocasia esculenta L., en la alimentación de cerdos y su efecto sobre parámetros productivos. *J.Selva Andina Anim. Sci.* v.3 n.2 La Paz 2016.

CAPÍTULO VII. ANEXOS.



Separación del material a ser ensilado



Preparación de ensilados



Molida de muestras secadas



Análisis de fibra



Análisis de fibra



Análisis de ceniza



Análisis de grasa



Análisis de ceniza