



1859

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS  
NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

“UTILIZACIÓN DE RACIONES SUPLEMENTARIAS A BASE DE  
FOLLAJE DE YUCA (*Manihot esculenta*) EN LA  
ALIMENTACIÓN DE VACAS LECHERAS EN LA QUINTA  
EXPERIMENTAL PUNZARA DE LA UNL”

*Tesis de grado previa a la  
obtención del título de  
“Médico Veterinario  
Zootecnista”*

**Autor:**

***Ángel Richard Moncayo Peña***

**Director:**

***Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc.***

**Loja – Ecuador  
2017**

## CERTIFICACIÓN

Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc.

**DIRECTOR DE LA TESIS**

**CERTIFICA:**

Que el trabajo de tesis titulado: **“UTILIZACIÓN DE RACIONES SUPLEMENTARIAS A BASE DE FOLLAJE DE YUCA (*Manihot esculenta*) EN LA ALIMENTACIÓN DE VACAS LECHERAS EN LA QUINTA EXPERIMENTAL PUNZARA DE LA UNL”**, ejecutado por el Señor Egresado Ángel Richard Moncayo Peña, previo a la obtención del título de **MÉDICO VETERINAIO ZOOTECNISTA**, ha sido prolijamente revisado, por tanto se autoriza su presentación, para el trámite correspondiente.

Loja, 02 de Marzo del 2017



**Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg.Sc.**

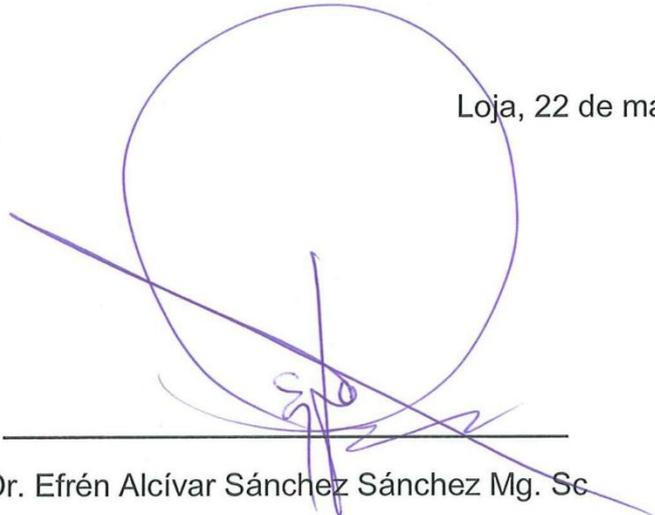
**DIRECTOR DE TESIS**

## CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

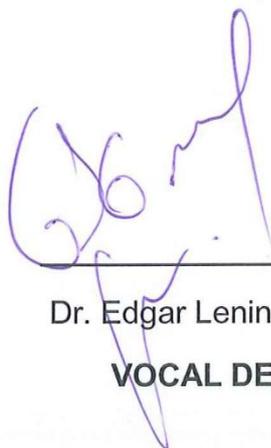
Que luego de haber procedido a la calificación de Tesis escrita del trabajo de investigación titulado **“UTILIZACIÓN DE RACIONES SUPLEMENTARIAS A BASE DE FOLLAJE DE YUCA (Manihot esculenta) EN LA ALIMENTACIÓN DE VACAS LECHERAS EN LA QUINTA EXPERIMENTAL PUNZARA DE LA UNL ”**, del Sr egresado **ÁNGEL RICHARD MONCAYO PEÑA**, y al haber constatado que se ha incluido en el documento las observaciones y sugerencias realizadas por los miembros del tribunal autorizamos continuar con los trámites como requisito previo a la obtención del título de: **MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**.

**APROBADO**

Loja, 22 de marzo del 2017



Dr. Efrén Alcívar Sánchez Sánchez Mg. Sc  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Dr. Edgar Lenin Aguirre Riofrío PhD  
**VOCAL DEL TRIBUNAL**



Dr. Rodrigo Medardo Abad G. PhD.  
**VOCAL DEL TRIBUNAL**

## AUTORÍA

Yo, Ángel Richard Moncayo Peña, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido del mismo.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación del presente Informe de Tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual

Autor: Ángel Richard Moncayo Peña

Firma:



Cedula: 1900754308

Fecha: 28 de marzo de 2017

## **CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Yo, Ángel Richard Moncayo Peña, declaro ser autor, de la tesis titulada "UTILIZACIÓN DE RACIONES SUPLEMENTARIAS A BASE DE FOLLAJE DE YUCA (MANIHOT ESCULENTA) EN LA ALIMENTACIÓN DE VACAS LECHERAS EN LA QUINTA EXPERIMENTAL PUNZARA DE LA UNL", como requisito para optar al grado de: médico Veterinario Zootecnista, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 28 días del mes de marzo del dos mil diecisiete, firma el autor.

Firma: .....

**Autor:** Ángel Richard Moncayo Peña

**Numero de cedula:** 1900754308

**Dirección:** Los Ciprés-La Argelia

**Correo electrónico:** richardangel.moncayo@hotmail.com

**Teléfono:** 546251

**Celular:** 0988444677

**Director de tesis:** Dr. Luis Antonio Aguirre Mendoza Mg. Sc.

**Tribunal de grado:** Dr. Efrén Alcívar Sánchez Mg. Sc.

Dr. Edgar Lenín Aguirre Riofrío PhD.

Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán PhD.

## **AGRADECIMIENTO**

Constante a mi Dios, amado y respetado, el cual siempre ha sido mi refugio incondicional y la mejor compañía en los momentos más complejos de mi diario vivir.

Dejo constancia de mi gratitud a la Universidad Nacional de Loja, a los docentes de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, por sus sabias enseñanzas, experiencias y consejos impartidos a lo largo de mi carrera, lo que ha permitido concluir con éxito mis estudios universitarios; y como no podía ser de otro manera, un agradecimiento especial, al Dr. Luis Aguirre Mendoza Mg. Sc, quien con su gran humanismo y ética profesional dirigió con paciencia y tenacidad la presente tesis haciendo posible su culminación respectiva.

Y por supuesto a mi familia, que ha, velado por mi bienestar y educación, siendo apoyo fundamental en todo momento. Principalmente a mi esposa, he hijos, los cuales han contribuido constantemente, al brindarme su amor y alegría a cada instante, fortaleciendo aún más, mis convicciones y proyecciones futuras. Son los amores de mi vida, los amo.

**El Autor.**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado con todo mi amor y cariño a Dios principalmente, quien me dio la oportunidad de vivir, con una familia maravillosa. A mis padres, pilares fundamentales en mi vida, quienes a pesar de las dificultades siempre estuvieron presentes en mi alma, sin ellos jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora ostento, su humildad y lucha insaciable, han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y admirar.

A mi esposa querida y mis dos retoños amados, por ser la fuente de inspiración y fortaleza, mi ayuda idónea, por su amor, paciencia, comprensión y motivación, siempre serán los amores de mi vida.

A mis maestros y compañeros por sus consejos y por compartir desinteresadamente sus conocimientos y experiencias.

**Ángel Richard Moncayo Peña**

## ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pag.
CERTIFICACIÓN.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	iii
AUTORÍA .....	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN .....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE GENERAL .....	viii
RESUMEN .....	x
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1. FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DE LOS BOVINOS.....	3
2.2. ALIMENTACIÓN DE VACAS EN PRODUCCIÓN.....	4
2.2.1. Alimentación al Inicio de la Lactancia.....	5
2.2.2. Mitad y Final de la Lactancia.....	6
2.2.3. Alimentación Durante el Periodo de Pre-parto.....	7
2.3. ALIMENTOS PARA VACAS EN PRODUCCIÓN.....	7
2.3.1. Forrajes.....	7
2.3.2. Suplementos Alimenticios.....	8
2.4. LA YUCA.....	9
2.4.1. Follaje de Yuca.....	10
2.4.2. Valor Nutricional.....	10
2.4.3. Sustancias Anti-nutricionales.....	11
2.5. TRABAJOS RELACIONADOS.....	12
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>14</b>

3.1.	MATERIALES.....	14
3.1.1.	Materiales de Campo .....	14
3.1.2.	Materiales de Oficina.....	14
3.2.	MÉTODOS.....	14
3.2.1.	Ubicación .....	14
3.2.2.	Descripción y Adecuación de Instalaciones .....	15
3.2.3.	Descripción e identificación de las Unidades Experimentales.....	15
3.2.4.	Elaboración de las Raciones experimentales.....	15
3.2.6.	Descripción de los Tratamientos .....	15
3.2.7.	Diseño Experimental .....	16
3.2.8.	Variables en Estudio .....	17
3.2.9.	Toma y Registro de Datos.....	17
3.2.10.	Análisis Estadístico .....	19
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>20</b>
4.1.	ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS RACIONES .....	20
4.2.	CONSUMO DE ALIMENTO .....	20
4.3.	PRODUCCIÓN DE LECHE .....	21
4.4.	CALIDAD DE LA LECHE .....	22
4.4.1.	Características Organolépticas .....	22
4.4.2.	Composición Química .....	23
4.5.	CAMBIO DE PESO .....	25
4.6.	ANÁLISIS ECONÓMICO .....	26
4.6.1.	Costos de Producción .....	26
4.6.2.	Ingresos .....	27
<b>5.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>30</b>
5.1.	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA .....	30
5.2.	CONSUMO DE ALIMENTO .....	30

5.3.	PRODUCCION DE LECHE .....	31
5.4.	CALIDAD DE LA LECHE .....	31
5.5.	CAMBIO DE PESO .....	32
5.6.	RENTABILIDAD .....	32
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>33</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>35</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>36</b>
<b>9.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>39</b>
9.1.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS RESULTADOS.....	39
9.2.	FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE CAMPO .....	42

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Requerimientos de materia seca según el peso del animal y su producción láctea.....	6
<b>Cuadro 2.</b> Composición química de la raíz y follaje de la yuca (%).....	11
<b>Cuadro 3.</b> Raciones suplementarias con diferentes niveles de inclusión de follaje de yuca, elaboradas por el método de tanteo.....	15
<b>Cuadro 4.</b> Esquema del experimento.....	17
<b>Cuadro 5.</b> Composición química de las raciones experimentales en base a materia seca (%). .....	20
<b>Cuadro 6.</b> Consumo de alimento (MS) en vacas Holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias (kg). .....	21
<b>Cuadro 7.</b> Producción de leche en vacas Holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias (l/vaca/día).....	22
<b>Cuadro 8.</b> Contenido de grasa en la leche de vacas Holstein alimentadas con raciones suplementarias a base de follaje de yuca (%). .....	23
<b>Cuadro 9.</b> Contenido de proteína de la leche en vacas Holstein con raciones suplementarias a base de follaje de yuca (%). .....	24
<b>Cuadro 10.</b> Ganancia de peso en vacas Holstein alimentadas con raciones suplementarias a base de follaje de yuca (g/d). .....	25
<b>Cuadro 11.</b> Costo de las raciones experimentales.....	27
<b>Cuadro 12.</b> Ingresos por concepto de venta de la producción láctea.....	28
<b>Cuadro 13.</b> Costos, ingresos y rentabilidad de los cuatro grupos experimentales (%). .....	29

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Consumo de alimento (MS) en vacas Holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias (kg). .....	21
<b>Figura 2.</b> Producción de leche en vacas Holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias (l/vaca/día).....	22
<b>Figura 3.</b> Contenido de grasa de la leche en vacas Holstein alimentadas con cuatro raciones suplementarias a base de follaje de yuca (%) .....	24
<b>Figura 4.</b> Contenido de proteína de la leche en vacas Holstein con cuatro raciones suplementarias a base de follaje de yuca (%) ....	25
<b>Figura 5.</b> Ganancia de peso en vacas Holstein alimentadas con raciones suplementarias a base de follaje de yuca. ....	26
<b>Figura 6.</b> Rentabilidad en vacas Holstein en producción con cuatro raciones experimentales a base de follaje de yuca. (%) .....	29

**”UTILIZACIÓN DE RACIONES SUPLEMENTARIAS A BASE  
DE FOLLAJE DE YUCA (MANIHOT ESCULENTA) EN LA  
ALIMENTACIÓN DE VACAS LECHERAS EN LA QUINTA  
EXPERIMENTAL PUNZARA DE LA UNL”**

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ejecutó en la Quinta Experimental "Punzara" de la Universidad Nacional de Loja, con el propósito de contribuir a mejorar los niveles de producción de leche en vacas Holstein Friesian, mantenidas en pastoreo, mediante la utilización de raciones suplementarias elaboradas a base de follaje de yuca. Evaluaron cuatro raciones con diferentes niveles de inclusión de follaje de yuca, resultando los siguientes tratamientos: T<sub>1</sub>: ración sin follaje de yuca (testigo) T<sub>2</sub>: con 10%; T<sub>3</sub>: con 20% y T<sub>4</sub>: con 30% de follaje de yuca en su constitución. Se utilizaron cuatro vacas Holstein de diferentes edades con un peso promedio de 490 kg y una producción media de 7,5 l/d, distribuidas según el diseño de cuadrado latino 4x4, con cuatro tratamientos y cuatro periodos. Las variables estudiadas fueron: Composición bromatológica de las raciones experimentales; consumo de alimento, producción de leche, calidad de la leche, cambio de peso y rentabilidad. Los resultados demuestran que la inclusión de diferentes niveles de follaje de yuca, mejoró el contenido proteico de las raciones experimentales, pasando de 14,61 en el grupo testigo hasta 15,04% para el T<sub>2</sub>; así mismo se evidenció mayor consumo de alimento en el tratamiento tres y cuatro (20 y 30% de follaje de yuca) lo que generó un incremento de la producción de leche de 2,9 l/vaca/día en el tratamiento tres; el peso de los individuos no presentó variaciones significativas al final del experimento. Así mismo las características organolépticas y la cuantificación de la proteína en la leche, no se vieron comprometidas; sin embargo el contenido de grasa evidencio una disminución progresiva, siendo más bajo en el tratamiento cuatro (30%FY). Finalmente la rentabilidad fue aceptable en las raciones con follaje de yuca; por lo que se concluye que el uso de raciones suplementarias a base de follaje de yuca, son una alternativa técnica y económicamente viable para mejorar la producción de leche en la provincia de Loja.

**Palabras clave:** raciones suplementarias, cuadrado latino, composición bromatológica, características organolépticas.

## **SUMMARY**

This research study was carried out in the Experimental Country-House "Punzara" of the National University of Loja, with the purpose of helping to improve levels of milk production in Holstein Friesian cows, conserved under grazing conditions, through the use of supplementary rations developed based on cassava foliage. Four rations were evaluated with different levels of inclusion of cassava foliage, gotten the following treatments: T1: ration without cassava foliage (witness); T2: with 10%; T3: with 20% and T4: with 30% of cassava foliage in its structure. Four Holstein cows of different ages were used with an average weight of 490 kg and an average production of 7.5 l/d, distributed according to design of Latin square 4 x 4, with four treatments and four periods. The variables studied were: bromatological composition of experimental rations; consumption of food, milk production, milk quality, change in weight and profitability. The results show that the inclusion of different cassava foliage levels, improved protein content of experimental rations from 14.61 in the control group to 15.04% for T2; Likewise, it was showed a higher consumption of food in the treatment three and four (20-30% of cassava foliage) which generated an increase of the milk production of 2.9 l/cow/day treatment three; the weight of the individuals did not provide significant variations at the end of the experiment. Similarly, the organoleptic characteristics and quantification of protein in milk, were not changed. However, the fat content evidenced a progressive decrease as the percentage of cassava is increased in the ration, so the four treatment was the lowest in (30% FY). Finally, the profitability was acceptable in the rations with cassava foliage; so it is concluded that the use of supplementary rations based on cassava foliage, are a technically and economically viable alternative to improve the production of milk in the province of Loja.

**Key words:** supplementary rations, Latin square, bromatological composition and organoleptic characteristics.

## 1. INTRODUCCIÓN

Como todos los rumiantes, los bovinos son animales forrajeros por naturaleza, lo que significa que tienen que cubrir sus necesidades nutritivas mediante la ingesta de pastos y forrajes; sin embargo, hay que señalar que ningún pasto por sí solo puede aportar la cantidad y calidad suficiente de nutrientes para satisfacer los requerimientos de mantenimiento y producción. (UNAM, 2006).

En la Hoya de Loja y particularmente en la finca “Punzara” de la Universidad Nacional, durante gran parte del año la alimentación de las vacas en producción se basa únicamente en el pastoreo, en potreros con predominio de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), que debido a las malas condiciones del suelo y manejo, presenta baja producción de biomasa y pobre valor nutritivo; por lo que no se satisfacen los requerimientos nutricionales especialmente en lo relacionado al aporte de energía y proteína. Como consecuencia los niveles de producción de leche son bajos en relación a otras provincias de la región interandina; siendo necesario mejorar el régimen alimenticio, mediante el suministro de raciones suplementarias.

La suplementación alimenticia con raciones elaboradas a base de residuos agrícolas, como el follaje de yuca (*Manihot esculenta*), constituye una buena alternativa, para mejorar la alimentación de las vacas en producción, ya que permite corregir la deficiencia de nutrientes, incrementar la eficiencia en la utilización de los pastos y mejorar los niveles de producción de leche.

Por otro lado, las condiciones agroecológicas de la provincia de Loja favorecen el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta*), que luego de su cosecha genera grandes volúmenes de biomasa vegetal (hojas, tallos y flores) con buena palatabilidad para los rumiantes (Gil & Builtrago, 2002). La yuca puede crecer en los tropicos con alturas desde el nivel del mar hasta los

1800 m (Ceballos, 2002), produciendo no solo raíces, sino también subproductos como: cascara, bagazo y 3,7 toneladas de follaje por hectarea, que no son utilizados adecuadamente (Buitrago, 1990) pese a que el follaje de yuca puede alcanzar niveles de hasta 20 y 25 % de proteína (Cock, 1997), pudiéndose obtener cosechas de hasta 150 t de follaje por hectarea, en cuatro cortes, si se destina exclusivamente para este fin (Montaldo, 1985).

Con estos antecedentes la presente investigación se orientó a la valoración de raciones suplementarias elaboradas a base de follaje de yuca (*Manihot esculenta*), con el propósito de mejorar el régimen alimenticio de las vacas en producción en la Quinta Experimental "Punzara" de la Universidad Nacional de Loja planteándose los siguientes objetivos:

Determinar la composición bromatológica de las raciones experimentales como sustituyentes proteicos de la soya.

Evaluar el efecto de cuatro raciones suplementarias con diferentes niveles de inclusión de follaje de yuca en la producción y calidad de la leche.

Estimar la relación costo - beneficio y la rentabilidad de las raciones evaluadas.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DE LOS BOVINOS**

Los rumiantes se caracterizan por su capacidad para degradar los hidratos de carbono estructurales del forraje, como celulosa, hemicelulosa y pectina, gracias a los procesos de fermentación microbiana que se produce a nivel del retículo-rumen (Relling & Mattioli, 2006).

Los procesos fermentativos los realizan diferentes tipos de microorganismos a los que el rumiante aloja en sus divertículos estomacales (DE), de este grupo las bacterias se encuentran en mayor cantidad (5 a 10 mil millones) mientras que los protozoarios y levaduras son menos numerosos (1 millón y menos de 1 millón respectivamente); por lo tanto se debe tener presente que al alimentar a los rumiantes primero estamos alimentando a los microorganismos rúminales, en simbiosis estricta con el animal (Gasque, 2012).

En un rumiante adulto el estómago puede llegar a ocupar hasta el 75 % de la cavidad abdominal y junto con su contenido representa alrededor del 30 % del peso vivo del animal. Se divide en cuatro cavidades: el retículo (red o reddecilla), el rumen (panza), el omaso (librillo) y el abomaso (cuajar). Solo este último es glandular y funcionalmente análogo al estómago de los animales no-rumiantes, mientras que los anteriores están cubiertos por un epitelio queratinizado y carecen de glándulas (Relling & Mattioli, 2006).

Básicamente el rumiante depende de los productos de desecho (AGVs, amoniaco y vitaminas del complejo B) del metabolismo ruminal de sus microorganismos. Los AGVs e H<sup>+</sup> deben ser retirados del rumen, de otro modo su acumulación excesiva aumentaría la presión osmótica y disminuiría el pH a valores nocivos. Los AGV son retirados por absorción a través de las paredes del rumen, de no ser así alteran la presión osmótica del mismo. El H<sup>+</sup> es eliminado tras la formación de metano. Un bovino produce diariamente cientos de litros de gas, especialmente CO<sub>2</sub> y metano, que deben ser eliminados por eructación (Relling & Mattioli, 2006).

La fracción de la dieta que no pudo ser digerida (como la lignina no se digiere en lo absoluto) debe continuar su tránsito por el aparato digestivo. El tiempo medio de retención en el retículo-rumen varía de 10 a 24 horas para el agua y los elementos solubles (en esta categoría se incluyen los microorganismos), mientras que aquellos insolubles de alta o baja digestibilidad poseen una vida media aproximada en el rumen de 30 y 50 hs respectivamente según la dieta. El flujo de microorganismos, junto al alimento no digerido hacia el abomaso, evita la sobrepoblación ruminal y sirviendo como fuente de proteína microbiana al ser atacadas por enzimas abomasales (Finol, 2015).

La fermentación microbiana, produce AGVs provenientes de los carbohidratos de la dieta, al igual que cantidades elevadas de amoniaco, estos son absorbidos a través de las paredes ruminales y llevados al hígado, donde se transforman en energía (los AGV proveen el 70% de la energía que necesita el animal; mientras que lípidos aportan el 30% restante) y todo tipo de proteínas orgánicas (el amoniaco reutilizado y no eliminado como urea por la orina o como saliva) respectivamente, siendo esencial la administración de alimentos fibrosos para favorecer la rumia, consecuentemente habrá una mayor salivación con una mejor digestibilidad y estabilidad del rumen (Osorio, 2013)

## **2.2. ALIMENTACIÓN DE VACAS EN PRODUCCIÓN**

En las últimas décadas, los avances en selección genética han permitido aumentar la producción de leche a costa de un descenso de la fertilidad y la longevidad. Además de causar una predisposición a padecer episodios de balance energético negativo (BEN) durante y poco después del periodo de transición. Un BEN pronunciado causa numerosos trastornos metabólicos, como la cetosis o la esteatosis hepática (hígado graso), pero también está asociado a una inmunodepresión y al aumento del riesgo de sufrir otras enfermedades metabólicas e infecciones, así como mal desarrollo del ovocito y poca expresión de celos (Taweel, 2016).

Inducir a que la vaca coma grandes cantidades de alimentos, es la clave para obtener una producción de leche eficiente y productiva, evitando un

posible BEN. Para ello debe hacerse una buena selección de los ingredientes, para asegurar una ingestión máxima. Todos los nutrientes que la vaca requiere para la producción de leche (excepto el agua), se encuentran en la materia seca de los alimentos (Wheeler, 2006).

### **2.2.1. Alimentación al Inicio de la Lactancia**

Los problemas, como: dificultades en el parto, fiebre de la leche, retención de la placenta y torsiones del estómago, fomentarán la reducción de la Ingestión de Materia Seca (IMS). Aumentando la IMS gradualmente después del parto y alcanzan su mayor ingestión a las 10 o 12 semanas en lactación (Wheeler, 2006). La condición corporal (CC) en el parto es uno de los principales factores que afectan el consumo de alimentos y la producción de leche y, por tanto, a la movilización de las reservas corporales durante las primeras cinco semanas. Se ha demostrado que las vacas con una CC alta en el parto ( $> 3,0$ ) presentan disminución del apetito, menor consumo de alimento y una mayor pérdida de CC durante las primeras cinco semanas de la lactación (Taweel, 2016).

Por ello es esencial la administración de alimentos con alto valor nutritivo y muy buena aceptabilidad para los animales, procurando ajustarse al consumo de materia seca normal de un animal, esto debido a que en este periodo consumen hasta un 18 % menos en referencia a un promedio de 3.7% de ingesta de MS en relación al peso vivo de un animal de 550kg que produce 30kg de leche (Wheeler, 2006).

Administrar a las vacas después del parto (primeras cuatro a cinco semanas de lactación) raciones estimuladoras de insulina (es decir, raciones glucogénicas con  $> 18$  % almidón y  $< 4$  % grasa), junto con hepatoprotectores como la colina (Nutri-Chol), la niacina (Nutri-PP) y la metionina (Nutri-Meth) protegidas de la acción del rumen, aumenta los niveles plasmáticos de insulina y reduce la movilización de la grasa corporal, la concentración sanguínea de los NEFA y el BHBA y los triglicéridos hepáticos (Taweel, 2016).

## 2.2.2. Mitad y Final de la Lactancia

Tras la implantación y una vez confirmada la gestación, se pueden administrar tanto raciones glucogénicas como lipogénicas en función de los recursos de la explotación. En los mercados en los que el contenido de grasa de la leche es lo más importante, lo mejor es optar por raciones lipogénicas (< 14,5 % almidón y > 5,5 % grasas, en base a ácidos grasos saturados, principalmente C16:0 y C18:0).

En cambio, en los mercados que dan prioridad al contenido de proteína, es recomendable decantarse por una ración glucogénica rica en almidón y con un buen aporte de proteínas y aminoácidos. Sin embargo, las raciones glucogénicas deben evitarse al final de la lactación, ya que podrían provocar un sobre engrasamiento y causar graves problemas en la siguiente lactación (Taweel, 2016).

La formulación y el manejo de la ración al final de la lactación deben estar dirigidos a evitar que la condición corporal de la vaca sea demasiado alta en el momento de iniciar el secado. Las raciones al final de la lactación deben ser lipogénicas y fibrosas (basadas en altos niveles de fermentación de la fibra, del acetato y del butirato) y aportar poca cantidad de energía, almidón (< 11 %) y proteína (< 14 %) (Wheeler, 2006).

**Cuadro 1.** Requerimientos de materia seca según el peso del animal y su producción láctea.

Peso vivo (kg)	400	500	600	700	800
Producción de leche corregida al 4% (kg)	% respecto al peso vivo				
10	2,7	2,4	2,2	2,0	1,9
15	3,2	2,8	2,6	2,3	2,2
20	3,6	3,2	2,9	2,6	2,4
25	4,0	3,5	3,2	2,9	2,7
30	4,4	3,9	3,5	3,2	2,9
35	5,0	4,2	3,7	3,4	3,2

**Fuente:** National Research Council (NCR), 2001

**Autor:** Jim Linn Ph.D.

### **2.2.3. Alimentación Durante el Periodo de Pre-parto**

Comprendido de dos a tres semanas antes del parto permite a las bacterias readaptarse a nuevos cambios en la ración alimenticia, teniendo que adaptarlos preferentemente a una alimentación con cereales, ajustándose a una disminución de 20 % del total de ingesta de materia seca (Wheeler, 2006).

Dos semanas antes de la fecha esperada del parto, se debe comenzar la introducción de cereales, hasta un máximo equivalente al 1% de su peso corporal. En esta fase, cantidades de 5 a 7 kg/día para las vacas de raza Holstein, y de 4 a 5 kg/día para vacas de raza Jersey, son adecuadas (Wheeler, 2006).

Aportar nutrientes hepatoprotectores con la ración glucogénica durante el periodo de transición, como la colina, la niacina y la metionina protegidas, mejora el metabolismo y la función del hígado. La colina y la metionina protegidas son donantes de grupos metilo esenciales para el transporte de lípidos, por lo que contribuyen a reducir la acumulación de triglicéridos en el hígado. La niacina protegida está implicada en la mayoría de vías energéticas del animal y de sus células, por lo que favorece la oxidación completa de los NEFA en el hígado y la disminución de los niveles sanguíneos de cuerpos cetónicos (Taweel, 2016).

## **2.3. ALIMENTOS PARA VACAS EN PRODUCCIÓN**

### **2.3.1. Forrajes**

Los forrajes son las partes vegetativas de las plantas gramíneas o leguminosas que contienen una alta proporción de fibra (más de 30% de fibra neutro detergente). Pueden ser pastoreados directamente, o cosechados para servir fresco y preservados como ensilaje o heno. Según la etapa de lactancia, pueden contribuir desde casi 100% (en vacas no-lactantes) a no menos de 30% (en vacas en la primera parte de lactancia) de la materia seca en la ración (FAO, 1995)

Las características generales de forrajes son los siguientes:

**Volumen:** Limita el cuanto puede comer la vaca. La ingestión de energía y la producción de leche pueden ser limitadas si hay demasiado forraje en la ración. Aunque estimulan la rumia y mantienen la salud de la vaca.

**Alta fibra y baja energía:** Forrajes pueden contener de 30 hasta 90% de fibra (fibra neutro detergente).

**Contenido de proteína:** Es variable, según la madurez, las leguminosas pueden tener 15 a 23% de proteína cruda, gramíneas contienen 8 a 18% proteína cruda (según el nivel de fertilización con nitrógeno) y los residuos de cosechas pueden tener solo 3 a 4% de proteína cruda (paja).

Los forrajes de alta calidad pueden constituir dos tercera partes de la materia seca en la ración de vacas, que comen 2.5 a 3% de su peso corporal como materia seca. Las vacas comen más de una leguminosa, que una gramínea en la misma etapa de madurez; sin embargo, forrajes de buena calidad, combinados con raciones balanceadas, suministran mucho de la proteína y energía necesarias para la producción de leche. Además este alimento resiste mejor a la sequía y pueden agregar 200kg de nitrógeno /año/hectárea al suelo porque conviven asociados con bacteria que pueden convertir nitrógeno del aire a fertilizante nitrogenado. Siendo imprescindible evitar su exceso de maduración, porque pierden su potencial nutritivo (Amaral, 2015).

### **2.3.2. Suplementos Alimenticios**

Los suplementos permiten proveer una fuente de energía o de proteína adicional para completar sus requerimientos. Los granos de cereales contienen menos del 12 % proteína cruda, pero las harinas de semillas oleaginosas (soya, algodón, maní) pueden contener hasta 50 % de proteína cruda. Los concentrados tienen alta palatabilidad y son consumidos rápidamente (Cordova, 2014).

Los subproductos son las partes de las plantas que se quedan luego de haber procesado parte de ellos, tales como; cascara de café, de cítricos, de maní entre otros (Amaral, 2015).

Algunas características generales son las siguientes:

- Son baratos y voluminosos.
- Son altos en fibra indigestible debido a su contenido alto de lignina.
- Bajo contenido de proteína cruda.
- Tratamientos químicos pueden mejorar su valor nutritivo.
- Requieren suplementación adecuada especialmente con proteína y minerales.

Los residuos de cosecha, representan las sobras que quedan en el campo después de cosechar el cultivo principal (por ejemplo panca de maíz, paja de cereales, bagazo de caña de azúcar, heno de maní, follaje de yuca etc.). Los residuos pueden ser pastoreados, procesados como un alimento seco, o convertidos a ensilaje (Hazard, 2005).

#### **2.4. LA YUCA**

La yuca (*Manihot esculenta Crantz*) pertenece a la familia Euphorbiaceae, constituida por unas 7 200 especies que se caracterizan por el desarrollo de vasos laticíferos compuestos por células secretoras o galactocitos que producen una secreción lechosa. Su centro de origen genético se encuentra en la Cuenca Amazónica (Yèpez & Pèrez, 2011).

La propagación rápida se puede realizar mediante el método de inducción de retoños, que consiste en la inducción de brotes y su posterior enraizamiento, a partir de estacas de dos nudos; en promedio cada estaca de dos yemas llega a producir alrededor de ocho retoños en un año, cortando cada 20 días, por lo cual de una planta adulta de ramificación tardía se pueden obtener en un año hasta 800 retoños y el método de multiplicación por esquejes de una hoja y una yema, consiste en inducir el enraizamiento de una yema con su correspondiente hoja; aunque requiere más equipo que el sistema de retoños su potencial de propagación es mucho mayor, ya que en un año y medio es posible producir alrededor de 60 000 estacas a partir de una sola planta madre (Suarez & Mederos, 2011).

El cultivo de yuca demanda una cantidad apreciable de mano de obra, especialmente en la siembra y la cosecha. En países como Brasil y Tailandia se ha avanzado en el desarrollo de sistemas mecanizados de siembra y

cosecha y se ha reducido apreciablemente el costo de producción. Los avances logrados en los últimos años en el desarrollo de variedades de yuca con alto potencial de rendimiento ayudan a mejorar la productividad del cultivo (FAO, 1998).

#### **2.4.1. Follaje de Yuca**

El rendimiento de forraje de yuca puede llegar hasta 20,000 kg de materia seca/ha en cuatro cortes durante un período de 11 meses con una población de 110,000 plantas/ha (Fuenmayor & col., 2005). Como en la mayoría de los árboles y arbustos, la concentración de proteína en las hojas casi no cambia con la edad. La yuca se encuentra en todas partes del trópico, la cosecha del forraje es fácil y eficiente y puede también ser utilizada para la alimentación humana en caso de necesidad (CLAYUCA, 2016).

Los resultados del uso del follaje de la yuca en dietas de melaza-urea en los años 90 fueron muy alentadores. De igual manera la alta tasa de ganancia de peso al proporcionar el follaje de yuca como fuente única de proteína y fibra en la dieta indica que es muy probable que parte de la proteína del follaje de la yuca se escape de la fermentación ruminal (Preston y col, 1998).

Actualmente en Tailandia y Colombia se está promoviendo el uso del follaje de la yuca como suplemento para vacas lecheras. En tal caso se ha escogido la henificación como método para procesar el follaje. Los resultados han sido alentadores del punto de vista del consumo y la digestibilidad (CLAYUCA, 2016).

#### **2.4.2. Valor Nutricional**

La raíz y el follaje del cultivo de la yuca son dos subproductos, que balanceados con otros componentes de la dieta, son de alto valor nutritivo. La raíz es fundamentalmente rica en carbohidratos y el follaje es uno de los materiales vegetales verdes con mayor concentración proteica, y contiene más grasa y fibra que las raíces. Normalmente las hojas contienen más del doble de proteínas que los tallos, y también son más ricas en caroteno, calcio y fósforo. En el caso de la yuca la concentración de fósforo es mayor

en la raíz, mientras la de calcio es mayor en el follaje (Quiñonez & col, 2007).

**Cuadro 2.** Composición química de la raíz y follaje de la yuca (%)

Nutrientes	Raíces		Follaje	
	Base húmeda	Base seca	Base húmeda	Base seca
<b>Materia seca</b>	<b>35,00</b>	<b>100,00</b>	<b>28,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Proteína cruda</b>	<b>1,1</b>	<b>3,10</b>	<b>6,80</b>	<b>24,00</b>
<b>ELN</b>	<b>31,70</b>	<b>90,50</b>	<b>10,60</b>	<b>37,70</b>
<b>Extracto etéreo</b>	<b>0,47</b>	<b>1,30</b>	<b>1,80</b>	<b>6,50</b>
<b>Fibra cruda</b>	<b>1,10</b>	<b>3,10</b>	<b>5,80</b>	<b>20,60</b>
<b>Ceniza</b>	<b>0,70</b>	<b>1,90</b>	<b>1,70</b>	<b>6,00</b>
<b>Calcio</b>	<b>0,10</b>	<b>0,33</b>	<b>0,43</b>	<b>1,50</b>
<b>Fósforo</b>	<b>0,50</b>	<b>0,44</b>	<b>0,08</b>	<b>0,27</b>

Fuente: Quiñonez y col, 2007

El contenido de vitaminas y minerales en las raíces de yuca es bajo, especialmente cuando se compara con otras materias primas de uso común en la alimentación animal.

#### **2.4.3. Sustancias Anti-nutricionales**

El principal representante es el ion cianuro y cianógenos, principalmente de las variedades amargas, siendo más tóxicos la linamarina y la lotaustralina pertenecientes a la familia de los tóxicos glucósidos cianógenos. Naturalmente la yuca contiene cantidades variables de estos compuestos, los mismos que por acción de la linamarasa se hidrolizan, liberando el radical cianuro y consiguientemente los jugos gástricos lo transforman en ácido cianhídrico, compuesto muy tóxico para los seres vivos.

Según el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) el máximo de cianuro en derivados de yuca para alimentación animal no debe superar las 100 ppm (Gil & Builtrago, 2002).

Diversos estudios se han hecho sobre el efecto del procesamiento de las hojas en la concentración de ácido cianhídrico en el producto final. Parece que a partir del sexto semana del período de ensilaje, el nivel de esta sustancia tóxica disminuye a un nivel que no es tóxico para los animales monogástricos que son más sensibles a este compuesto.

En el caso de los rumiantes el proceso de digestión fermentativa en el rumen neutraliza el efecto del ácido cianhídrico y no se han reportado problemas aun suministrando el follaje en forma fresca. De hecho, se ha observado en Tailandia que el alimentar las vacas lecheras con heno del follaje de yuca conlleva a una prolongación de la vida útil de la leche fresca, facilitando así la recolección de la leche en situaciones donde no se cuenta con equipos de refrigeración a nivel de finca. (Preston et al, 1998).

## 2.5. TRABAJOS RELACIONADOS

Gómez & col. (2016) valoraron la **“Producción y calidad del forraje de tres variedades de yuca bajo tres densidades de siembra”** en tres repeticiones, logrando resultados en el contenido de proteína bruta de hasta 20,26% como media general, estados de fibra neutro detergente de hasta 50,1%, variando significativamente de acuerdo a la variedad, densidad y edad de corte con respecto a su siembra. Se apreció notablemente un incremento mayor de la proteína bruta a densidades de 55.000 y 70.000 plantas/ha.

Yépez y Pérez (2011) evaluaron la **“Suplementación con yuca y follaje de yuca (Manihot esculenta crantz) en ganado doble propósito en época de verano”** donde apreciaron, un incremento en la producción de leche de hasta un 39,1% con respecto al grupo testigo, sin apreciar diferencia estadística en la cuantificación de grasa, proteína y sólidos totales, con un marcado sustento en la condición corporal en relación a los individuos no suplementados.

Wanapat (2001), estudio **El rol del heno de yuca como alimento animal** en bovinos Holstein al pastoreo, suplementándolos con 1 y 2 kg/vaca/día, lograron obtener resultados de hasta de hasta 3,2% de ingesta de (MS)/peso vivo, con un contenido de proteína cruda del 25%, y 71% de digestibilidad, apreciando un incremento notable de la producción de leche, al igual que los niveles de tiocianato en la misma, compuesto al que se le atribuye propiedades conservantes de la leche fresca.

Wanapat, et al (2000), **Efecto del nivel de suplementación con heno de yuca y uso de concentrados en el rendimiento y composición de la leche**, encontrando 23,4% de proteína cruda, con un incremento del 2,6 al 3,0% del consumo de materia seca en relación al peso vivo y una producción láctea de hasta valores de 0.4 ltr/vaca respecto a la producción con alimento concentrado, mejorando el contenido de grasa en la leche.

Hue, (2012), **Follaje de yuca en sistema de alimentación de ovejas en Vietnam**. Obteniendo datos de consumo de materia seca de 3,3% de MS en relación al peso vivo, administrado al lividum, sin afectar su fisiología, cardíaca y respiratoria, apreciando también una muy buena digestibilidad del follaje de yuca, en los animales.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. MATERIALES**

##### **3.1.1. Materiales de Campo**

- Cuatro vacas en producción
- Establo
- Instalaciones de ordeño
- Potrero de pastoreo
- Picadora de pastos
- Pasto de corte
- Follaje de yuca deshidratado
- Harina de maíz
- Soya
- Sales minerales
- Báscula
- Recipientes para raciones
- Balanza digital
- Lactoscan
- Recipientes para muestreo de leche
- Cámara fotográfica
- Registros
- Vestimenta de campo

##### **3.1.2. Materiales de Oficina**

- Computadora
- Impresora
- Materiales de oficina

#### **3.2. MÉTODOS**

##### **3.2.1. Ubicación**

El experimento se ejecutó en la Estación Experimental “Punzara” de la Universidad Nacional de Loja, ubicada a una altitud de 2235 msnm, con una temperatura media anual de 15,9°C, precipitación anual de 906,9 mm,

humedad relativa del 74,5 %, correspondiéndole una formación ecológica Bosque seco Montano bajo (Bs-Mb).

### 3.2.2. Descripción y Adecuación de Instalaciones

Se contó con un establo equipado con un bebedero central, comederos, picadora de pastos, área de ensilaje (bodega), sala de ordeño, mangas, corral de espera, y una área de pastoreo (1 Ha).

### 3.2.3. Descripción e identificación de las Unidades Experimentales

Se utilizaron 4 vacas mestizas Holstein friesian en producción, de diferentes partos (edades) y curvas productivas de  $\pm 1$  mes de diferencia, con un peso promedio de  $490 \pm 30$  kg y una producción media diaria de  $7,5 \pm 4$  ltr/vaca, con su respectivo arete de identificación, constituyéndose en sí misma en una unidad experimental.

### 3.2.4. Elaboración de las Raciones experimentales

Mediante el método del tanteo, se formularon cuatro raciones experimentales, procurando igualarlas con el 14% de proteína. Previo a la elaboración de las raciones, se procedió a la recolección, picado y secado del follaje de yuca; luego se mezclaron los ingredientes de las raciones y finalmente se las almaceno, quedando listas para su administración.

**Cuadro 3.** Raciones suplementarias con diferentes niveles de inclusión de follaje de yuca, elaboradas por el método de tanteo.

Insumos	Ración 1	Ración 2	Ración 3	Ración 4
Pasto picado	50,0	50,0	50,0	50,0
Maíz molido	29,0	23,0	17,0	11,0
Torta de soya	20,5	16,5	12,5	8,5
Follaje de yuca	0,0	10,0	20,0	30,0
Sales minerales	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

**Fuente:** Proyecto de tesis Medicina Veterinaria- AARNN-UNL (2016)

**Elaboración:** El autor

### 3.2.6. Descripción de los Tratamientos

Se evaluaron cuatro raciones suplementarias, de la siguiente manera:

### 3.2.6.1. Tratamiento uno

Correspondió al grupo testigo, que se alimentó con 2 kg de la ración suplementaria uno (sin follaje de yuca), durante 10 días de adaptación y 5 días de evaluación.

### 3.2.6.2. Tratamiento dos

Consistió en el suministro de 2 kg de la ración dos, con un 10% de follaje de yuca en su composición, durante 10 días de adaptación más 5 días de evaluación.

### 3.2.6.3. Tratamiento tres

Consistió en el suministro de 2 kg de la ración tres, con el 20% de follaje de yuca por kg de ración, durante 10 días de adaptación y 5 días de evaluación

### 3.2.6.4. Tratamiento cuatro

Consistió en el suministro de 2 kg de la ración cuatro, con el 30% de follaje de yuca en la misma, durante 10 días de adaptación y 5 días de evaluación

### 3.2.7. Diseño Experimental

Se utilizó el diseño de cuadrado latino 4 x 4 con cuatro tratamientos (raciones experimentales) y cuatro periodos, conforme se detalla en el siguiente esquema:

<b>Periodo</b>	<b>Raciones</b>			
1	A	B	D	C
2	B	C	A	D
3	C	D	B	A
4	D	A	C	B

A= ración 1; B= ración 2; C= ración 3 y D= ración 4

**Cuadro 4.** Esquema del experimento

Periodos	Raciones				Duración (días)		Unds Exp.
					Adaptación	Experimentación	
1	A	B	C	D	10	5	4
2	B	C	D	A	10	5	4
3	C	D	A	B	10	5	4
4	D	A	B	C	10	5	4

**Fuente:** Proyecto de tesis Medicina Veterinaria- AARNN-UNL (2016)

**Elaboración:** El autor

### **3.2.8. Variables en Estudio**

- Valoración bromatológica de las raciones
- Consumo de alimento
- Producción de leche
- Calidad de la leche
- Cambio de peso
- Rentabilidad

### **3.2.9. Toma y Registro de Datos**

#### **3.2.9.1. Valoración química de las raciones**

En el laboratorio de Nutrición Animal del Área Agropecuaria, se realizó el análisis químico proximal de las raciones experimentales, considerando los siguientes componentes:

- Materia Seca (MS)
- Cenizas
- Fibra Bruta (FB)
- Proteína Bruta (PB)
- Extracto Etéreo
- Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)

Todos estos compuestos se los obtendrá por diferencia en relación a materia seca por deshidratación en estufa, incineración y lixiviación de esta materia seca para extraer EE, PB (micro-kendal), ELN, mientras que por digestibilidad se obtiene la FC y finalmente las cenizas por incineración controlada.

### **3.2.9.2. Consumo de alimento**

El consumo del pasto se estimó por diferencia de peso, considerando una ingesta diaria equivalente al 3% del peso vivo en base a materia seca; mientras que las raciones experimentales se suministraron a razón de 2 kg diarios por animal, valorando principalmente su aceptación por parte de los animales.

### **3.2.9.3. Producción de leche**

Se realizó el registro diario de la producción individual de las unidades experimentales, en cada uno de los tratamientos (periodos) una vez transcurrido el periodo de adaptación de 10 días.

### **3.2.9.4. Calidad de la leche**

Mediante observación directa se valoró las características organolépticas de la leche; mientras que con la ayuda de un Lactoscan, se realizó el análisis químico para determinar el contenido de grasa y proteína. Estas mediciones se efectuaron al inicio y finalización del periodo de evaluación.

### **3.2.9.5. Cambio de peso**

Se tomó y registró el peso al inicio y final de cada periodo experimental con los animales en ayunas; el cambio de peso se calculó por diferencia entre el peso inicial y el peso final.

### **3.2.9.6. Rentabilidad**

Se hizo una relación entre los ingresos y los costos generados en la investigación, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$R = \frac{IN}{CT} \times 100$$

*R= Rentabilidad; IN= Ingreso Neto; CT= Costo Total*

Para los costos se consideraron los siguientes rubros: costo de la alimentación, instalaciones, mano de obra, sanidad. Los ingresos se obtuvieron de la venta de la leche.

### **3.2.10. Análisis Estadístico**

Con la ayuda del programa estadístico Infostat versión 2012 (Balzarini, 2012), se realizó el análisis de varianza (*P-valor*, *E. Estándar*) de las variables de consumo de alimento, producción láctea, calidad de la leche y cambio de peso. Esto mediante un diseño cuadrado latino 4 x 4, aplicándose la prueba de Tukey para comparación de promedios ( $p \leq$  o  $\geq 0,05$ ).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS RACIONES

Se realizó el análisis bromatológico de las raciones experimentales, los resultados se detallan en el cuadro 5.

**Cuadro 5.** Composición química de las raciones experimentales en base a materia seca (%).

Muestra	M.S.	Cz	E.E.	P.C.	F.C.	E.L.N.
<b>Ración 1 (0% F. Yuca)</b>	54,21	4,82	5,91	<b>14,61</b>	<b>12,41</b>	62,25
<b>Ración 2 (10% F. Yuca)</b>	53,83	5,62	6,03	<b>15,04</b>	14,46	58,85
<b>Ración 3 (20% F. Yuca)</b>	58,04	6,95	3,91	<b>14,54</b>	20,97	53,63
<b>Ración 4 (30% F. Yuca)</b>	60,64	8,92	3,39	<b>13,50</b>	<b>24,07</b>	50,12

**Fuente:** Laboratorio de Nutrición Animal AARNR – UNL (Agosto 2016)

M.S: Materia Seca; Cz: Cenizas; E.E: Extracto Etéreo; P.C: Proteína Cruda; F.C: Fibra Cruda; E.L.N: Extracto Libre de Nitrógeno,

La composición bromatológica de las raciones experimentales presentó variaciones en el contenido de materia seca que van del 54,21% en la ración uno al 60,64% en la ración cuatro; el contenido de proteína cruda estuvo por el orden del 14,61% para el grupo testigo y 15,04% para el T<sub>2</sub>; observándose oscilaciones de fibra cruda entre 12,41% y 24,07% en las raciones uno y cuatro respectivamente.

### 4.2. CONSUMO DE ALIMENTO

El consumo del pasto en pradera (*Pennisetum clandestinum*) se estimó, considerando una ingesta diaria equivalente al 3% del peso vivo en base a materia seca; mientras que las raciones experimentales se suministraron a razón de 2 kg diarios por animal. Los resultados se presentan en la tabla 6 y figura 1.

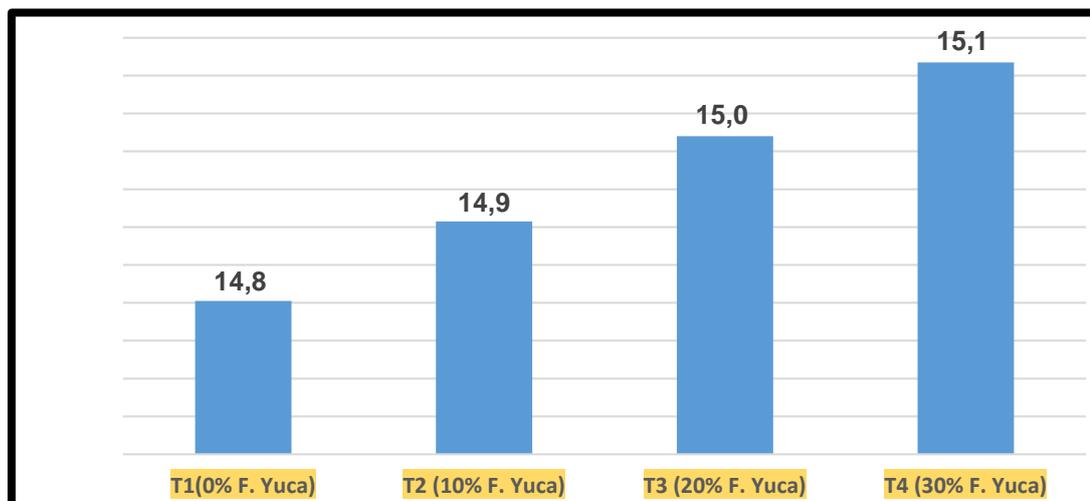
**Cuadro 6.** Consumo de alimento (MS) en vacas Holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias (kg).

N. Animal	Tratamientos			
	T <sub>1</sub> (0% FY)	T <sub>2</sub> (10% FY)	T <sub>3</sub> (20% FY)	T <sub>4</sub> (30% FY)
1	14,9	15,1	15,2	15,4
2	13,8	14,0	14,1	14,2
3	15,8	15,9	15,9	16,0
4	14,4	14,6	14,6	14,7
<b>Total</b>	<b>59,0</b>	<b>59,4</b>	<b>59,9</b>	<b>60,3</b>
<b>Promedio</b>	<b>14,8<sup>c</sup></b>	<b>14,9<sup>b</sup></b>	<b>15,0<sup>ab</sup></b>	<b>15,1<sup>a</sup></b>

**Fuente:** Investigación de campo, Agosto – Septiembre del 2016

**Elaboración:** El autor.

El consumo de alimento fue estadísticamente superior ( $p \leq 0,0008$ ) en el tratamiento cuatro correspondiente a la ración con el 30% de follaje de yuca, con 15,1 kg/día; mientras que el tratamiento uno (sin follaje de yuca) presentó menor consumo con 14,8 kg por día de materia seca ingerida.



**Figura 1.** Consumo de alimento (MS) en vacas Holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias (kg).

### 4.3. PRODUCCIÓN DE LECHE

Se registró la producción de leche de cada unidad experimental durante los 5 días de cada periodo experimental, luego se promedió para obtener la

producción diaria por animal; los resultados se resumen en el cuadro 7 y figura 2.

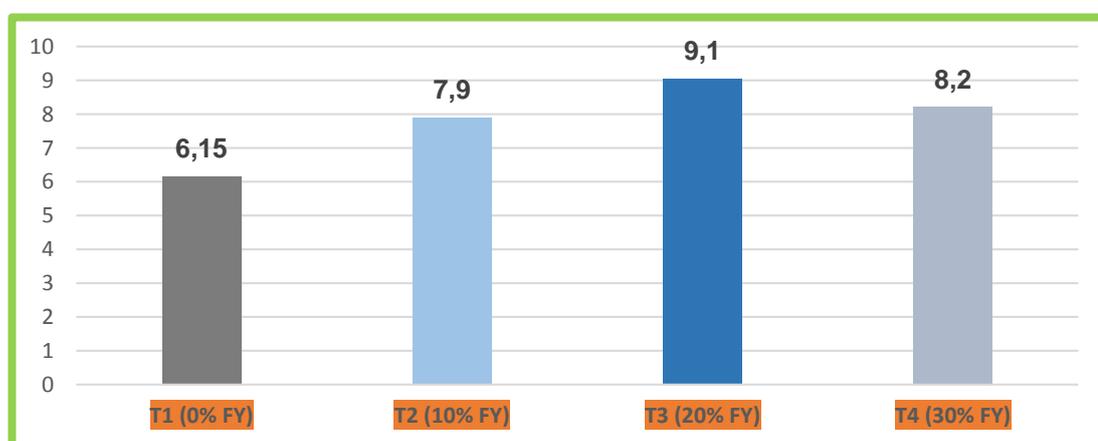
**Cuadro 7.** Producción de leche en vacas Holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias (l/vaca/día).

Nº.	Tratamientos			
Animal	T <sub>1</sub> (0% FY)	T <sub>2</sub> (10%FY)	T <sub>3</sub> (20% FY)	T <sub>4</sub> (30% FY)
1	4,8	6,4	8,2	7,4
2	4,0	4,8	5,8	6,6
3	9,8	12,4	13,6	10,6
4	6,0	8,0	8,6	8,2
<b>Total</b>	<b>24,6</b>	<b>31,6</b>	<b>36,2</b>	<b>32,8</b>
<b>Promedio</b>	<b>6,15<sup>b</sup></b>	<b>7,9<sup>ab</sup></b>	<b>9,1<sup>a</sup></b>	<b>8,2<sup>a</sup></b>

**Fuente:** Investigación de campo, Agosto – Septiembre del 2016

**Elaboración:** El autor.

La producción de leche fue estadísticamente superior ( $p \leq 0,0069$ ) en el tratamiento tres con 9,1 l/vaca/día; mientras que grupo testigo produjo 6,15 l/vaca/día, evidenciando una diferencia de 2,95 l entre los dos grupos experimentales.



**Figura 2.** Producción de leche en vacas Holstein en pastoreo con cuatro raciones suplementarias (l/vaca/día).

#### 4.4. CALIDAD DE LA LECHE

##### 4.4.1. Características Organolépticas

Se analizaron las características organolépticas de la leche como color, olor y sabor; las mismas que no se vieron afectados por el suministro de las raciones experimentales.

#### 4.4.2. Composición Química

##### 4.4.2.1. Contenido de grasa

El contenido de grasa de la leche, no se vio afectado por el suministro de las raciones experimentales. Los resultados se detallan en el cuadro 8 y figura 3.

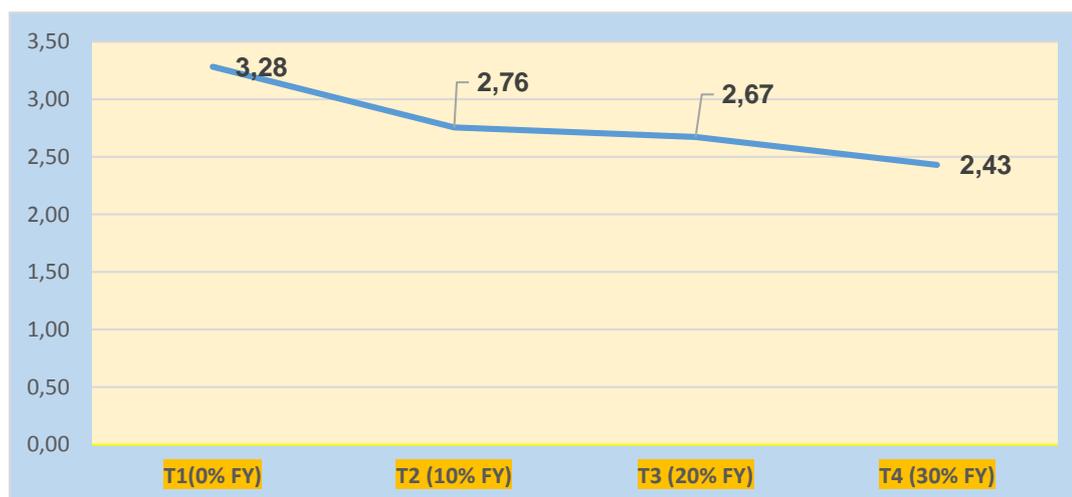
**Cuadro 8.** Contenido de grasa en la leche de vacas Holstein alimentadas con raciones suplementarias a base de follaje de yuca (%).

Nº.	Tratamientos			
Animal	T <sub>1</sub> (0% FY)	T <sub>2</sub> (10% FY)	T <sub>3</sub> (20% FY)	T <sub>4</sub> (30% FY)
1	3,60	2,61	2,95	2,38
2	4,01	2,97	2,88	2,95
3	2,02	2,56	2,19	2,09
4	3,50	2,88	2,67	2,30
<b>Total</b>	<b>13,13</b>	<b>11,02</b>	<b>10,69</b>	<b>9,72</b>
<b>Promedio</b>	<b>3,28<sup>a</sup></b>	<b>2,76<sup>a</sup></b>	<b>2,67<sup>a</sup></b>	<b>2,43<sup>a</sup></b>

**Fuente:** Investigación de campo, Agosto – Septiembre del 2016

**Elaboración:** El autor.

El contenido de grasa no evidencio diferencia estadística ( $P=0,11$ ) logrando un 3,02%, en el grupo testigo; mientras en que los tratamientos que contenían follaje de yuca se apreció una disminución progresiva a medida que se incrementó el nivel de inclusión; llegando a un porcentaje del 2,43% en la ración cuatro (30% de follaje de yuca).



**Figura 3.** Contenido de grasa de la leche en vacas Holstein alimentadas con cuatro raciones suplementarias a base de follaje de yuca (%)

#### 4.4.2.2. Contenido de proteína

El contenido de proteína de la leche, se vio ligeramente afectada por acción de las raciones experimentales. Los resultados se detallan en el cuadro 9.

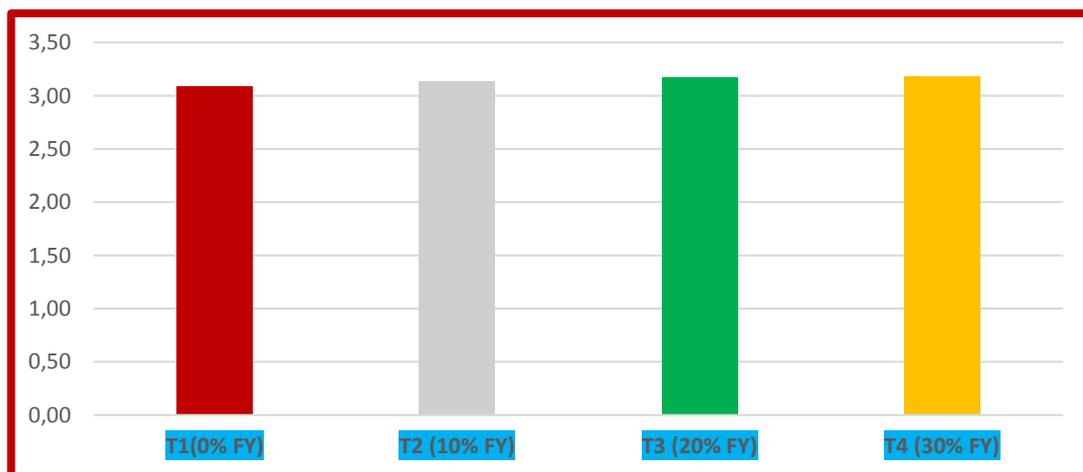
**Cuadro 9.** Contenido de proteína de la leche en vacas Holstein con raciones suplementarias a base de follaje de yuca (%).

Nº.	Tratamientos				
	Animal	T <sub>1</sub> (0% FY)	T <sub>2</sub> (10% FY)	T <sub>3</sub> (20% FY)	T <sub>4</sub> (30% FY)
1		3,12	3,22	3,21	3,29
2		3,00	3,04	3,18	3,18
3		3,02	3,11	3,09	3,06
4		3,22	3,18	3,20	3,19
<b>Total</b>		<b>12,36</b>	<b>12,55</b>	<b>12,68</b>	<b>12,72</b>
<b>Promedio</b>		<b>3,09<sup>a</sup></b>	<b>3,14<sup>a</sup></b>	<b>3,17<sup>a</sup></b>	<b>3,18<sup>a</sup></b>

**Fuente:** Investigación de campo, Agosto – Septiembre del 2016

**Elaboración:** El autor.

No se detectó diferencia estadística ( $p \leq 0,2$ ) en el contenido de proteína de los cuatro grupos experimentales; sin embargo, el grupo testigo presentó un menor contenido con el 3,09 %; mientras que el tratamiento cuatro alcanzó 3,18 %.



**Figura 4.** Contenido de proteína de la leche en vacas Holstein con cuatro raciones suplementarias a base de follaje de yuca (%)

#### 4.5. CAMBIO DE PESO

Se registró el peso al inicio y final de cada periodo, a la misma hora, y con los animales en ayunas, los resultados se presentan en el cuadro 10 y figura 5.

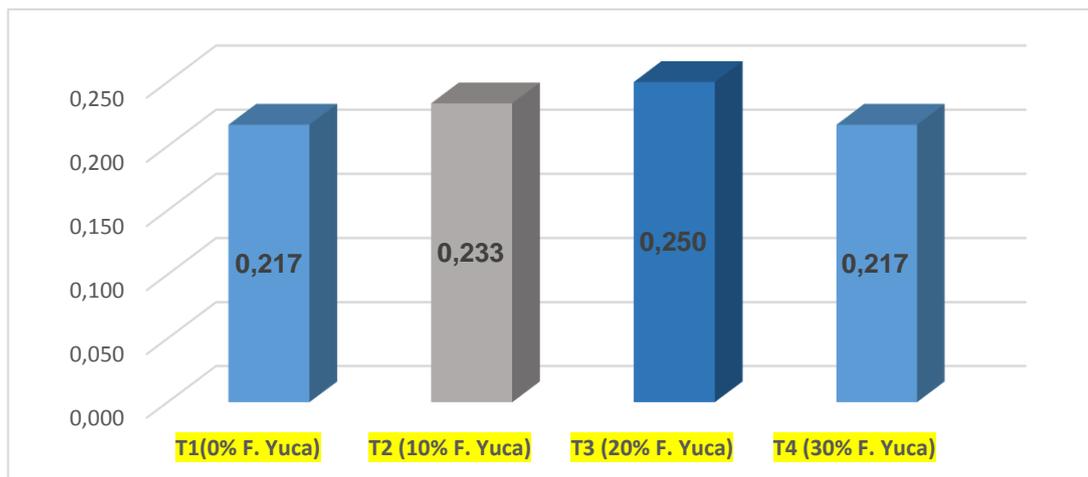
**Cuadro 10.** Ganancia de peso en vacas Holstein alimentadas con raciones suplementarias a base de follaje de yuca (g/d).

N°. ANIMAL	Tratamiento			
	T <sub>1</sub> (0% FY)	T <sub>2</sub> (10% FY)	T <sub>3</sub> (20% FY)	T <sub>4</sub> (30% FY)
1	0,333	0,267	0,333	0,333
2	0,200	0,267	0,333	0,267
3	0,133	0,133	0,133	0,133
4	0,200	0,267	0,200	0,133
<b>Total</b>	<b>0,867</b>	<b>0,933</b>	<b>1,000</b>	<b>0,867</b>
<b>Promedio</b>	<b>0,217<sup>a</sup></b>	<b>0,233<sup>a</sup></b>	<b>0,250<sup>a</sup></b>	<b>0,217<sup>a</sup></b>

**Fuente:** Investigación de campo, Agosto – Septiembre del 2016

**Elaboración:** El autor.

No se detectó diferencia estadística en el cambio de peso de las vacas en los cuatro grupos experimentales; sin embargo todos los animales evidenciaron un incremento de peso mayor a 200 g/día, siendo el tratamiento tres (T3) el que obtuvo mayor ganancia con 250 g/día.



**Figura 5.** Ganancia de peso en vacas Holstein alimentadas con raciones suplementarias a base de follaje de yuca.

#### 4.6. ANÁLISIS ECONÓMICO

Se determinó la rentabilidad, relacionando los costos de producción y los ingresos generados, en cada uno de los grupos experimentales. Para los costos se consideró: la alimentación, mano de obra y sanidad; mientras que los ingresos se estimaron en base al precio de venta de la leche y la producción diaria obtenida en los cinco días de registro de datos.

##### 4.6.1. Costos de Producción

En los costos de producción se consideró los siguientes rubros: alimentación, sanidad y mano de obra.

##### 4.6.1.1. Alimentación

**a. Forraje.-** Se consideró el valor de arrendamiento del potrero de 1 ha, a razón de \$ 60 por los 20 días que duró el experimento, que dividido para las 4 vacas y los cuatro periodos de evaluación resultó un costo \$ 3,75.

**b. Ración experimental.-** Se estimó considerando el precio de cada uno de los componentes de las raciones; el valor unitario de cada ración se multiplicó por la cantidad de alimento consumido, generando los siguientes costos:

**Cuadro 11.** Costo de las raciones experimentales.

Tratamientos	Precio/kg (\$)	Consumo/día (kg)	Nº. Días	Subtotal (\$)
T <sub>1</sub> (0%FY)	0,48	2	5	4,80
T <sub>2</sub> (10%FY)	0,42	2	5	4,17
T <sub>3</sub> (20%FY)	0,35	2	5	3,53
T <sub>4</sub> (30%FY)	0,29	2	5	2,90

**Fuente:** Investigación de campo, Agosto – Septiembre del 2016

**Elaboración:** El autor.

#### **4.6.1.2. Sanidad**

Se realizó la desparasitación y vitaminización de los animales, para lo cual se utilizaron los siguientes productos: Ivermectina 1%, Amitraz 20,8%, Vitaminas AD3E, jeringas, agujas. Lo que generó un costo total de \$ 20,0 que dividido para 90 días, correspondientes del protocolo contra ectoparásitos establecido y aplicado en la Quinta, nos marca un valor de \$ 0.22, a este se los multiplica por los cinco días de experimentación de cada animal, nos arroja valor de \$ 1.11 por individuo.

#### **4.6.1.3. Instalaciones**

Principalmente en la adecuación y preparación del área de secado o henificado del follaje de yuca, y por la utilización de la picadora de pasto, donde se invirtió un estimado de \$ 10.00, a este valor se lo divide para cuatro periodos a experimentar, arrojando \$ 2.50 para cada uno.

#### **4.6.1.4. Mano de obra**

Se consideró que para las labores de: preparación y suministro de las raciones experimentales, manejo de los animales, ordeño, muestreo y análisis de la leche; se requirió una hora diaria de trabajo. El costo de un jornal es de \$ 16 dólares, es decir \$ 2,0 la hora, multiplicado por 5 días de toma de datos por tratamiento generó un valor total de \$10,0 que dividido para las cuatro vacas resultó costo de \$ 2,5 por animal.

### **4.6.2. Ingresos**

#### **4.6.2.1. Venta de leche**

El precio de venta de la leche se estimó en \$ 0,42 (cuarenta y dos centavos) el litro (de acuerdo al valor establecido y vigente para el año 2016 según el MAGAP). A continuación detallamos los ingresos generados por cada tratamiento, por concepto de la venta de la leche, cuadro 13.

**Cuadro 12.** Ingresos por concepto de venta de la producción láctea.

<b>Tratamientos</b>	<b>Producción de leche (l/día)</b>	<b>Por 5 días de tratamiento (ltr)</b>	<b>Precio/litro (\$)</b>	<b>Total (\$)</b>
<b>T<sub>1</sub> (0%FY)</b>	6,15	30,75	0,42	12,92
<b>T<sub>2</sub> (10%FY)</b>	7,90	39,50	0,42	16,59
<b>T<sub>3</sub> (20%FY)</b>	9,10	45,50	0,42	19,11
<b>T<sub>4</sub> (30%FY)</b>	8,20	41,00	0,42	17,22

**Fuente:** Investigación de campo, Agosto – Septiembre del 2016

**Elaboración:** El autor.

Una vez obtenidas las estimaciones de sanidad, instalaciones, mano de obra y cálculo de los costos en la alimentación, se procede a realizar la suma de todos estos rubros para cada tratamiento, luego le restamos los costos productivos a los valores obtenidos en los ingresos, generando de esta manera el ingreso neto, a este valor lo dividimos para el costo total por tratamiento y lo multiplicamos por cien (100), obteniendo finalmente la rentabilidad porcentual para cada tratamiento experimentado. Los resultados se detallan en el cuadro 13 y figura 6.

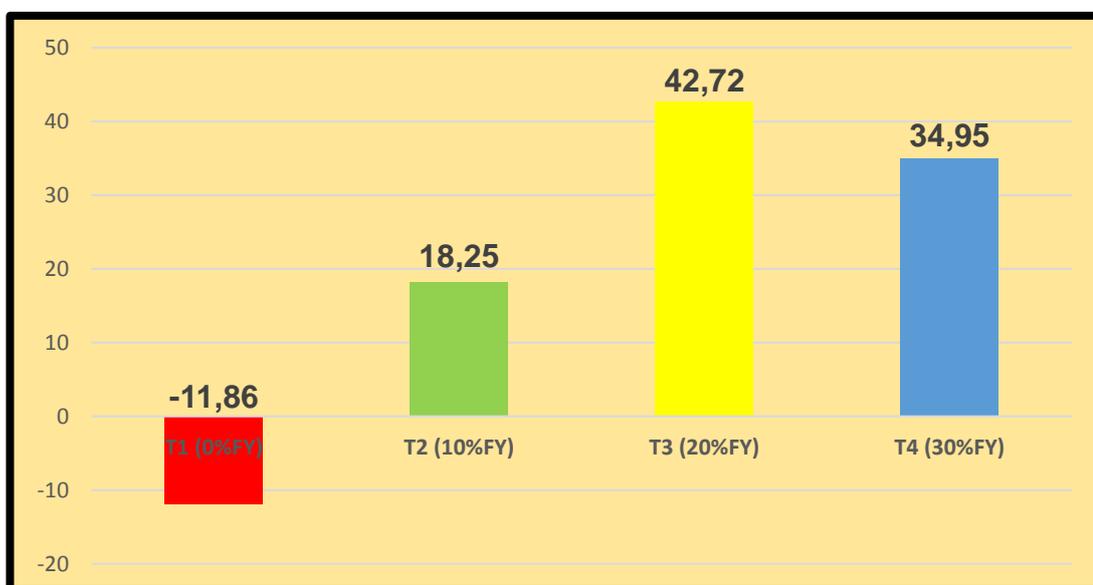
**Cuadro 13.** Costos, ingresos y rentabilidad de los cuatro grupos experimentales (%).

RUBROS	TRATAMIENTOS			
	T <sub>1</sub> (0%FY)	T <sub>2</sub> (10%FY)	T <sub>3</sub> (20%FY)	T <sub>4</sub> (30%FY)
<b>A. COSTOS</b>				
Forraje	3,75	3,75	3,75	3,75
Ración	4,80	4,17	3,53	2,90
Sanidad	1,11	1,11	1,11	1,11
Instalaciones	2,50	2,50	2,50	2,50
Mano de obra	2,50	2,50	2,50	2,50
<b>Costo total</b>	<b>14,66</b>	<b>14,03</b>	<b>13,39</b>	<b>12,76</b>
<b>B. INGRESOS</b>				
<b>Ingreso total</b>	<b>12,92</b>	<b>16,59</b>	<b>19,11</b>	<b>17,22</b>
Ingreso neto	-1,74	2,56	5,72	4,46
<b>C. RENTABILIDAD (%)</b>	<b>-11,86</b>	<b>18,25</b>	<b>42,72</b>	<b>34,95</b>

**Fuente:** Investigación de campo, Agosto – Septiembre del 2016

**Elaboración:** El autor.

El tratamiento tres alcanzó la mayor rentabilidad con 42,72%; lo que significa, que por cada \$100 de inversión se gana \$ 42.72; mientras que el tratamiento uno (testigo) generó pérdidas por el orden del 11,86%.



**Figura 6.** Rentabilidad en vacas Holstein en producción con cuatro raciones experimentales a base de follaje de yuca (%).

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA

Las raciones suplementarias elaboradas con diferentes niveles de inclusión de follaje de yuca (10, 20 y 30%), presentaron ligeras variaciones en el contenido de materia seca, con un valor medio de 56,7%; el contenido de proteína varió de 13,4 a 15,0%; mientras que fibra cruda osciló entre 12,4 y 24,1%. Estos resultados son inferiores a los reportados por Wanapat et al, (2000) reporto valores de proteína cruda de 24% en el heno de follaje de yuca suplementado a vacas lecheras al pastoreo, además de un contenido de materia seca del 85%.

No se dispone de información sobre la composición química de raciones elaboradas con follaje de yuca, como fuente de proteína; sin embargo varios autores (Gómez *et al.*, 2016; Quiñonez y col, 2007) afirman que el forraje de yuca fácilmente supera el 20% de proteína y su contenido de fibra es aceptable por lo que resulta un alimento muy adecuado para bovinos de leche.

### 5.2. CONSUMO DE ALIMENTO

El mayor consumo de alimento en base a MS se registró en el tratamiento cuatro, con 15,1 kg/animal/día (3,1%/pv); mientras que el grupo testigo presentó un consumo de 14,8 kg/animal/día (3,0%/pv). Estos resultados son similares a los reportados por Wanapat et al, (1997) obtuvo valores de  $3,2 \pm 0,48\%$  ( $11,2 \pm 0,6$  kg) de ingesta de MS, al administrar heno de follaje de yuca ad libidum en novillos Holstein freisian fistulados. Mientras que este mismo autor (Wanapat M, 2002), logró hasta 15,7 kg (3,3%) de ingesta de MS, al suplementar con  $1,5 \pm 0,5$  kg de heno de follaje de yuca a bovinos lecheros en Tailandia.

El suministro de la ración experimental mejoró el consumo voluntario del pasto, debido a que se logró optimizar los procesos fermentativos del rumen, aprovechando los niveles de energía y amoníaco disponibles para la síntesis de la proteína microbiana, lo cual generó una respuesta positiva en la

producción de leche. Esta afirmación tiene relación con lo manifestado por Cabezas *et al.*, (1978) citado por Yépez y Pérez (2011), en el sentido de que el consumo voluntario se incrementa, cuando se mejora el ambiente ruminal.

### **5.3. PRODUCCION DE LECHE**

El suministro de raciones suplementarias elaboradas con follaje de yuca, generó una buena respuesta en la producción de leche; así tenemos que la ración dos con el 20% de follaje de yuca, registró una producción de 9,1 l/vaca/día, con un incremento de 2,9 l/vaca/día, con respecto al grupo testigo que recibió la ración sin follaje de yuca.

Estos valores son superiores a los obtenidos por Wanapat *et al.*, (2000) quien obtuvo incrementos de 0,97 l/vaca día al suministrar  $1.5 \pm 0.5$  kg de heno de yuca sobre la suplementación en igual cantidad de concentrado comercial; comparativamente Wanapat (2001) logro rendimientos de hasta 1.8 l/vaca/día, sobre el tratamiento base mantenido solo al pastoreo, al suplementar con 1.2 kg de heno de follaje de yuca; y finalmente, Yépez y Pérez (2011) mencionan que no se disminuye la producción de leche al suministrar cantidades de hasta 70% de follaje fresco de yuca y 30% yuca fresca, por ración de 7.2 kg/día en periodo de estiaje de tres meses, mejorando hasta en un 21,7% la producción en relación al grupo testigo en el tercer mes.

### **5.4. CALIDAD DE LA LECHE**

Las características organolépticas de la leche: color, olor y sabor no se vieron afectadas por la inclusión de follaje de yuca seco y molido. Al respecto Sitiola (1998) y citado por Wanapat (2000) manifiesta que la suplementación con heno de follaje de yuca mejora la vida útil en leche fresca, debido a que eleva los niveles de tiocianato en la misma.

El contenido de grasa disminuyó a medida que se incrementa el nivel de inclusión del follaje de yuca, con un 3,28% en el grupo testigo y 2,43% para el tratamiento cuatro (30% de follaje de yuca); contradictoriamente la proteína en leche se mantuvo constante, sin evidenciar diferencia estadística

significativa en los cuatro tratamientos; resultados contrarios a lo registrado por Wanapat (2000), citado por Jiménez y Ramírez (2012), quien afirma, haber obtenido un incremento apreciable en el contenido de grasa, proteína y sólidos totales, al suministrar 1,7 kg/día de heno de follaje de yuca a vacas lactantes.

### **5.5. CAMBIO DE PESO**

No se detectó diferencia estadística en el cambio de peso de las vacas con las cuatro raciones experimentales; observándose la mayor ganancia en el tratamiento tres con 250 g/d. Estos resultados son similares a los obtenidos por Yèpez y Perèz (2011), en bovinos doble propósito suplementados con follaje de yuca y yuca fresca; aunque difieren con los obtenidos por Jiménez (2012) donde manifiesta haber obtenido hasta 475 g/día en bovinos de engorde al suplentarlos con dietas forraje fresco de yuca y pasto elefante.

Según Clayuca (2016), el follaje de la yuca, al ser suministrado a los rumiantes en forma fresca o como heno, actúa como fuente de proteína sobre pasante; por lo que puede ser una alternativa a las fuentes proteicas convencionales como son las harinas de soja, de maní y de pescado.

### **5.6. RENTABILIDAD**

Las raciones con el 20 y 30% de follaje de yuca permitieron obtener buenos niveles de rentabilidad con el 42,72 y 34,95% respectivamente; mientras que el grupo testigo presentó pérdidas por el orden del 11,86%, esto se explica por el efecto de sustitución del follaje de yuca que tiene un precio bajo, respecto a la harina de soja que tiene un valor elevado en el mercado local; ratificando lo mencionado por Wanapat (2001) y Jiménez y Ramírez (2012) al sustituir el follaje de yuca ya sea fresco o como heno, frente a una suplementación a base de concentrado, lograron mejorar la relación beneficio-costos de los hatos experimentales.

## 6. CONCLUSIONES

Del análisis y discusión de los resultados se desprenden las siguientes conclusiones:

- ✓ Las raciones suplementarias elaboradas con diferentes niveles de follaje de yuca, presentan un apreciable valor nutritivo con un contenido de materia seca cercano al 60%, la proteína cruda que bordea el 15%; y la fibra cruda que no supera el 24%, convirtiéndola en una buena alternativa para la suplementación de vacas lecheras en pastoreo.
- ✓ El consumo de alimento se mejoró notablemente con el suministro de las raciones suplementarias, actuando como activadores de la función ruminal, que permitió un mayor aprovechamiento del pasto y una respuesta positiva en la producción de leche.
- ✓ El suministro de la ración con el 20% de follaje de yuca, generó una mejor respuesta en la producción de leche, con un promedio de 9,1 l/vaca/día, lográndose un incremento de 2,9 l/vaca/día, con respecto al grupo testigo que alcanzó una producción de 6,15 l/vaca/día.
- ✓ Las características organolépticas: color, olor y sabor no se vieron afectadas por el suministro de las raciones suplementarias. Así mismo no se apreció variaciones importantes en el contenido de proteína; aunque el contenido de grasa experimentó una disminución considerable, a medida que se incrementó el nivel de inclusión del follaje de yuca, con valores mínimos de 2,43%.
- ✓ Las vacas alimentadas con las raciones suplementarias a base de follaje de yuca, experimentaron ganancias de peso superior al grupo testigo, logrando hasta 250 g/d en el tratamiento tres (20% de follaje de yuca), sin lograr una diferencia estadística significativa.
- ✓ Los niveles de rentabilidad obtenidos con las raciones suplementarias, son aceptables, si se considera que en la actualidad

el costo de oportunidad del dinero no supera el 8%; además existe una buena disponibilidad de follaje de yuca que constituye un residuo de cosecha que no tiene otro tipo de uso.

- ✓ De manera general, se concluye que el uso de raciones suplementarias elaboradas con follaje de yuca constituye una alternativa técnica y económicamente viable para la suplementación alimenticia de vacas lecheras en pastoreo, ya que permite mejorar los niveles de producción y por consiguiente las ganancias.

## 7. RECOMENDACIONES

En base a los resultados y conclusiones alcanzadas en el presente trabajo de investigación, se formulan las siguientes recomendaciones:

- Utilizar raciones suplementarias elaboradas con follaje de yuca, seco y molido en la alimentación de vacas lecheras en pastoreo, ya que permite complementar las deficiencias energéticas y proteínicas del pasto, mejorando los indicadores productivos y económicos.
- Difundir los resultados a los productores de la zona para propiciar su aplicación en las ganaderías de la provincia de Loja y de ésta manera contribuir a mejorar los niveles de producción y productividad de ésta importante actividad pecuaria.
- Desarrollar nuevos trabajos de investigación, orientados a profundizar el estudio sobre la valoración nutritiva del follaje de yuca y la evaluación de otras formas de uso (forraje fresco, heno, ensilaje) en la alimentación animal.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Amaral, D. (2015).** Programas de Alimentacion Rentables para Ganado Lechero. Kentucky: Alta Genetics.
- Bolonchi, et al. (2002).** Comportamiento de Vacas Lecheras en Pastoreo con y sin Suplementación con Concentrado. Agricultura Tecnica, 10-14.
- Buitrago, J. (1990).** Potencial Nutricional de la Yuca. N. J. Buitrago, La Yuca en la Alimentacion Animal (pág. 33). Cali-Colombia: CIAT.
- Ceballos, H. (2002).** La Yuca en Colombia y el Mundo: Nuevas perspectivas para el cultivo milenario. en H. Ceballos, & B. Obispina, La yuca en el Tercer Milenio (pág. 12). Cali-Colombia:CIAT.
- Clayuca, (2016).** Uso de la Yuca en la Alimentacion Animal. Palmira-Colombia.
- Cock, J. (1997).** Usos de la Yuca. en J. Cock, La Yuca Nuevo Potencial para el Cultivo Tradicional (pág. 25). Cali-Colombia: CIAT.
- Fao. (1995).** El Follaje de la Yuca (Manihot esculenta cranz) Como Fuente de Proteína para la Producción Animal en Sistemas Agroforestales. Thu Duc-Vietnam: uta foundation. Obtenido de departamento de agricultura: <http://www.fao.org/docrep/t0690s/t0690s07.htm>
- Finol, G. (2015).** Fisiologia Digestiva de los Rumiantes. SlideShare. Obtenido de SlideShare: <http://es.slideshare.net/anniiitthaespinoza/fisiologa-digestiva-poligastricorumiante>
- Fuenmayor, et al. (2005).** Banco de Germoplasma de Yuca del INIA-CENIAP-Venezuela. Caracas-Venezuela: Egormix-Agricultura. Obtenido de [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_tec/ceniaphoy/articulos/n7/arti/fuenmayor\\_f/arti/fuenmayor\\_f.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/ceniaphoy/articulos/n7/arti/fuenmayor_f/arti/fuenmayor_f.htm)
- Gasque, R. (2012).** Enciclopedia Bovina. Mexico DF: Unam.

- Gil, J., & Builtrago, J. (2002).** La Yuca en la Alimentacion Animal. en B. Ospina, & H. Ceballos, La Yuca en el Tercer Milenio (pág. 528). Cali-Colombia: CIAT.
- Gomez, et al. (2015).** Producción y Calidad del Forraje de Tres Variedades de Yuca bajo Tres Densidades. Temas Agrarios, 14.
- Hazard, S. (2005).** Alimentacion de Vacas Lecheras. Temuco.
- Jimenez, P., & Ramirez, L. (2012).** Manual Tecnico. El Cultivo de la Yuca(Manihot esculenta crantz) Para Producción Forrajera y su Utilización en Alimentación de Bovinos. Palmira-Colombia: Universidad Naciona de Colombia.
- Linn, J. (2001).** Necesidades Nutritivas del Ganado Vacuno Lechero Resumen de las Normas NCR . Minesota: Departamento de Ciencia Animal-Universidad de Minesota.
- Montaldo, A. (1985).** Empleo en la Alimentacion Animal Raciones para Rumiantes. en A. Montaldo, La Yuca o Mandioca (pág. 327). San José-Costa Rica: IICA.
- Osorio, F. (2013).** Prezi.com. Obtenido de prezi.com: <https://prezi.com/mhosmsfrfrdr/anatomia-y-fisiologia-digestiva-de-los-rumiantes/>
- Preston, et al. (1998).** Fao.ORG. Obtenido de Fao.ORG: <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/presto24.htm>
- Quiñonez, R., & col. (2007).** Scielo. Obtenido de Scielo: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s0798-72692007000100006](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0798-72692007000100006)
- Relling, A., & Mattioli, G. (2006).** Fisiologia Digestiva y Metabolica de los Rumiantes . La Plata- Argentina: EDULP.
- Suarez, L., & Mederos, V. (2011).** Apuntes sobre el cultivo de la Yuca (Manihot esculenta Crantz). tendencias actuales. Vol. 32, n.3, pp, 27-35. Cultivos Tropicales. Obtenido de Scielo:

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s0258-59362011000300004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0258-59362011000300004)

**Taweel, H. (2016).** Estrategias Nutricionales para Mejorar la salud de las Vacas. Obtenido de altagenetics: [http://web.altagenetics.com/ecuador/dairybasics/details/12328\\_estrategias-nutricionales-para-mejorar-la-salud-de-las-vacas.html](http://web.altagenetics.com/ecuador/dairybasics/details/12328_estrategias-nutricionales-para-mejorar-la-salud-de-las-vacas.html)

**Unam. (2006).** Alimentos de Bovinos. Mexico DF.

**Wanapat M. (2002).** Papel del Heno de Yuca como Pienso en los Tropicós. Khon Kaen-Tailandia: Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Agricultura, Universidad de Khon Kaen.

**Wanapat, et al. (1997).** Heno de Yuca: Un Nuevo Alimento Estratégico para Rumiantes en la Estación Seca. Khon Kaen-Tailandia: Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Agricultura, Universidad de Khon Kaen.

**Wanapat, et al. (2001).** Efecto del Nivel de Suplementación de Heno de yuca y uso de Concentrado Sobre el Rendimiento y Composición de la Leche. Khon Kaen-Tailandia; Newcastle-Reino Unido: Universidad de Khon Kaen-Universidad de Newcastle.

**Wanapat, M. (2000).** Manipulación y Utilización del Cultivo de Yuca para Mejorar las Proteínas a la Biomasa Energética para la Alimentación de Ganado en el Trópico. Khon Kaen-Tailandia: Departamento de Ciencia Animal.

**Wheeler, B. (2006).** Lechería. Engormix. Obtenido de Lechería. Engormix: <http://www.engormix.com/ma-ganaderia-leche/nutricion/articulos/recomendaciones-alimentacion-vacas-lecheras-t104/141-p0.htm>

**Yépez, A., & Pérez, C. (2011).** Suplementación con Yuca y Follaje de Yuca (Manihot esculenta Crantz) en Ganado doble Propósito en época de Verano. Bogotá D.C.-Colombia: Facultad de Ciencias Agropecuarias.

## 9. ANEXOS

### 9.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS RESULTADOS

Análisis de la varianza del peso, cambio de peso, consumo de alimento, producción y calidad de la leche en vacas Holstein de la Quinta Punzara-UNL, con cuatro raciones suplementarias a base de follaje de yuca, mediante un diseño cuadrado latino 4 x 4.

#### a. Peso

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso	16	1,00	1,00	0,29

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8822,06	9	980,23	456,81	<0,0001
Filas	8561,19	3	2853,73	1329,89	<0,0001
Columnas	12,19	3	4,06	1,89	0,2318
Trat.	248,69	3	82,90	38,63	0,0003
Error	12,88	6	2,15		
Total	8834,94	15			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,58570**

Error: 2,1458 gl: 6

Trat.	Medias	n	E.E.
4,00	502,25	4	0,73 A
3,00	499,00	4	0,73 A
2,00	495,25	4	0,73 B
1,00	491,75	4	0,73 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

#### b. Cambio de peso

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
C. de peso	16	0,85	0,62	21,79

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,08	9	0,01	3,69	0,0631
Filas	0,08	3	0,03	10,24	0,0089
Columnas	3,1E-03	3	1,0E-03	0,41	0,7500
Trat.	3,1E-03	3	1,0E-03	0,41	0,7529
Error	0,01	6	2,5E-03		
Total	0,10	15			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12219**

Error: 0,0025 gl: 6

Trat.	Medias	n	E.E.
-------	--------	---	------

3,00	0,25	4	0,02	A
2,00	0,23	4	0,02	A
1,00	0,22	4	0,02	A
4,00	0,22	4	0,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

### c. Consumo de Alimento

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Consumo	16	1,00	0,99	0,39

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8,00	9	0,89	266,58	<0,0001
Filas	7,73	3	2,58	773,25	<0,0001
Columnas	0,01	3	4,2E-03	1,25	0,3719
Trat.	0,25	3	0,08	25,25	0,0008
Error	0,02	6	3,3E-03		
Total	8,02	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,14132

Error: 0,0033 gl: 6

Trat.	Medias	n	E.E.	
4,00	15,08	4	0,03	A
3,00	14,95	4	0,03	A B
2,00	14,90	4	0,03	B
1,00	14,73	4	0,03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

### d. Producción de Leche

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Prod. Leche	16	0,97	0,93	9,24

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	107,73	9	11,97	22,87	0,0006
Filas	87,63	3	29,21	55,82	0,0001
Columnas	2,29	3	0,76	1,46	0,3168
Trat.	17,81	3	5,94	11,34	0,0069
Error	3,14	6	0,52		
Total	110,87	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,77078

Error: 0,5233 gl: 6

Trat.	Medias	n	E.E.	
3,00	9,05	4	0,36	A
4,00	8,20	4	0,36	A
2,00	7,90	4	0,36	A B
1,00	6,15	4	0,36	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**e. Contenido de Grasa**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Grasa	16	0,78	0,46	14,76

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,69	9	0,41	2,42	0,1467
Filas	2,05	3	0,68	4,04	0,0688
Columnas	0,09	3	0,03	0,18	0,9091
Trat.	1,55	3	0,52	3,06	0,1134
Error	1,01	6	0,17		
Total	4,70	15			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,00608**

Error: 0,1689 gl: 6

Trat.	Medias	n	E.E.
1,00	3,28	4	0,21 A
2,00	2,76	4	0,21 A
3,00	2,67	4	0,21 A
4,00	2,43	4	0,21 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**f. Contenido de Proteína**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Proteína	16	0,82	0,54	1,80

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,09	9	0,01	2,97	0,0990
Filas	0,06	3	0,02	6,08	0,0299
Columnas	0,01	3	2,5E-03	0,78	0,5460
Trat.	0,02	3	0,01	2,05	0,2085
Error	0,02	6	3,2E-03		
Total	0,10	15			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,13860**

Error: 0,0032 gl: 6

Trat.	Medias	n	E.E.
4,00	3,18	4	0,03 A
3,00	3,17	4	0,03 A
2,00	3,14	4	0,03 A
1,00	3,09	4	0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

## 9.2. FOTOGRAFIAS DEL TRABAJO DE CAMPO



Foto 1. Picado y deshidratado de follaje de yuca



Foto 2 y 3. Elaboración de Fracción seca de las raciones



Foto 4 y 5. Análisis químico de las raciones y suplementación a bovinos.



Foto 6 y 7. Registro productivo y análisis cuantitativo de la leche.