

Conference Paper

Cavia porcellus Production Fed With Tropical Humid Pastures and Forage From Ecuador Under Pyramidal Breeding System

Producción de *Cavia porcellus* (Cuyes) Alimentados con Pastos y Forrajes del Trópico Húmedo de Ecuador Bajo un Sistema de Crianza Piramidal

P. Toalombo Vargas^{1,2}

¹Carrera de Zootecnia, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior de Chimborazo, EC060155.

²Universidad de Córdoba, Departamento de Genética – España

VII International Congress of
Science, Technology,
Entrepreneurship and
Innovation (SECTEI 2020)

Corresponding Author:

P. Toalombo Vargas

ptoalombo@epoch.edu.ec

Published: 26 August 2021

Production and Hosting by
Knowledge E

© P. Toalombo Vargas. This article is distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](#), which permits unrestricted use and redistribution provided that the original author and source are credited.

Abstract

At the Pastaza Experiment Station of ESPOCH-Ecuador, the effect of two tropical humid grasses *Pennisetum* sp. (T1) and *Pennisetum purpureum* (T2), and the plant *Tithonia diversifolia* (T3), in the feeding of *Cavia porcellus* (guinea pigs) in the growth phase was evaluated. For this experiment, 210 animals of the improved Peruvian breed were used in three treatments with 70 repetitions. The data obtained was subjected to a completely randomized design, under the Tukey multiple comparison test at a significance level ($p \leq 0.01$ and $p \leq 0.05$). The fruitful results established that a more efficient feed conversion (5.57) was obtained by providing *Tithonia diversifolia* (T3), which required fewer quantities to be transformed into bodyweight. However, the best final weights (835.3 g), weight increases (560.97 g), feed consumption (4835.93 g), balanced consumption (2033.66 g), total feed intake (6869.59 g), carcass weights (518.14 g), carcass yield (60.28%), as well as lower mortality were recorded by providing *Pennisetum* sp. (T1). It also had the lowest cost per kilogram of weight gain with 1.90, as it has a high protein content. The economic analysis determined that it is more profitable to breed guinea pigs in pyramidal burrows when using *Pennisetum* sp. (T1), since its usefulness (B/C 1.34) was 34 cents for every dollar invested. This is notable because it solves the problems of feeding in the humid tropics, as well as housing them in burrows which reduces the breeding space, thus saving resources that increase profitability.

Keywords: *Pennisetum* sp., *Pennisetum purpureum*, *Tithonia diversifolia*, *Cavia porcellus*, sistema piramidal.

Resumen

En la Estación Experimental Pastaza de la ESPOCH-Ecuador, se evaluó el efecto de dos pastos del trópico húmedo *Pennisetum* sp. (T1); *Pennisetum purpureum* (T2), y un forraje *Tithonia diversifolia* (T3), en la alimentación de *Cavia porcellus* (cuyes) en la etapa de crecimiento – engorde. Para lo cual se utilizó 210 animales de la línea peruano mejorado, mediante tres tratamientos con 70 repeticiones; los datos obtenidos fueron sometidos a un Diseño Completamente al Azar, bajo la prueba de comparación múltiple del estadístico Tukey a un nivel de significancia ($p \leq 0.01$ y $p \leq 0.05$). Los resultados productivos establecieron que al suministrar el T3, se alcanzó una conversión alimenticia más eficiente (5.57). Pero al

 OPEN ACCESS



proporcionar el T1, se registraron los mejores resultados para: peso final (835.3 g), incrementos de peso (560.97 g), consumo de forraje (4835.93 g) consumo de balanceado (2033.66 g), consumo total de alimento (6869.59 g), pesos a la canal (518.14 g), rendimiento a la canal (60.28%), menor porcentaje de mortalidad; así como también el menor costo por kilogramo de ganancia de peso con 1.90. El análisis económico determinó, que se obtiene mejor rentabilidad al criar cuyes, bajo madrigueras piramidales con la utilización de *Pennisetum* sp. (T1), ya que su utilidad fue (B/C 1.34); resultados que son aplicables, ya que solucionan los problemas de alimentación y nutrición de la producción de cuyes en el trópico húmedo ecuatoriano; a su vez el alojamiento en madrigueras reduce el espacio de crianza, por lo que al bajar los costos de producción representan un ahorro de recursos que elevan la rentabilidad.

Palabras Clave: *Pennisetum* sp., *Pennisetum purpureum*, *Tithonia diversifolia*, *Cavia porcellus*, pyramid breeding system.

1. Introducción

La especie *Cavia* es un roedor doméstico de la familia Caviidae, fue descrita por primera vez por Konrad von Gesner en 1554. El cuy conocido también como cobayo o conejillo de indias, se encuentra disperso en Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, una minoría en Guatemala, sur del Brasil, Uruguay hasta el noroeste de Argentina y Cuba; son destinados fundamentalmente para la alimentación de la especie humana [1], estimado por la ONU y FAO como una fuente de seguridad alimentaria para poblaciones de escasos recursos económicos, ya que es considerada como proteína de alto valor biológico; y que por su alta prolificidad productiva, proporcionan importantes ingresos económicos a las familias rurales por la venta de sus excedentes en el mercado local [1–3]. El cuy posee dos tipos de digestión, una enzimática que ocurre en estómago, y otra microbiana a nivel de ciego. Su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración; por lo que es factible aplicar varios tipos de forraje y variar los sistemas de alimentación [4].

La literatura propone que la domesticación del cuy se ha llevado a cabo en un proceso de tres pasos [5, 6]: (primero) la domesticación antigua [7], desde las especies silvestres hasta el cuy precolombino doméstico, criado y conocido aun como el 'criollo' (criolla) se reproducen y comercializan en todos los países andinos; (segundo) en el continente europeo en el siglo XVI se tomaron algunas especies de *C. porcellus* y los transformaron en lo que se conoce como conejillo de Indias para uso actual en laboratorio [8]; y el (tercero) que involucra un régimen de reproducción y selección moderno tecnificado de cobayas criollas [9], para producir un animal mejorado para la producción de carne [10]. Por lo que, uno de los genotipos de cuyes mejorados de mayor difusión y estudio es el llamado Perú del Instituto Nacional de Innovación Agraria



(INIA), sin embargo, también se dispone de diferentes genotipos, que se llevan a cabo mediante selección artificial, tomando en cuenta la influencia del ambiente, siendo uno de ellos el denominado Cieneguilla-UNALM [11].

La crianza intensiva y comercial del cuy se ha incrementado en la última década, debido al aumento en la demanda de su carne, tanto en el mercado nacional como en el externo [12]; siendo una de las limitaciones en su producción la infraestructura [3], ya que los principales sistemas de cría se lleva a cabo en pozas, jaulas, en proporción de 10 cuyes (9 Hembras y 1 Machos por metro cuadrado), por lo que resulta costoso construir galpones de grandes dimensiones para producir una amplia población de animales [13].

Uno de los principales problemas de la producción ganadera en el trópico es la estacionalidad climática, debido a la fluctuación de los cambios ambientales, que puede provocar periodos marcados de épocas de lluvias o intensos veranos, situaciones que afectan directamente la oferta de forraje y de nutrientes [14, 15]. La nutrición juega un rol importante en toda explotación pecuaria, el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. El conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes nos permitirá poder elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades en cada una de las fases biológicas por las que atraviesa (gestación, lactancia, engorde) [4].

El pasto *Pennisetum* sp., es un pasto de gran calidad nutricional, considerada una de las mejores especies forrajeras para la alimentación de cuyes, por poseer un alto contenido de proteínas y aminoácidos esenciales favorables para el crecimiento del animal [16, 17]. El uso de especies forrajeras de corte como gramíneas de la especie *Pennisetum purpureum*, es conocida por su mayor potencial de crecimiento y producción de biomasa por unidad de superficie [18], con variedades conocidas como los pastos: Taiwán, gigante o elefante, *P. purpureum*, merkerón y napier, y los cultivares de reciente introducción como el OM-22, el CT-115 y *Pennisetum* sp. [19], de los cuales se reportan productivos rendimientos de forraje por hectárea, así como su calidad nutricional superiores a los encontrados en los cultivares de *P. purpureum*.

En cuanto al *P. purpureum*, es un pasto híbrido, proveniente del cruce de *P. purpureum* x *P. thyfoides*. Pertenece a la familia de las gramíneas [20]. En su mayoría, presentan rendimientos de 40 t de materia verde (MV)/ha/corte y más de 120 t mv/ha/año con porcentajes de proteína que oscilan entre 6 y 8.5% [21, 22].

Referente a la *Tithonia diversifolia* el cual es un forraje arbustivo, conocido como girasol, es una fuente de proteína de alta densidad [23], obtuvieron una producción de forraje de 5 t de MS/ha/corte. Al evaluar la producción de la especie bajo diferentes densidades de siembra y alturas de corte, obtuvieron un rendimiento considerable de biomasa fresca (46-82 t/ha). También se ha comprobado la factibilidad de asociarla con otras especies arbóreas y gramíneas [24, 25]. Posee un amplio rango de adaptación,



y tolera condiciones de acidez y baja fertilidad del suelo. Además, es una especie con buena capacidad de producción de biomasa, de rápido crecimiento con baja demanda de insumos, y no requiere una cantidad considerable de actividades culturales para su manejo.

Tiene características nutricionales importantes que permiten que se le considere como especie potencial en la alimentación animal. También existen informes sobre su uso en otros países para la atracción de insectos beneficiosos en cultivos, como antiparasitario para los animales [26]. Por lo que, para aprovechar la producción de cuyes en la Amazonía ecuatoriana, se planteó evaluar dos pastos y un forraje de trópico húmedo en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento-engorde, bajo un sistema de crianza piramidal, que permita una adecuada luminosidad y bienestar animal.

2. Metodología

La presente investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental 'Pastaza'-Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el Kilómetro 32 vía Puyo-Macas, Parroquia Simón Bolívar, comunidad Vencedores, a una latitud de 0°59'-1''S, y a una longitud de 77°49'0''W, la altura promedio es de 924 msnm, con un rango de temperatura entre 16 a 22°C, el experimento tuvo una duración de 120 días. Las dietas suministradas fueron 250 g/día de cada pasto y forraje; más 50 g de concentrado para etapa de crecimiento y engorde. Se trabajó con 3 tratamientos que correspondieron a dos pastos del trópico húmedo: T1: *Pennisetum* sp. (Maralfalfa); T2: *P. purpureum* (King Grass); T3: forraje *T. diversifolia* (Arbusto girasol), con 70 repeticiones por tratamiento, dando un total de 210 unidades experimentales con un peso aproximado de 281,80 g. Los resultados experimentales fueron tabulados bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), sometidos al Análisis de Varianza (ADEVA), para las diferentes variables. La separación de medias se aplicó el estadístico Tukey ($p \leq 0,01$ y $p \leq 0,05$).

3. Resultados y Discusión

3.1. Peso inicial y final

Los pesos iniciales en cuyes machos destetados de 15 días fueron en promedio de 281,80 g. Para peso final se reportó diferencias estadísticas ($p < 0,01$), por efecto de la alimentación con diferentes variedades de pastos y arbustos tropicales; se estableció las mejores respuestas al alimentar a los cuyes con *Pennisetum* sp. (T1) con 835,3 g; como se reporta en la Tabla 1; los valores promedio descendieron a 780,94 g al utilizar *P. purpureum* (T2), las respuestas más bajas se obtuvieron con *T. diversifolia*



(T3) con 741,57 g; valores que son inferiores a los reportados por [27], quien al criar cuyes en un sistema de madriguera piramidal y suministrar dietas de (Alfalfa+ hoja de maíz + balanceado), reportó un peso promedio de 1016 g. Así también [28], quien al trabajar con cuyes machos en crecimiento engorde en madrigueras piramidales en una densidad de 70 cuyes con dietas a base de alfalfa más balanceado obtuvo pesos finales de 1020 g. Esto se debe a que [28, 29], realizaron sus experimentos en la región andina, lugar originario de los cuyes, siendo su medio ambiente adecuado, ya que un estrés calórico permanente disminuye el consumo de alimento [30, 31] y por ende el peso vivo [32]. Estudios en humanos indican que el estrés provoca una disminución de la motilidad gastrointestinal [33]. No obstante [17], reportó pesos finales de 860 g en cuyes alimentados con *Pennisetum* sp. producidos en una zona análoga a la ejecutada en la presente investigación con una ligera diferencia superior de 25 g; pero con pastos como *Axonopus scoparius* (gramalote), *Echinochloa polystachya* (Pasto Alemán), *Axonopus micay* (Pasto micay), se obtuvieron pesos finales superiores [17].

3.2. Ganancia de peso

En cuanto a la variable ganancia de peso de los machos, éstos presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($p \leq 0,01$); con *Pennisetum* sp. (T1) se reportó mayor ganancia de peso 560,97 g; seguido de los cuyes alimentados con *P. purpureum* (T2) con 513,04 g; y, al final los animales que recibieron *T. diversifolia* (T3) con 475,97 g, tal como se puede observar en la Tabla 1. Resultados inferiores obtuvo [34], quien al criar animales en pozas bajo un sistema piramidal, utilizando diferentes tipos de forraje más maíz, determinó incrementos de peso de 450 g.

Valores superiores reporta [35], al suministrar factores de transferencia a los animales, siendo estas moléculas mensajeras inmunológicas naturales, que transmiten información al sistema inmunitario sobre la presencia de agresores, lo que pudo haber contribuido a disminuir el estrés y por ende incrementó el consumo de alimento, reflejado en una mejor ganancia de peso.

3.3. Consumo de forraje y balanceado

Para consumo de forraje verde se reportó diferencias altamente significativas ($p < 0,01^{**}$); las mejores respuestas se alcanzaron al utilizar *Pennisetum* sp. (T1) con 4835,93 g, y que descendieron a 2905,13 g con *P. purpureum* (T2), en tanto que las respuestas más bajas fueron registradas con *T. diversifolia* (T3), con 1697,11 g, Tabla 1. Se estableció que a mayor densidad de los cuyes en la madriguera piramidal, mayor es el consumo de balanceado comercial en combinación con una mezcla forrajera de *Pennisetum* sp. [28].



Al analizar el consumo de balanceado se reportaron diferencias altamente significativas ($p < 0,01$), con *Pennisetum* sp (T1) 2033,66 g, con *P. purpureum* (T2) 1966,68 g, en tanto el menor valor se registró con el *T. diversifolia* (T3) 1132,18 g. Consumos inferiores al obtenido con *Pennisetum* sp. y *P. purpureum* en la presente investigación se encontraron con [36], quien obtuvo consumos de 1227 g, con alfalfa más balanceado en la alimentación de cuyes. Así también [27, 28], quienes registraron medias del consumo de balanceado de 1240 g y 783 g respectivamente.

Para consumo total de alimento de los cuyes en la etapa crecimiento- engorde, se reportaron diferencias estadísticas ($p < 0,01$), las mejores respuestas fueron con *Pennisetum* sp (T1) 6869,59 g; disminuyendo a una media de 4871,84 g con pasto *P. purpureum* (T2) y las respuestas más bajas se registraron con *T. diversifolia* (T3) 2829,34 g. En estudios realizados por [4] el mayor consumo total de gramíneas se observó con *Panicum maximun*, *P. purpureum* y *Pennisetum* sp.; valores inferiores a los reportados por [2], quienes al utilizar gramíneas tropicales en el engorde de cuyes mejorados sexados, obtuvieron un consumo de 99,31 g para el *P. maximun*.

3.4. Conversión alimenticia

Para conversión alimenticia se reportó diferencias altamente significativas ($p < 0,01^{**}$), las mejores respuestas se registraron con *T. diversifolia* (T3) 5,57; es decir que se requiere de 5,57 kg de alimento para transformar 1 kg de carne, seguida de *P. purpureum* con 9,18; mientras que las respuestas menos eficientes se observaron al utilizar *Pennisetum* sp. (T1) 11,97, Tabla 1. Resultados similares para *Pennisetum* sp. reportó [17] con una conversión alimenticia de 9,06, debido a que ambos ensayos se realizaron en condiciones climatológicas análogas.

La *T. diversifolia* es una especie con buena capacidad de producción de biomasa, se utiliza como complemento para alimentar animales, debido a su buen contenido de proteína y minerales [37]. En otras investigaciones sobre dietas a base de alfalfa y varios niveles de chilca, se reportaron eficiencias alimenticias de 7,96 [38], a su vez el sistema de crianza en pirámides, que permite aprovechar en un 98% los alimentos, por lo que debería esperarse una conversión alimenticia más eficiente [3].

3.5. Peso y rendimiento a la canal

En base a peso a la canal se presentó diferencias altamente significativas ($p < 0,01$), donde se establecieron las mejores respuestas con *Pennisetum* sp. (T1) con pesos de 518,14 g, los mismos que descendieron a 491,56 g, cuando se proporcionó *P. purpureum* (T2), valores más bajos se reportaron con el suministro de *T. diversifolia* (T3), con pesos a la canal de 463,61 g, Tabla 1.



Datos que difieren a los presentados por [28] con pesos a la canal de 736 g, cuando se alimentó a los cuyes con *Pennisetum* sp. en un tipo de crianza piramidal en clima andino; que concuerda con lo reportado [34], quien obtuvo canales con pesos de 679,63; así como también [39, 40], quienes al criar a los cuyes en pozas utilizando forrajes más balanceado con diferentes subproductos, registraron pesos a la canal entre 550 y 770 g; por lo que se puede decir que el medio ambiente influye sobre los parámetros productivos, al ser el cuy una especie adaptada a zonas altoandinas.

El rendimiento a la canal de los cuyes reportó diferencias altamente significativas ($p < 0,01$), por efecto de diferentes tipos de pastos y forraje tropical en la dieta de cuyes en la etapa crecimiento-engorde. Las mejores respuestas se alcanzaron con *Pennisetum* sp. (T1) 60,28%, y descendieron hasta alcanzar 60,24% cuando se proporcionó *P. purpureum*, mientras tanto, los resultados más bajos se registraron con *T. diversifolia* (T3) 58,07%; es decir que el mejor efecto se obtuvo con la adición de *Pennisetum* sp. El rendimiento a la canal se define, como la variable fisiológica que engloba la mayoría de efectos tanto del alimento como del manejo alimentario del animal, ya que éste se enfoca en conocer el crecimiento en cuanto a su composición muscular, en relación a la cantidad de alimento que ha ingerido, es decir que de acuerdo a la relación existente entre el alimento consumido con el peso del animal se puede conocer la ganancia en peso y comercial generará en la crianza de los cuyes.

Resultados similares obtuvo [17], al alimentar cuyes con *Pennisetum* sp. Siendo menores relacionado a lo reportado por [41] con alimentación de pasto Kutzu y Caraca 72,02 y 72,49% y a la vez son análogos al suministrar banano en diferentes niveles donde se obtuvieron rendimientos de 71,32, 73,62 y 71,81 %. Además al alimentar a cuyes con *Pennisetum* sp. [42], se registró valores de 69,18% debido a la calidad nutricional del pasto en mención. Al ser considerado el cuy como una especie herbívora, que posee un estómago simple, y la celulosa del pasto *Pennisetum* sp. presenta una mayor eficiencia de absorción en el ciego e intestino grueso al poseer fibras de cadenas cortas; por tanto un alimento con alto contenido de fibra y proteína, será óptimo en la alimentación del cuy; puesto que, su composición beneficia a los componentes fisiológicos del animal [43], acelerando sus procesos de metabolismo y catabolismo que son los encargados de transformar los nutrientes en energía que le ayuda en sus procesos biológicos [44].

3.6. Costo por kg de alimento

El costo por kilogramo de ganancia de peso se determinó, que al alimentar con *T. diversifolia* (T3) y *P. purpureum* (T2), el costo fue de 1,95 dólares americanos, mientras tanto que al suministrar *Pennisetum* sp. el costo se redujo a 1,90 dólares, siendo éste tratamiento el que mejor utilidad proporciona.

**Table 1**

Evaluación de las características productivas de los cuyes en la etapa de crecimiento - engorde alojados en un sistema de crianza piramidal, por efecto de la alimentación con tres pastos de trópico húmedo.

Variables	<i>Pennisetum Sp.</i>		<i>Pennisetum purpureum</i>		<i>Tithonia diversifolia</i>		EE	Prob.	Sign.	CV
	T1		T2		T3					
Peso inicial (g), a 15 días	282,41		279,09		283,91					
Peso final (g), a 120 días	835,3	a	780,94	ab	741,57	b	21,43	0,01	*	1,28
Ganancia de peso gr.	560,97	a	513,04	ab	475,97	b	14,77	0,0003	**	0,57
Consumo de forraje g. M.S.	4835,93	a	2905,13	b	1697,11	c	82,74	<0.0001**		1,06
Consumo balanceado g. Ms.	2033,66	a	1966,68	b	1132,18	b	43,77	<0.0001**		3,35
Consumo total g.	6869,59	a	4871,84	b	2829,34	c	124,32	<0.0001**		0,19
Conv. Alim.	11,97	a	9,18	b	5,57	c	0,25	<0.0001**		0,71
Peso a la canal gr.	518,14	a	491,56	ab	463,61	b	13,48	0,02	**	2,71
Rendimiento a la canal%	60,28	a	60,24	a	58,07	a	1,61	0,54	ns	0,7
Mortalidad, unidades.	0,03	a	0,04	a	0,07	a	0,03	0,4833ns		0,97
Costo/kg ganancia peso, USD.	1,90	a	1,95	a	1,95	a	0,01	0,56	ns	2,50

EE: error estándar; Prob. > 0,05: no existen diferencias estadísticas; Prob. < 0,05: existen diferencias estadísticas;

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas; Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a Tukey.

3.7. Evaluación económica

Los egresos totales al utilizar pasto *Pennisetum sp.* fue de 319,57 dólares, con *P. purpureum* de 329,43 dólares y de 394,58 dólares al proporcionar *T. diversifolia*, así como también los ingresos producto de la venta de canales y de abono fue de 429,6 dólares; 427,90 dólares y de 450,56 dólares en el tratamiento T1, T2 y T3 respectivamente. Por lo tanto, al relacionar los ingresos para los egresos se obtiene que el mejor beneficio costo se obtuvo con T1 (*Pennisetum sp.*):1,34 , es decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad de 34 centavos de dólar y que desciende a 1,30 en el lote de cuyes que se proporcionó *P. purpureum* con 1,30 dólares, lo cual se espera una ganancia del 30%, mientras tanto que al utilizar el *T. diversifolia* la relación beneficio costo fue de 1,14, tal como se aprecia en la Tabla 2.

De acuerdo a los resultados expuestos se aprecia que alimentar los cuyes que se encuentran alojados en madrigueras piramidales con *Pennisetum sp.*, se eleva la



rentabilidad de la producción cuícola en la zona del trópico húmedo en la cual se requiere producir alimento con buen contenido de proteína y fibra que es el mayor requerimiento de los cuyes en crecimiento engorde, siendo alentador incursionar en este tipo de producción, por cuanto se alcanza una rentabilidad alta, con respecto al tiempo que dura esta fase de producción que es de tres meses aproximadamente, además de que su importancia también reviste de que se puede criar un mayor número de animales por metro cuadrado, con un ahorro significativa de la construcción de infraestructura, con relación a los sistemas tradicionales como son las pozas y las jaulas, y se utiliza pastos propios de la zona que ya son adaptados a las condiciones climáticas.

Table 2

Evaluación económica de la producción de cuyes para la etapa de crecimiento - engorde alimentados con diferentes pastos de trópico húmedo y alojados en un sistema de crianza piramidal.

CONCEPTO	TIPOS DE PASTOS		
	<i>Pennisetum sp</i>	<i>Pennisetum purpureum</i>	<i>Tithonia diversifolia</i>
EGRESOS			
Costo de animales	210,00	210,00	210,00
Consumo de forraje	7,93	6,88	16,93
Consumo de balanceado	59,40	81,34	135,41
Sanidad	3,50	2,45	3,50
Servicios Básicos	15,00	5,00	5,00
Mano de obra	18,75	18,75	18,75
Depreciación de	5,00	5,00	5,00

Costo de animales: \$ 6; 2. Costo del Kg de forraje verde en base Húmeda: \$ 0,05; 3. Costo del Kg de balanceado: T1: 0,41; T2: 0,39; T3: 0,38; 4. Costo de desparasitantes y desinfectantes: \$ 0,50/animal; 5. Costo de Luz y Agua total; 6. Costo de mano de obra total \$ 50/Mes; 7. Costo de depreciación de instalación y equipos total: \$ 5,00 8. Cotización de canal: \$ 2,50/100 g 9. Venta de Abono: 10 /Tratamiento

3.8. Análisis bromatológico de los pastos de trópico húmedo utilizados en la alimentación de los cuyes en la etapa de crecimiento engorde

3.8.1. Contenido de humedad

El mayor contenido de humedad se determinó en el *T. diversifolia* (T3) con un valor de 85,89%, seguido del pasto *P. purpureum* 85,30%, las respuestas más bajas fueron alcanzadas en el forraje *Pennisetum sp.* con 74,47% (Tabla 3). Valores diferentes se observa en *T. diversifolia* de 77% [45], *P. purpureum* 85,57% [46], *Pennisetum sp.*



80,65% [47], ya que los cortes de los pastos y forrajes se realizaron en diferentes etapas fisiológicas.

Los cuyes como herbívoros son alimentados con pastos ricos en agua con lo que satisfacen su necesidad hídrica. Las condiciones ambientales y otros factores extrínsecos e intrínsecos, son los que determinan el consumo de agua para compensar las pérdidas que se producen a través de la piel, pulmones y excreciones; a su vez está sujeta al tipo de alimentación que reciben; si se suministra un forraje succulento en cantidades altas (más de 200gr) la necesidad de agua se cubre con la humedad del forraje, razón por la cual no es necesario suministrar agua de bebida. Los cuyes de recría que consumen balanceado demandan entre 50 y 100ml de agua por día; pudiendo incrementarse hasta más de 250 ml si no recibe forraje verde [48].

3.8.2. Materia seca

El contenido de materia seca de los pastos es inversamente proporcional al de la humedad es decir que a mayor humedad menor cantidad de materia seca, por lo tanto se estima que en el *Pennisetum sp* existirá un mayor contenido de materia seca con una respuesta de 25,53% mientras tanto que en el pasto *P. purpureum* y *Pennisetum sp*. los resultados son de 14,70 % y 14,11% respectivamente (Tabla 3).

Los pastos *Pennisetum sp.* y *P. purpureum* pertenecientes a la familia Poaceae, subfamilia Panicoideae, presentan altos rendimientos de producción de materia seca por hectárea al año, entre 40-50 toneladas para *Pennisetum sp.* y entre 60-80 toneladas para *P. purpureum* bajo condiciones óptimas de crecimiento y manejo [49–51]. La producción de materia verde por hectárea fue de 364.000 kg/ha [52], estos resultados son similares a los reportados por [53], el cual concluyó que la producción del pasto puede alcanzar desde 200 hasta 400 t de materia verde por hectárea. La calidad nutricional del *P. purpureum* varió de forma inversa a la edad de cosecha; sin embargo el contenido de MS aumentó al incrementarse la edad del forraje [46]. Esto se refleja en el aumento de los componentes de la pared celular (FnD y FaD) y reducción de los contenidos celulares (Pc y ee); no obstante, algunas variables no mostraron diferencias ($p > 0,05$) entre edades a la cosecha. La MS y la Pc mostraron diferencias ($P < 0,05$) entre el pasto de 60 y 90 días de crecimiento, mientras que el comportamiento de la fracción fibrosa muestra variaciones importantes en las tres edades, esto último coincide con Ramírez et al. (2008) quienes reportaron diferencias ($P < 0,05$) entre los contenidos de MS, Pc y Fibra cruda (Fc) para el pasto P. Cuba CT-169 cosechado [46].



3.8.3. Grasa

Los contenidos de grasa de los pastos y forrajes registraron las respuestas más altas para el *T. diversifolia* con 1,73% mientras que para el pasto *P. purpureum* y *Pennisetum* sp. el contenido graso fue de 1,13 y 1,44 % respectivamente (Tabla 3). Es necesario considerar que el requerimiento de grasa de la dieta de los cuyes en la etapa de crecimiento engorde no debe sobrepasar el 3%. Según lo que manifiesta [54], las grasas aportan al organismo ciertas vitaminas que se encuentran en ellas, además las grasas favorecen una buena asimilación de las proteínas de los forrajes tropicales, que se caracterizan por contener cantidades de energía inferiores y niveles de fibra superiores a los que poseen los forrajes de clima templado, se afirma que un nivel de 3% es suficiente para lograr un buen crecimiento, así como para prevenir la dermatitis.

3.8.4. Proteína

El valor nutricional de los pastos y forrajes de trópico húmedo determinó el mayor contenido de proteína en la variedad de *T. diversifolia* con una respuesta de 20,71%, en tanto que el pasto *P. purpureum* y *Pennisetum* sp. los resultados de proteína fueron de 3,77% y 6,0% (Tabla 3). Considerando por lo tanto que el *T. diversifolia* es el que tiene mayor contenido de proteína. Estudios realizados [54] para evaluar niveles bajos 14% y altos 28% de proteína en raciones para crecimiento, señalan mayores ganancias de peso, aumento en el consumo y más eficiencia en los cuyes que recibieron las raciones con menores niveles proteicas. Porcentajes menores de 10 por ciento, producen pérdidas de peso, siendo menor a medida que se incrementa el nivel de vitamina C.

La proteína es uno de los principales componentes de la mayoría de los tejidos del animal. Los tejidos para formarse requieren de un aporte proteico, Para cuyes en crecimiento los niveles de proteína de las raciones dependen de la disponibilidad del recurso forrajero, sea este gramínea o leguminosa. El valor nutricional de los pastos no se mantiene estable, una vez que llega a un determinado estado vegetativo, los nutrientes empiezan a descender; disminuye su contenido de proteína, disminuyendo por igual la digestibilidad, palatabilidad y el pasto se vuelve fibroso. Cuando el forraje es de baja calidad, el cuy compensa el aporte de proteínas practicando la cecografía, ya que el cecógrafo es considerado un concentrado microbiano cecal de alta calidad proteica llegando a contener hasta 28,5% de proteína cruda [55].



3.8.5. Cenizas

Se determinó las respuestas más altas en *T. diversifolia* y *P. purpureum* con resultados de 12,23%, mientras tanto los resultados más bajos fueron registrados para *Pennisetum* sp. con respuestas de 9,90% (Tabla 3). Las cenizas representan el contenido en minerales del alimento; en general, las cenizas suponen menos del 5% de la materia seca de los alimentos. Los minerales, junto con el agua, son los únicos componentes de los alimentos que no se pueden oxidar en el organismo para producir energía; por el contrario, la materia orgánica comprende los nutrientes (proteínas, carbohidratos y lípidos) que se pueden quemar (oxidar) en el organismo para obtener energía, y se calcula como la diferencia entre el contenido en materia seca del alimento y el contenido en cenizas [56].

3.8.6. Contenido de fibra

Las valoraciones nutricionales reportaron un contenido de fibra de 16,17% en *T. diversifolia*, de 34,25% en el pasto *P. purpureum* y finalmente de 30,74% en la variedad *Pennisetum* sp. observándose a este último pasto como el de mayor riqueza en contenido de fibra (Tabla 3). La fisiología y anatomía del ciego del cuy soporta una ración que contiene material inerte y voluminoso; además, permite que la celulosa almacenada fermenta por acción microbiana, dando como resultado un mejor aprovechamiento del contenido de fibra. Se ha observado que los cuyes utilizan muy bien insumos de alto contenido de fibra, debido a su fisiología digestiva que le permite asimilar eficazmente materia orgánica y fibra [57].

3.8.7. Contenido de extracto libre de nitrógeno

La evaluación bromatológica del contenido de extracto libre de nitrógeno (ELN), determinó un valor de 51,85% en el pasto *Pennisetum* sp.; 48,12% en *T. diversifolia*; y de 48,61% en el *P. purpureum* (Tabla 3). ELN, representa a los hidratos de carbono libres de celulosa, es decir, el almidón, azúcares, reductores y no reductores, hemicelulosas, gomas y parte de la lignina; son, por tanto, una aproximación del contenido de hidratos de carbono que son muy importantes para la dieta animal. El ELN, es una fracción que acumula el error de todas las determinaciones anteriores, debido a que se calcula por diferencia de la MS - (cenizas + proteína cruda + fibra cruda y más extracto etéreo), es un indicativo de utilidad para conocer el aporte de los pastos en materia seca proteína cruda y cenizas, su contenido en el pasto se basa en la forma adecuada de absorción de la grasa y se pueda digerir mejor el alimento para transformarlo en músculo [58].



La *T. diversifolia* es una especie de la familia Asteraceae, presenta alta producción de biomasa, con reportes de 19 t ha⁻¹ MS⁻¹ al año [58], es reconocida por su buen aporte proteico [(hasta 25 % proteína cruda PC)] y contenido de aminoácidos esenciales en relación con la proteína total [59, 60]. Además, presenta un buen contenido de extracto libre de nitrógeno (ELN), como el reportado por [50] de 29,5 % a una edad de 70 días de rebrote. *T. diversifolia* presenta valores de fibra en detergente neutro (FDN) entre 25,2 y 39 % [60, 61], rangos que sugiere el National Research Council (NRC, 2001) de una FDN apropiada (mínimo de 25 % en la dieta) para estimular rumia y mantener activas las funciones ruminales [62].

3.9. Mortalidad

El porcentaje de mortalidad de los cuyes, no reportaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), estableciéndose las respuestas más eficientes cuando se alimentó con *Pennisetum* sp. (T1), con 0,03%, y que ascendieron a 0,04%, cuando se alimentó con *P. purpureum*; mientras tanto que, las respuestas más altas, es decir mayor número de animales muertos fueron alcanzados cuando se adicionó a la dieta diaria *T. diversifolia* (T3), con medias de a 0,07%, por lo cual se puede afirmar que para obtener un menor índice de mortalidad lo ideal es alimentar a los cuyes en la etapa crecimiento-engorde con la especie forrajera *Pennisetum* sp., pero las tres especies adicionadas en la alimentación fueron favorables, ya que las dietas ayudaron al desarrollo, regulan las funciones biológicas, generan anticuerpos; pero más que el alimento, las respuestas dependieron del tipo de alojamiento que evitó tener pérdidas de animales.

La mortalidad alcanzada en la presente investigación es inferior a la reportada por [42], quien obtuvo medias de 2%, cuando alimentó a los cuyes con el 10% de *Pennisetum* sp. en un tipo de crianza piramidal. Así como [27], destaca que las bajas registradas en la presente etapa de evaluación, no se consideran que fueron por efecto de las diferentes dietas tradicionales, así como el uso de las madrigueras piramidales, por cuanto se registró la misma cantidad de mortalidad en los animales del grupo control y tratamiento T2, siendo 1, 42 %.

4. Conclusiones

En la etapa de crecimiento engorde, el suministro de diferentes pastos y forrajes de trópico húmedo de los cuyes alojados en las madrigueras piramidales presentaron respuestas diferentes estadísticamente, en donde se obtuvo los mejores pesos finales (835,3 g), incrementos de peso (560,97 g), consumo de forraje (4835,93 g,) balanceado (2033,66 g), y consumo total de alimento (6869,59 g), al utilizar pasto *Pennisetum* sp. (T1).

**Table 3**

Evaluación bromatológica de los pastos y forrajes utilizados en la producción de cuyes para la etapa de crecimiento – engorde, alojados en un sistema de crianza piramidal.

VARIABLE	<i>Pennisetum sp</i>	<i>Pennisetum purpureum</i>	<i>Tithonia diversifolia</i>
Humedad (%)	74,47	85,30	85,89
Materia seca (%)	25,53	14,70	14,11
Grasa (%)	1,44	1,13	1,73
Proteína (%)	6,00	3,77	20,71
Cenizas (%)	9,90	12,23	12,23
Contenido de fibra (%)	30,74	34,25	16,17
Contenido de extracto libre de nitrógeno (%)	51,85	48,61	48,12

Al alimentar los cuyes con *T. diversifolia*, se registró la conversión alimenticia más eficiente (5,57), es decir que se requiere una menor cantidad de alimento para transformarlo en kilos de carne de cuy, sin embargo, es necesario considerar el comportamiento productivo en general del cuy para determinar la opción más adecuada de alimentación en la etapa de crecimiento engorde.

En la etapa de crecimiento engorde se registró los mayores los pesos a la canal (518,14 g), y rendimiento a la canal (60,28%), así como la menor mortalidad al suministrar pasto *Pennisetum sp.* (T1), y lo más importante el menor costo por kilogramo de ganancia de peso que fue de 1,90, ya que el pasto *Pennisetum sp.* posee un alto contenido de proteínas entre el 15 y 20%.

El análisis económico determinó que es más rentable criar a los cuyes en las madrigueras piramidales suministrándoles *Pennisetum sp.*, ya que su utilidad (B/C 1,34), fue de 34 centavos por cada dólar invertido, que resulta interesante sobre todo porque soluciona los problemas de alimentación de los cuyes en el trópico húmedo, así como también al alojarlos en madrigueras, se reduce el espacio de crianza, se ahorra recursos que elevan la rentabilidad.

References

- [1] Avilés DF, Martínez AM, Landi V, Delgado JV. The guinea pig (*Cavia porcellus*): An Andean resource of interest as an agricultural food source. *Animal Genetic Resources/Resources génétiques animales/Recursos genéticos animales*. 2014;55:87-91.
- [2] Laiño AS, Gallardo SS, Becerra SG, Ocampo RD, Pastuña NV. Gramíneas tropicales en el engorde de cuyes mejorados sexados (*Cavia porcellus* Linnaeus) en la zona de la Maná. *Revista Ciencia y Tecnología*. 2009;2(1): p. 25-28.
- [3] Valqui DV, R. Crianza de cuyes en Pirámides. 2011.



- [4] Meza Bone GA, Cabrera Verdezoto RP, Morán Morán JJ et al. Mejora de engorde de cuyes (*Cavia porcellus* L.) a base de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador. *Idesia (Arica)*. 2014;32(3):75-80.
- [5] Spotorno AE, Marín JC, Manríquez G, Valladares JP, Rico ED, Rivas C. Ancient and modern steps during the domestication of guinea pigs (*Cavia porcellus* L.). *Journal of Zoology*. 2006;270(1): p. 57-62.
- [6] Marín JC, González F, Wheeler J. Domestication of guinea pigs from a southern peruvian-northern chile wild species and their middle pre-columbian mummies domesticación del cuy a partir de poblaciones originarias del sur del Perú y norte de Chile, con la descripción de sus momias precolombinas. *The Quintessential Naturalist: Honoring the Life and Legacy of Oliver P. Pearson*. 2014; 134:367.
- [7] Wing ES. Domestication of Andean mammals. *High altitude tropical biogeography*, 1986. 2004. p. 246-264.
- [8] Spotorno ÁE, Valladares JP, Marín JC, Zeballos H. Molecular diversity among domestic guinea-pigs (*Cavia porcellus*) and their close phylogenetic relationship with the Andean wild species *Cavia tschudii*. *Revista Chilena de Historia Natural*. 2004;77(2):243-250.
- [9] Chauca L. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Roma: FAO; 1997.
- [10] Morales M, Carcelén C, Ara G, Arbaiza F, Chauca F. Evaluación de dos niveles de energía en el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) de la raza Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2011;22: 177-182.
- [11] Camino MJ, Hidalgo VL. Evaluación de dos genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con concentrado y exclusión de forraje verde. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2014;25:190-197.
- [12] Layme A, Perales R, Chavera A, Gavidia C, Calle S. Lesiones anatomopatológicas en cuyes (*Cavia porcellus*) con diagnóstico bacteriológico de *Salmonella* sp. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2011;22:369-376.
- [13] Da Silva A. El plan de acción mundial de la FAO sobre los recursos zoogenéticos y su aplicación en Latinoamérica y el Caribe. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 2014;48(1):35-41.
- [14] Matta LS. Estrategias modernas para la conservación de forrajes en sistemas de producción bovina tropical. *Ciencia y tecnología agropecuaria*. 2005;6(2):69-80.
- [15] Roncallo B, Sierra AM, Castro E. Rendimiento de forraje de gramíneas de corte y efecto sobre calidad composicional y producción de leche en el Caribe seco. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 2012; 213(1):71-78.
- [16] Paz Mendoza AS. Digestibilidad aparente, energía digestible y metabolizable y metabolizable del pasto alemán (*Echinochloa polystachya* HBK), *Pennisetum purpureum* (*Sacharum sinense*) y *Pennisetum* sp (*Pennisetum* sp) en cuyes (*Cavia porcellus*) en el trópico. 2013.



- [17] Andrade-Yucailla V, Fuentes I, Vargas-Burgos JC, Lima-Orozco R, Jácome A. Alimentación de cuyes en crecimiento-ceba a base de gramíneas tropicales adaptadas a la Región Amazónica. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria. 2016;17(1):1-7.
- [18] Rosa B, Silva SRCS. Efeito das épocas de diferimento na produção e composição química do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum. cv. Cameroon). 1997.
- [19] Calzada-Marín JM, Enríquez-Quiroz JF, Hernández-Garay A, Ortega- Jiménez E, Mendoza-Pedroza SI. Análisis de crecimiento del pasto *Pennisetum* sp (*Pennisetum* sp.) en clima cálido subhúmedo. Revista mexicana de ciencias pecuarias. 2014;5(2):247-260.
- [20] Ortiz L, Lucas M. Obtención y utilización de silaje de pasto *Pennisetum purpureum* (*Pennisetum purpureum* x *P. thyfoides*) como sobrealimentación de bovinos en épocas secas y su efecto en la producción de leche. 2005.
- [21] Chacón-Hernández PA, Vargas-Rodríguez CF. Digestibilidad y calidad del *Pennisetum purpureum* cv. *Pennisetum purpureum* a tres edades de rebrote. Agronomía mesoamericana. 2009;399-408.
- [22] Espinoza F, Argenti P, Gil JL, León L, Perdomo E. Evaluación del pasto *Pennisetum purpureum* (*pennisetum purpureum* cv. *pennisetum purpureum*) en asociación con leguminosas forrajeras evaluation of *pennisetum purpureum* (*Pennisetum purpureum* cv. *Pennisetum purpureum*) associated with forages legumes. Zootecnia Tropical. 2001;19(1):59-71.
- [23] Ramírez U. Productividad agronómica del arbusto forrajero *Tithonia diversifolia* en Yucatán, México. 2006.
- [24] Castillo-Mestre R, Betancourt-Bagué T, Toral-Pérez OC, Iglesias-Gómez JM. Influencia de la asociación *Gliricidia sepium*-*Tithonia diversifolia*- *Cynodon nlemfuensis* en el rendimiento y componente del forraje. 2016.
- [25] Chay AJ. Productividad de *Tithonia diversifolia* intercalado a *Cynodon nlemfuensis* y *Gliricidia sepium* abonado con ovinaza. 2006.
- [26] Mahecha L. *Tithonia diversifolia* (hemsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú). Livestock Research for Rural Development. 2007;19(2):1-6.
- [27] Guamán Ramírez MA. Evaluación de dos resciones tradicionales para la alimentación de cuyas mejoradas desde el destete hasta el inicio de la vida reproductiva, mediante la utilización de madrigueras en forma piramidal. 2015.
- [28] Sinaluisa Almachi AC, et al. Implementación de un sistema de crianza de cuyes no tradicional, utilizando madrigueras en forma piramidal con diferente densidad poblacional en la etapa de crecimiento-engorde. Caribeña de Ciencias Sociales, 2018(septiembre).



- [29] Galtier N, et al. Mitochondrial DNA as a marker of molecular diversity: a reappraisal. *Molecular Ecology*. 2009;18(22):4541-4550.
- [30] Silveira PP et al. Interaction between repeated restraint stress and concomitant midazolam administration on sweet food ingestion in rats. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 2000;33(11):1343- 1350.
- [31] Vilca JFV, Villafranca, YMM. Efecto de la valeriana (*Valeriana* sp.) en el engorde de cuyes criollos. *INFINITUM*. 2014;4(2).
- [32] Dess NK, Choe S, Minor TR. The interaction of diet and stress in rats: high-energy food and sucrose treatment. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*. 1998;24(1):60.
- [33] Tobón S, Alpi SV, Sandín B. Implicación del estrés psicosocial y los factores psicológicos en la dispepsia funcional. *Anales de Psicología/Annals of Psychology*. 2003;19(2):223-234.
- [34] Sayay Delgado MA. Utilización del Forraje de dos Variedades de Maíz en la Alimentación de Cuyes en la Etapa de Crecimiento-Engorde. 2011.
- [35] Chicaiza Lagla WV. Determinación de parámetros productivos con el uso de factor de transferencia en la etapa de crecimiento engorde en cuyes (*cavia porcellus*) de la granja producuy en Salcedo-Cotopaxi. 2012.
- [36] Ojeda Moreno ME. Utilización de diferentes niveles de *Pennisetum* spde en sustitución de Alfalfa para la alimentación de cuyes en la Etapa de Gestación-Lactancia. 2012.
- [37] Salazar F. Buenas prácticas agrícolas y aspectos ambientales. Instituto de Investigaciones Agropecuarias-Centro Regional de Investigación Remehue;2004.
- [38] Mendoza Gualli R. Efecto de la chilca en el crecimiento, engorde de cuyes machos mejorados, en la comunidad de Puchi Guallavin, cantón Riobamba. 2009.
- [39] Herrera H. Evaluación del comportamiento productivo de cuyes alimentados con forraje más balanceado con diferentes de sacharina mas aditivos (5, 10 15%). en la etapa de gestación-Lactancia. 2007.
- [40] Mullo L. Aplicación del promotor natural de crecimiento (Sel-plex) en la alimentación de cuyes mejorados (*Cavia porcellus*) en la etapa de crecimiento-engorde y gestación-lactancia. Escuela superior de Chimborazo. Riobamba:Facultad deficiencias pecuarias Escuela de ingeniería zootécnica; 2009.
- [41] Sánchez A. Forrajeras tropicales y banano maduro (*Musa paradisiaca*) en el engorde de cuyes (*Cavia porcellus* L.) en el cantón Quevedo. *Actas Iberoam Conserv Anim*. 2012;2:287-290.
- [42] Erazo Villacres CN. Utilización de Ensilaje de *Pennisetum* sp de Diferentes Edades de Corte (30, 45, y 60 Días) en la Alimentación de Cuyes. 2013.
- [43] Falcón VM.d.R. et al. Efecto adverso en la calidad proteica de los alimentos de dietas con alto contenido de fibra dietaria. *Revista chilena de nutrición*. 2011;38:356-367.



- [44] Palmero MLR, Moreira MA. Modelos mentales de la estructura y el funcionamiento de la célula: dos estudios de casos. *Investigações em Ensino de Ciências*. 2016;4(2):121-160.
- [45] Pérez A et al. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. *Pastos y Forrajes*. 32:1- 1.
- [46] Chacón-Hernández PA, Vargas-Rodríguez CF. Consumo de *Pennisetum purpureum* cv. *Pennisetum purpureum* a tres edades de cosecha en caprinos. *Agronomía Mesoamericana*. 2010;21:267-274.
- [47] Murillo RL. Rendimiento y calidad de dos especies del género *Pennisetum* en Ecuador. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*. 2015;16(8):1-10.
- [48] Sandoval H. Evaluación de diferentes tipos de dietas en cobayos en crecimiento. (línea). Universidad Técnica de Ambato; 2013.
- [49] Latham MC. Colección FAO: Alimentación y Nutrición No. 29. Rome:FAO;2002.
- [50] Cardona EM, Rios LA and Peña JD. Disponibilidad de variedades de pastos y forrajes como potenciales materiales lignocelulósicos para la producción de bioetanol en Colombia. *Información tecnológica*. 2012;23(6):87- 96.
- [51] González I. Producción y composición química de forrajes de dos especies de pasto Elefante (*Pennisetum* sp.) en el Noroccidente de Venezuela. *Zootecnia Trop*. 2011;29(1):103-112.
- [52] Ramírez Y, Pérez J. Efecto de la edad de corte sobre el rendimiento y composición química del pasto *Pennisetum* sp (*Pennisetum* sp.). *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*. 2006;24:57-62.
- [53] Molina S. Evaluación agronómica y bromatológica del pasto *Pennisetum* sp (*Pennisetum* sp.) cultivado en el Valle del Sinú. *Rev. Fac. Nac. Agron. Colombia*. 2005;58(1):39.
- [54] Villa R, V. *Revista de Ciencias Agrícolas*. 2016;33(2):76-83.
- [55] Cheeke PR. *Applied animal nutrition: Feeds and feeding*. Pearson Prentice Hall;2005.
- [56] Márquez Siguas BM. *Refrigeración y congelación de alimentos: terminología, definiciones y explicaciones*. 2014.
- [57] Torres Vaca MA. Evaluación de dos sistemas de alimentación en cuyes en la fase de reproducción basados en forraje más balanceado y balanceado más agua. 2013.
- [58] Castro LG, Ledesma LM, Arizala JA. Crecimiento y desarrollo de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en condiciones de trópico alto. 2015.
- [59] Medina MG. Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia Tropical*. 2009;27(2):121-134.
- [60] Rivera JE. Efecto de la oferta y el consumo de *Tithonia diversifolia* en un sistema silvopastoril intensivo (SSPi), en la calidad y productividad de leche bovina en el piedemonte Amazónico colombiano. *Livestock Research for Rural Development*. 2015;27(10):1-13.



- [61] Cardona-Iglesias JL, Mahecha-Ledesma L, Angulo-Arizala J. Efecto sobre la fermentación in vitro de mezclas de *Tithonia diversifolia*, *Cenchrus clandestinum* y grasas poliinsaturadas. *Agronomía Mesoamericana*. 2017;28(2): 405-426.
- [62] Saxena M. Phytochemistry of medicinal plants. *Journal of pharmacognosy and phytochemistry*. 2013;1(6).