

PRODUCCIÓN DE ENSILAJE DE MAÍZ FORRAJERO (VARIEDAD INIAP H-551) CON ADITIVOS Y SU EFECTO EN EL CRECIMIENTO Y ENGORDE DE CUYES PERUANO MEJORADOS



Autores:

José H Jiménez A¹
Iván Naranjo Santamaría²

¹ Universidad Tecnológica Equinoccial
Programa de Maestría en Producción Animal UTE, sede Santo Domingo
Investigador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ESPOCH
E-mail: pepeherminio@yahoo.es
Teléf.: (593) 0994182026
Quito - Ecuador

² Universidad de las Fuerzas Armadas. ESPE, sede Santo Domingo
Facultad de Ingeniería Agropecuaria
E-mail: ivan_naranjo1@hotmail.com
Teléf.: (593) 0994015980
Quito - Ecuador

Recepción/Received: 2014-01-15
Aceptación/Accepted: 2014-03-20
Publicado/Published: 2014-06-30



REVISTA DE
INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA

Resumen

En la hacienda “El Oasis” de la Universidad Tecnológica Equinoccial, localizada en la provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, ubicada altitudinalmente a 416 m.s.n.m., se evaluó la calidad del ensilaje de maíz INIAP H-551, procesado con diferentes aditivos (melaza, suero de leche y bentonita de calcio). Una vez identificado cual fue el mejor ensilaje, se lo utilizó como dieta de los cuyes a fin de evaluar su efecto y el comportamiento productivo durante las etapas de crecimiento y engorde. Se utilizaron 40 cuyes destetados de ambos sexos, distribuidos bajo un DCA, en arreglo combinatorio, correspondiendo el factor A para los niveles del ensilaje en remplazo del pasto Saboya (20, 40 y 60 %) y para el factor B: el sexo de los cuyes. Los resultados experimentales se sometieron a un análisis de varianza y separación de medias (Tukey a $P < 0.05$). Se comprobó que la bentonita de calcio favoreció el proceso del ensilaje al conservar la composición bromatológica del maíz, presentando 11,39 % de proteína, 29,53 % de fibra; menor aporte de extracto etéreo 5,47 % y 47,09 % de ELN (expresados en materia seca). Este ensilaje al utilizarlo en la etapa de crecimiento, no presentó un efecto favorable en los parámetros productivos. En la etapa de engorde, las diferencias encontradas con el empleo del 60 % de ensilaje, frente al suministro de pasto Saboya fueron a favor del empleo del ensilaje con: 60 g en los pesos finales, 80,13 g en las ganancias de peso, un ahorro 2,41 kg de materia seca/kg de ganancia de peso, canales más pesadas en 53,20 g y, de acuerdo al análisis económico se reportó un beneficio/costo de 1,19, por lo que se recomienda utilizar el 60 % de ensilaje del maíz con bentonita y 40 % de pasto Saboya como alimento de los cuyes en las etapas de crecimiento y engorde.

Palabras clave: aditivos, cuyes, crecimiento, engorde, ensilaje, maíz

Abstract

At the “El Oasis” farm, that belongs to the Equinoctial Technological University, located in the Santo Domingo of the Tsáchilas province, altitudinally located at 416 m asl, the bromatological quality of the INIAP H-551 corn silage, which was elaborated using different additives (molasses, whey milk and calcium bentonite); and the productive performance of improved Peruvian guinea pigs, using silage with calcium bentonite (that was demonstrated as the best treatment as part of diet during the stages of growth and fattening), were assessed. The research included a set of 40 weaned guinea pigs of both sexes, which were distributed under a DCA, in combinatorial arrangement, where Factor A were the silage levels as replacement of Saboya grass (20,40 and 60 %) and Factor B was the sex of guinea pigs. The experimental results were subjected to analysis of variance and means separation (Tukey at $P < 0.05$). It was possible to determine that the calcium bentonite favored the silage process because it allowed to preserve the bromatological composition of the corn, showing 11.39% of protein, 29.53 % of fiber; lower contribution of ether extract 5.47 % and 47.09 % of ELN (expressed in dry matter). This silage used in the growth stage, did not show a favorable effect on the productive parameters. During the fattening stage, the differences found using the 60% of silage against the provision of Saboya grass were favorable for the use of silage, which allowed obtaining: 60 g in the final weights, 80.13 in weight gains, a saving of 2.41 kg of dry matter/kg of weight gain, heavier carcasses at 53.20 g, and according to an economic analysis, a benefit/cost of 1.19 was reported. So, it is recommended to use 60% of corn silage with bentonite and 40% of Saboya grass as food for guinea pigs during the growth and fattening stages.

Keywords: additives, guinea pigs, growth stage, fattening stage, silage, corn

Introducción

El cuy o cobayo es un mamífero roedor originario de la zona andina del Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia. Es un animal pequeño, muy dócil y fácil de manejar. Las ventajas de la crianza de cuyes incluyen su calidad de especie herbívora, su ciclo reproductivo corto, la facilidad de adaptación a diferentes ecosistemas porque pueden encontrarse desde la costa o llano hasta alturas de 4.500 m.s.n.m. y en zonas tanto frías como cálidas. Además, su carne es un producto alimenticio de alto valor nutricional que contribuye a la seguridad alimentaria de la población (Díaz, 2010).

En el Ecuador, la explotación ganadera utiliza como alimento el pasto fresco, por ser más económico y la forma más eficiente de usarlo es pastoreándolo. Sin embargo, el mayor problema de las ganaderías y de los animales menores es la crisis forrajera en la época de verano, por efecto de la falta de lluvias, alta evaporación y escasa o ninguna disponibilidad de agua de riego.

La baja disponibilidad de forraje provoca el sobre pastoreo de los pastizales, lo que ocasiona la baja productividad de las parcelas, principalmente en áreas de topografía muy inclinada, donde la erosión de los suelos complica aún más el problema. Todo lo expuesto anteriormente lleva a una disminución de la cantidad de pasto, por lo que se producirá menos cortes de forraje destinados a la alimentación de las especies menores, como son los cuyes y conejos.

Por el contrario, en determinadas épocas del año hay una sobre producción de forraje, que no puede ser utilizado adecuadamente, y al existir el desconocimiento de los procesos de conservación hacen que este recurso alimenticio se desperdicie ya que pierden rápidamente su valor nutritivo; además, el contenido de proteína así como el valor de la digestibilidad declinan rápidamente después de la floración a causa del proceso de lignificación (Calsamiglia, Ferret y Bach., 2004).

De igual manera, la alimentación es uno de los aspectos más importantes en el ciclo productivo del cuy. El factor alimenticio

representa del 70% al 80% del costo de producción; es decir, el éxito o fracaso de la granja en gran medida está condicionado por este factor.

Suministrar a los animales una alimentación insuficiente en calidad y cantidad, trae como consecuencia una serie de trastornos; en reproductores, los problemas frecuentes son: retraso en la fecundación, muerte embrionaria, abortos y nacimiento de crías débiles y pequeñas con alta mortalidad. Para lograr que los cuyes desarrollen una buena producción y presenten precocidad, se les debe suministrar un alimento adecuado que llene sus requerimientos nutritivos.

La provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas se caracteriza por presentar condiciones agroecológicas ideales para la producción de maíz, pudiendo alcanzarse hasta tres cosechas por año, así como también, permiten desarrollar diversas explotaciones pecuarias; pero entre las especies poco explotadas en esta zona se encuentra la producción de cuyes a pesar de su facilidad de adaptación a este piso climático.

Una alternativa es el uso del ensilaje, que solucionaría el problema de escasez de forrajes en las épocas de sequía, en los cuales el reto es ofrecer a los animales alimento de buena calidad, aprovechando los recursos de la finca. El ensilaje es un método de conservación de forrajes húmedos, de fácil manejo y reducido costo de producción.

De ahí que es importante validar el ensilaje de maíz forrajero con diferentes aditivos, como una alternativa para su conservación y posterior uso como alimento de cuyes, con la consecuente elevación de los índices productivos reflejados en mejores pesos finales, ganancias de peso y conversión alimenticia, logrando reducir los costos de producción y elevar su rentabilidad económica, además se pondrá a disposición de la población una carne de alto valor biológico. Al respecto, la Coordinadora de Organizaciones Campesinas e Instituciones Agrarias del Perú (2007) señala que la carne del cuy es una muy buena fuente de proteína de origen animal, baja en contenido de grasas como colesterol y triglicéridos, presenta cantidades altas de ácidos grasos como linoleico y linolénico necesarios en la nutrición humana, y es altamente digestible.

Se concluye precisando que este trabajo estuvo orientado a la evaluación de la calidad del ensilaje de maíz INIAP H-551 con diferentes aditivos (orgánicos e inorgánicos) y su utilización en la alimentación de cuyes peruano mejorados en el trópico ecuatoriano.

Materiales y Métodos

Localización de la investigación

La investigación se llevó a cabo en dos haciendas localizadas en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. La hacienda "Wisconsin" ubicada en la parroquia Julio Moreno Espinosa, recinto Aquepi km 14, ubicada a 620 m.s.n.m., 0°20'20,40" latitud sur y 70°8'42" de longitud este; y la hacienda "El Oasis" de la Universidad Tecnológica Equinoccial, ubicada en el Km. 2½ vía San Jacinto, ubicada a 416 m.s.n.m., a 0°13'17,28" latitud sur y 79°15'49,72" longitud Oeste.

En la hacienda Wisconsin se cultivó el maíz y se elaboró el ensilaje. En la hacienda El Oasis se evaluó la utilización del ensilaje en la alimentación de cuyes en la fase de crecimiento-engorde.

Tiempo de duración de la investigación

El período de ejecución de la investigación fue de 10 meses. Este tiempo incluyó la siembra, cosecha del maíz INIAP H-551, procesamiento de ensilaje y la evaluación del comportamiento productivo de los cuyes alimentados con las dietas experimentales.

Diseño experimental, factores y variables de estudio

Factores de estudio

Los factores de estudio fueron divididos en dos fases de investigación:

a) Elaboración y evaluación del ensilaje

En la primera fase se estudió la calidad a través del análisis bromatológico del ensilaje elaborado con el empleo de aditivos de origen orgánico (melaza y suero de leche) y de origen inorgánico (bentonita de calcio), que se compararon con un tratamiento testigo.

To: Ensilaje del maíz INIAP H-551 sin aditivo (testigo)

T1: Ensilaje del maíz INIAP H-551 con suero de leche

T2: Ensilaje del maíz INIAP H-551 con melaza

T3: Ensilaje del maíz INIAP H-551 con bentonita de calcio.

Cuadro 1. Esquema del experimento para la etapa de evaluación del ensilaje de maíz INIAP H-551 con diferentes aditivos.

Aditivo para ensilaje	Código	Rep	T.U.E.	Nº muestras /tratam
Sin aditivo	T0	3	400 g	3
Suero de leche	T1	3	400 g	3
Melaza	T2	3	400 g	3
Bentonita de calcio	T3	3	400 g	3
Total muestras				12

T.U.E.: Tamaño de la unidad experimental, 400 g de ensilado.

b) Evaluación productiva de los cuyes

En la segunda fase se estudió el comportamiento productivo de los cuyes peruano mejorados de ambos sexos, durante las etapas de crecimiento y engorde, por efecto del suministro de diferentes niveles del ensilado de maíz INIAP H-551 con bentonita de calcio, por ser este ensilado el que presentó las mejores características esperadas en un producto de buena calidad, determinado por la presencia y/o contenido de ácido láctico, ácido acético, ácido butírico, nitrógeno amoniacal, pH y el análisis proximal que generó la información referente al contenido materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, cenizas, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno y su digestibilidad en asociación con *Panicum maximum* (pasto Saboya) y balanceado comercial, comparado con un tratamiento testigo, considerándose como factores de estudios los niveles empleados de ensilado del maíz (Factor A) y el sexo de los animales (Factor B), como se detalla a continuación:

Factor A: Niveles del ensilaje de maíz INIAP H-551 en reemplazo del forraje verde:

To: 100 % forraje

T1: 20% de ensilado y 80% de forraje verde

T2: 40% de ensilado y 60% de forraje verde

T3: 60% de ensilado y 40% de forraje verde

Factor B: Sexo de los cuyes:

M: Machos

H: Hembras

Cuadro 2. Esquema del experimento para las etapas de crecimiento y engorde.

Niveles ensilado	Sexo	Código	Rep	T.U.E.	Nº anima/ tratam.
0 %	Hembra	T0M	5	1	5
0 %	Macho	T0H	5	1	5
20 %	Hembra	T1M	5	1	5
20 %	Macho	T1H	5	1	5
40 %	Hembra	T2M	5	1	5
40 %	Macho	T2H	5	1	5
60 %	Hembra	T3M	5	1	5
60 %	Macho	T3H	5	1	5
Total cuyes de ambos sexos					40

T.U.E.: Tamaño de la unidad experimental, 1 animal destetado.

Diseño experimental

Las unidades experimentales en la elaboración y evaluación del ensilaje se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar, con 3 repeticiones por tratamiento y cada unidad experimental de 400 g del ensilado, por lo que el modelo lineal aditivo considerado para esta fase fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \delta_i + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación

μ = Media general

δ_i = Efecto de los aditivos empleados

ϵ_{ijk} = Efecto del error experimental

Para las etapas de crecimiento y engorde, las unidades experimentales se distribuyeron bajo un Diseño Completamente al Azar en un arreglo combinatorio donde el Factor A correspondió a los niveles del ensilado en reemplazo del forraje verde; y el Factor B al sexo de los animales, utilizando 5 repeticiones por tratamiento y una unidad experimental de un animal, por lo que para su análisis se ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + \delta_i + \beta_j + \delta\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación

μ = Media general

δ_i = Efecto de los niveles del ensilado de maíz en reemplazo del forraje verde

β_j = Efecto del sexo de los animales

$\delta\beta_{ij}$ = Efecto de la interacción entre niveles de ensilado de maíz y el sexo

ϵ_{ijk} = Efecto del error experimental

Mediciones experimentales

Las mediciones experimentales que se evaluaron en el presente trabajo, fueron:

a) Evaluación bromatológica del ensilaje

- pH
- Contenido de humedad, %
- Contenido de materia seca, %
- Contenido de proteína, %
- Contenido de extracto etéreo, %
- Contenido de cenizas, %
- Contenido de fibra, %
- Contenido de extracto libre de nitrógeno (ELN), %
- Contenido de fósforo, %
- Contenido de calcio, %

b) Evaluación productiva de los cuyes

En la etapa de crecimiento:

- Peso inicial, g
- Peso a los 45 días de evaluación, g
- Ganancia de peso, g
- Consumo de ensilado de maíz
- Consumo de forraje, kg MS
- Consumo de balanceado, kg MS
- Consumo total de alimento, kg MS
- Conversión alimenticia
- Costo/kg ganancia peso, dólares

En la etapa de engorde:

- Peso inicial (45 días de evaluación), g
- Peso a los 90 días de evaluación, g
- Ganancia de peso, g

- Consumo de ensilado de maíz
- Consumo de forraje, kg MS.
- Consumo de balanceado, kg MS
- Consumo total de alimento, kg MS
- Conversión alimenticia
- Costo/kg ganancia peso, dólares
- Mortalidad, %
- Rendimiento a la canal
- Rentabilidad mediante el indicador Beneficio/costo

Métodos estadísticos

Los resultados experimentales obtenidos fueron analizados con el software estadístico SPSS V18, realizándose las siguientes pruebas:

- Análisis de Varianza para las variables (ADEVA).
- Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey al nivel de significancia de $P < 0,05$.
- Determinación de las líneas de tendencia a través de la regresión polinomial, en las variables que registraron diferencias estadísticas por efecto de los niveles del ensilado de maíz INIAP H-551 empleados.

Manejo del experimento

a) Elaboración del ensilaje

El maíz se cosechó a los 82 días contados a partir de la siembra hasta el corte y, se sometió al siguiente proceso:

Una vez que las plantas fueron cosechadas y picadas, se las depositó en los silos tarros en capas y, entre cada una de ellas se adicionó la cantidad de aditivo correspondiente, calculado de acuerdo a las recomendaciones de cada uno de ellos y, posteriormente se realizó la compactación para eliminar el oxígeno existente en el silo. El tarro disponía de huecos en el fondo para favorecer la evacuación de los lixiviados. Una vez llenado se cubrió inmediatamente la parte superior del silo con un plástico (polietileno) y la respectiva tapa para cerrarlo herméticamente.

Todas las transformaciones químicas dentro del silo se producen en un periodo aproximado de 21 a 30 días como mínimo.

Transcurrido este tiempo se considera que el proceso ha terminado.

Se abrieron los silos para tomar las muestras en una cantidad aproximada de 400 gramos de cada uno de los tratamientos y repeticiones para los diferentes análisis de laboratorio.

b) Manejo de los cuyes

Antes del ingreso de los cuyes a las jaulas, se ubicó la respectiva nomenclatura en cada compartimento, luego se registró su peso y se procedió a colocar a los animales en su respectiva área (un compartimento para cada animal), distribuyéndoles al azar de acuerdo al sorteo, lo que a su vez facilitó la toma de datos ya que los animales no fueron areteados. El alimento y la cantidad proporcionada a los animales en la etapa de crecimiento y engorde fue la misma. Esto, en razón de que generalmente en la investigación de cuyes se considera como una sola etapa el crecimiento y engorde. Las diferencias entre los consumos se establecieron a través de los residuos o sobrantes de alimento.

T0 = 100 % forraje + 30 g de balanceado

T1 = 80 % forraje + 20 % de ensilaje + 30 g de balanceado

T2 = 60 % forraje + 40 % de ensilaje + 30 g de balanceado

T3 = 40 % forraje + 60 % de ensilaje + 30 g de balanceado

El ensilado del maíz INIAP H-551 con bentonita se utilizó en reemplazo del forraje verde del pasto Saboya, además todos los animales recibieron balanceado comercial como un suplemento alimenticio.

Cuadro 3: Cantidad de alimento suministrada a los cuyes

Tratamientos	Cantidad, g/animal/día		
	Forraje	Ensilaje	Balanceado
T0 = 100% forraje + 30 g de balanceado	250	0	30
T1 = 80% forraje + 20% ensilaje + 30 g balanceado	200	50	30
T2 = 60% forraje + 40% ensilaje + 30 g balanceado	150	100	30
T3 = 40% forraje + 60% ensilaje + 30 g balanceado	100	150	30

La composición bromatológica del pasto Saboya se reporta en el siguiente cuadro

Cuadro 4: Composición bromatológica del pasto Saboya (*Panicum maximum*)

Nutrientes	Contenido
Humedad, %	75,55
Materia Seca, %	24,45
Proteína, %	12,14
Fibra cruda, %	32,27
Extracto etéreo, %	1,95
Cenizas, %	12,39

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología, FCP-ESPOCH (2012).

Resultados y Discusión

Contenido de nutrientes del ensilaje de maíz INIAP H-551

Los resultados del contenido de nutrientes de los ensilajes de maíz INIAP H-551, elaborados con diferentes aditivos de origen orgánico (melaza y suero de leche), así como del aditivo de origen inorgánico (bentonita de calcio), se reportan en el Cuadro 5, donde el valor de la probabilidad (Prob.), establece si existen o no diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos de acuerdo a los análisis de varianza efectuados.

Cuadro 5: Contenido de nutrientes del ensilaje de maíz INIAP H-551 por efecto del empleo de diferentes aditivos

Parámetro	Aditivos				C.V. Prob.	C.V. (%)	Signific. Estadisc.
	Sin Aditivo	Suero de leche	de Melaza	Bentonita			
pH	3,50	B 3,70	ab 3,63	ab 3,80	0,022	2,44	*
Humedad, %	78,37	A 78,21	a 77,18	b 76,88	0,001	0,43	**
Materia seca, %	21,63	B 21,79	b 22,82	a 23,12	0,001	1,50	**
Proteína, %	8,98	C 10,39	b 7,94	d 11,39	0,000	0,86	**
Fibra, %	26,11	B 25,02	c 24,61	c 29,53	0,000	0,81	**
Extracto etéreo, %	6,08	A 6,19	a 5,75	b 5,47	0,000	0,76	**
ELN, %	52,20	A 51,38	a 52,32	a 47,09	0,000	0,81	**
Ceniza, %	6,99	A 7,07	a 6,44	c 6,58	0,000	0,66	**
Calcio, %	2,38	A 2,23	ab 2,18	b 2,21	0,016	2,81	*
Fósforo, %	0,15	A 0,16	a 0,15	a 0,73	0,087	95,28	NS

1. C.V.: Coeficiente de variación.

2. ELN: Extracto Libre de Nitrógeno.

3. Prob. > 0,05: No existen diferencias estadísticas.

4. Prob. < 0,05: Existen diferencias significativas.

5. Prob. < 0,01: Existen diferencias altamente significativas.

6. Medias con letras diferentes en una misma fila, difieren estadísticamente según la prueba de Tukey.

pH

Los valores medios de pH del ensilaje del maíz INIAP H-551 elaborado con diferentes aditivos, presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$), encontrándose que al utilizarse la bentonita de calcio propició que el pH al final del proceso sea de 3,80; mientras que el ensilado sin aditivo presentó el menor valor y que fue de 3,50 (Cuadro 5). A su vez se puede determinar que los ensilajes donde se utilizaron como aditivos el suero de leche, melaza y la bentonita presentan resultados estadísticamente iguales.

Los resultados obtenidos del pH se encuentran dentro del rango considerado normal ya que Oramas y Vivas (2007), señalan

que es entre 3,5 y 4,0 para que el ensilaje sea clasificado como de buena calidad; considerándose que aparte del efecto mostrado por los aditivos empleados, las respuestas alcanzadas se deban a lo que Calsamiglia et al, (2004), señalan, que una correcta elaboración del ensilaje de maíz, va a producir cantidades óptimas de carbohidratos, los mismos que serán transformados en ácido láctico, presentan un bajo poder tampón que permite que el pH baje rápidamente y porque al ensilar el contenido en materia seca es elevado.

Contenido de humedad

Los contenidos de humedad de los ensilajes del maíz presentaron diferencias significativas ($P < 0,01$), por efecto de los

aditivos empleados, registrándose los mayores contenidos en los ensilajes elaborados sin aditivo así como con el uso del suero de leche, que presentaron valores de 78,37 y 78,21%, respectivamente; mientras que, cuando se empleó la melaza y la bentonita éstas disminuyeron a 77,18 y 76,88%, en su orden (Cuadro 5). Por lo que se considera que el contenido de humedad del ensilaje se reduce al emplearse la bentonita, debido a que esta presenta una alta capacidad de hinchamiento, al absorber el agua en el espacio inter laminar (Bravo y Vázquez, 2009); en tanto que, en el caso de la melaza en la fase respiración las bacterias a través del proceso de respiración éstas producen normalmente agua, se eleva la temperatura de la masa del ensilaje y hay una generación de dióxido de carbono, lo que puede entenderse como una deshidratación, lo que explica la pérdida de agua (Jiménez, 2006).

De acuerdo a los resultados obtenidos y tomando en cuenta la clasificación sugerida por Boschini y Elizondo (2003), el ensilaje del maíz INIAP H-551, se considera de humedad alta, debido a que todos los ensilajes presentan valores superiores al 75%, que pueden estar en dependencia del tipo de microsililo empleado, el cual, no permite la salida de efluentes, siendo esto importante debido a que los ensilajes con un contenido alto de humedad producen mayores cantidades de efluentes que son responsables de la pérdida de nutrientes altamente digestibles (Oramas y Vivas, 2007).

Contenido de Materia seca

El contenido de materia seca por ser inversamente proporcional al contenido de humedad, de igual manera se registraron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), por efecto de los aditivos empleados, registrándose el mayor contenido en los ensilajes elaborados con bentonita y con la melaza; las cantidades encontradas fueron de 23,12 y 22,82%, en su orden; mientras que, con el suero de leche y sin la adición de aditivos los valores determinados fueron entre 21,79 y 21,63%, respectivamente (Cuadro 5). Por lo tanto, se considera que con el empleo de la bentonita por su capacidad de absorción de humedad, el ensilaje presenta una mayor cantidad de materia seca, siendo esto importante, ya que Oramas y Vivas (2007) señalan que el contenido de materia seca desempeña un papel fundamental en el ensilaje, ya que este aumenta

la concentración de nutrientes, facilita los procesos fermentativos y disminuye la capacidad de acción de los clostridios.

Contenido de proteína

Las medias del contenido de proteína bruta de los ensilajes del maíz INIAP H-551, presentaron diferencias estadísticas altas ($P < 0,01$), por efecto de los aditivos evaluados, por cuanto con el uso de la bentonita se alcanzaron los mayores contenidos (11,39%), a diferencia del empleo de la melaza, cuyo ensilaje presentó un contenido de 7,94% de proteína, que son los dos casos extremos (Cuadro 5). Por lo tanto, se puede considerar que el empleo de la bentonita tiene un efecto favorable en la concentración de los nutrientes, ya que a mayor contenido de materia seca, mayor será el aporte de los nutrientes, además que al utilizarlo como aditivo nutricional se favorece la interacción con proteínas, péptidos y aminoácidos a través de enlaces débiles, debido a que las materias nitrogenadas de las plantas están constituidas en su mayor parte por proteínas y en menor cuantía por aminoácidos libres, aminas y de formas minerales (iones nitrato y amonio). Las proteasas hidrolizan las proteínas vegetales en péptidos y aminoácidos. Esta proteólisis disminuye a medida que el medio se acidifica, y se detiene cuando el pH desciende por debajo de cuatro. Esto explica que, incluso en buenos ensilados, el contenido de nitrógeno soluble sea mayor que el de la planta verde y que pueda representar más del 50% del nitrógeno total (Cafiete y Sancha 1998 citado por Mier, 2009), notándose este comportamiento en el ensilaje con bentonita cuyo pH fue el más alto de los evaluados.

Las respuestas alcanzadas guardan relación con el reporte de Mier (2009), quien señala que para ensilados de maíz de planta entera, el contenido debe estar comprendido entre 8 y 10% con base en materia seca. Si los valores son superiores y no hubo adición de úrea, puede significar un corte demasiado temprano con pérdida de potencial de producción y bajo contenido en almidón. Por otro lado, la mayor respuesta obtenida (11,39%), es superior al reporte de Calsamiglia et al, (2004) quienes indican que el ensilaje de maíz que contiene entre el 20 y 25% de materia seca, su aporte de proteína es de 9,20%, considerándose que el concepto de proteína cruda incluye la proteína verdadera y el nitrógeno no proteico (NPN) tales como el nitrógeno ureico y el amoniacal.

Contenido de fibra

Los contenidos de fibra de los ensilajes elaborados con diferentes aditivos presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), registrándose el mayor contenido en el ensilaje con bentonita (29,53 %), a diferencia del empleo de la melaza, y el suero de leche cuyo ensilaje presentó un contenido de 24,61 % y 25,02% en su orden, que son los casos extremos (Cuadro 5), por lo que se considera que la bentonita al impedir que se produzcan cambios en la composición de la materia seca durante la respiración y fermentación y la presencia de los efluentes (jugos), permite que la proporción de fibra tienda a aumentar en el ensilaje comparado con el forraje recién cortado (Jiménez, 2006).

Las respuestas obtenidas son superiores y dentro de los parámetros normales, a las reportadas por Mier, (2009) quien al evaluar el contenido de fibra en el ensilaje de maíz con y sin la utilización inoculo microbiano determinó valores entre 18,63 y 19,13%, pero guardan relación con el reporte de Calsamiglia et al, (2004) quienes indican que el ensilaje de maíz que contiene entre el 20 y 25% de materia seca, su aporte de fibra es de 27,13%, debido a que la primordial fuente de este nutriente se debe principalmente a los tallos que están conformados por fibra que es la estructura que da fuerza y rigidez a las plantas.

Contenido de extracto etéreo

Los contenidos de extracto etéreo de los ensilajes presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), observándose mayores contenidos en los ensilajes con suero de leche y sin aditivo, con 6,19 y 6,08%, en su orden, en tanto que al emplearse la melaza se redujo a 5,75% y con la bentonita a 5,47% (Cuadro 5), notándose en este caso un efecto favorable del suero de leche, cuya característica principal es su acidez, lo que al parecer favorece la producción de ácido láctico para que la fermentación ocurren en un menor tiempo y requiera un menor consumo energético.

Los valores anotados en el presente estudio están dentro de los rangos normales que tiene el maíz, al compararlos con los que señala de Calsamiglia et al (2004) se consideran que son más altos,

por cuanto este investigador señala que el ensilaje de maíz con contenidos de materia seca entre 20 y 25%, presentan un contenido de EE de 4,35%, siendo mayor las diferencias con el reporte de Mier, (2009) que establece contenidos entre 0,96 y 1,0 %, por lo que se concuerda con este investigador, en que el valor nutritivo de los ensilajes está determinado por la composición del forraje al momento de la cosecha y por las modificaciones químicas que toman lugar durante el proceso de ensilado.

Contenido de extracto libre de nitrógeno (ELN)

En el caso de los contenidos de Extracto Libre de Nitrógeno (ELN), del ensilaje del maíz INIAP H-551 elaborado como en los tratamientos estudiados, presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), encontrándose la menor proporción (47,09%), cuando se empleó la bentonita de calcio (Cuadro 5), a diferencia de todos los demás ensilajes que obtuvieron tasas entre 51,38 y 52,32%, por lo que se considera que la bentonita favorece la presencia de proteína y de fibra en el ensilaje, pero el ELN se ve reducido, debido posiblemente a que dentro de este concepto se agrupan a los carbohidratos digeribles, así como también vitaminas y demás compuestos orgánicos solubles no nitrogenados (Mier, 2009).

Contenidos de Ceniza (C)

Los contenidos de cenizas encontrados en los diferentes ensilajes presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), por efecto de los aditivos utilizados, presentando el mayor porcentaje cuando se empleó como aditivo el suero de leche y en el testigo o control, con contenidos de 7,07 y 6,99 %, respectivamente (Cuadro 5), en cambio con la adición la melaza, y la bentonita se registraron menos contenidos (6,44 y 6,58% en su orden), determinándose que estos dos tratamientos son diferentes desde el punto de vista estadístico, valores que se ajustan a lo mencionado por Mier (2009) quien señala que las cenizas están compuestas de minerales (macro y microelementos), tanto propios del vegetal como adquiridos del ambiente. En casi todos los forrajes esta fracción es inferior al 10%. Si supera este valor, hay fuertes sospechas de contaminación con tierra, lo cual producirá variaciones considerables de este nutriente en el ensilaje, por consiguiente se establece que la cantidad de cenizas

encontradas en los ensilajes obtenidos están dentro de lo normal respecto a otros estándares internacionales.

Contenido de calcio

Los contenidos de calcio presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$), siendo el ensilaje sin aditivo y suero de leche los que aportan mayores porcentajes de calcio con 2,38 y 2,23% correspondientemente, cuando se utilizó los aditivos como la melaza y la bentonita, estos ensilajes presentaron menores contenidos de calcio con 2,18 y 2,21%, respectivamente; no obstante, solo fueron superadas por el tratamiento testigo (Cuadro 5), tasas que se consideran altas con relación a lo reportado por Calsamiglia et al (2004) quien indica que el ensilaje de maíz contiene el 0,30 % de Ca, por cuanto, desde el punto de vista nutritivo el ensilado de maíz es un alimento de un elevado valor energético, bajo valor proteico y bajo contenido en minerales.

Contenido de fósforo

El contenido de fósforo de los ensilajes no variaron estadísticamente ($P > 0,05$), por efecto de los aditivos empleados, a pesar de que los porcentajes fueron distribuidos entre 0,15% y 0,73%; y una media de 0,29% (Cuadro 5), valores que guardan relación con respecto al reporte de Calsamiglia et al (2004) quien sostiene que el ensilaje de maíz contiene el 0,28 % de fósforo, por lo que se considera que al utilizar la bentonita, se eleva el contenido de fósforo.

Con base en los resultados de los análisis bromatológicos para seleccionar el ensilaje que posee mejores condiciones nutritivas para ser utilizado en la alimentación de los cuyes peruanos mejorados, se establece que ensilaje con bentonita presenta las mejores características, por cuanto contiene mayores proporciones de materia seca (23,12%), proteína (12,39%) y fibra (29,53%), que son los nutrientes más representativos, por cuanto los cuyes según Rico (2003) es una especie herbívora monogástrica, tiene un estómago donde inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana.

Realiza cecotrofia para reutilizar el nitrógeno. Según su anatomía gastrointestinal está clasificado como fermentador post-gástrico debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego.

Comportamiento productivo de los cuyes en la etapa de crecimiento

Los resultados obtenidos en la etapa de crecimiento, por efecto del empleo de diferentes niveles del ensilaje con bentonita, se reportan en el cuadro 7, los mismos que se analizan a continuación, y que para su comparación se toma en consideración el estudio de Sayay (2010) quien utilizó como alimento de los cuyes alfalfa, maíz forrajero y forraje de maíz blanco. La evaluación lo hizo por separado tanto en las etapas de crecimiento y engorde, ya que en casi todos los estudios consultados, la etapa de crecimiento-engorde lo considera una sola fase.

Pesos

El peso promedio inicial de las crías utilizadas en el presente trabajo, fueron de 366,68 g, por cuanto éstos fluctuaron entre 364,30 y 370,70 g, en los grupos que se iban a probar los diferentes niveles de ensilaje; mientras que, por efecto del sexo de los animales, los pesos fueron de 365,55 y 367,80 g en machos y hembras, respectivamente (Cuadro 6), por esta razón los tratamientos fueron distribuidos en un diseño completamente al azar.

A los 45 días de evaluación, la variable en mención no obtuvo diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$), por efecto de los niveles del ensilaje del maíz utilizados; en tal virtud los pesos se distribuyeron entre 768,40 y 789,00 g, que corresponden a los cuyes que recibieron como parte de la alimentación el 60% de ensilaje y de aquellos que se les suministró el 100% pasto Saboya, respectivamente, que son los casos extremos, esta primera aproximación nos indicaría que se puede utilizar cualquier tratamiento para alimentación de cobayos.

Por efecto del sexo de los animales, los pesos alcanzados, tampoco fueron diferentes estadísticamente ($P < 0,05$), aunque los machos obtuvieron 787,70 g y las hembras 771,0 g. Los resultados obtenidos guardan relación con el trabajo de Sayay (2010) quien al

utilizar alfalfa, maíz forrajero y forraje de maíz blanco, alcanzó pesos finales en la etapa de crecimiento entre 634,50 y 739,00 g; en cambio son superiores con respecto al reporte de INIA, (1994) donde se indica que a los 71 días de edad de los cuyes criollos y mejorados los pesos son de 480,38 y 574,36 g, respectivamente, pudiendo atribuirse que la diferencia entre los resultados de las diferentes investigaciones están supeditados a la individualidad y a las características de los animales.

Ganancia de peso

La ganancia de peso en cobayos alimentados con ensilaje de maíz, no presentaron diferencias estadísticas tanto para los niveles de ensilaje como para el sexo.

En el primer caso el mayor y menor valor correspondió a 418,80 g y 402,90 g respectivamente (Cuadro 6).

Cuadro 6: Comportamiento productivo de cuyes peruano mejorados por efecto del consumo de ensilaje de maíz INIAP H-551 con bentonita, durante la etapa de crecimiento (45 días de evaluación).

Parámetros	Niveles de ensilaje				Prob.	Sexo		Prob.	C.V. (%)
	0%	20%	40%	60%		Machos	Hembras		
Peso inicial,	370,70	a 366,20	a 364,30	a 365,50	a 0,629	365,55	a 367,80	a 0,543	3,15
Peso a los 45 días, g	789,00	a 785,00	a 775,00	a 768,40	a 0,696	787,70	a 771,00	a 0,225	5,48
Ganancia de peso, g	418,30	a 418,80	a 410,70	a 402,90	a 0,762	422,15	a 403,20	a 0,125	9,21
Consumo de forraje, kg MS	2,56	a 2,04	b 1,47	c 0,92	d 0,000	1,75	a 1,75	a 0,931	1,81
Consumo de ensilado, kg MS	0,00	d 0,44	c 0,95	b 1,43	a 0,000	0,70	a 0,71	a 0,126	1,31
Consumo de balanceado, kg MS	1,09	a 1,09	a 1,09	a 1,08	a 0,156	1,08	b 1,10	a 0,000	0,86
Consumo total de alimento, kg MS	3,65	a 3,57	b 3,50	c 3,43	d 0,000	3,53	a 3,55	a 0,056	1,55
Conversión alimenticia	8,78	a 8,59	a 8,61	a 8,61	a 0,954	8,40	a 8,90	a 0,061	9,45
Costo/kg ganancia de peso, dólares	2,56	b 2,62	ab 2,77	ab 2,90	a 0,023	2,63	a 2,80	a 0,049	9,47

C.V.: Coeficiente de variación.

Prob. > 0,05: No existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0,05: Existen diferencias significativas.

Prob. < 0,01: Existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras diferentes en una misma fila, difieren estadísticamente según la prueba de Tukey.

En el mismo sentido, el factor sexo no influyó estadísticamente ($P > 0,05$), en los incrementos de peso.

Los resultados obtenidos son superiores a las determinadas por Sayay (2010), quien al utilizar alfalfa, maíz forrajero y forraje de maíz blanco, determinó incrementos de peso de hasta 450 g, diferencias que pueden estar supeditadas a las características genéticas de los animales, por cuanto en el presente trabajo se emplearon animales peruano mejorados, que presentan mejores parámetros productivos que los animales criollos, por cuanto INIA (1994), reporta que desde el destete hasta la finalización de la etapa de crecimiento las ganancias de peso de estos animales es de 318,52 g y de 386,38 g en cuyes mejorados.

Consumo de alimento

Las cantidades consumidas de pasto Saboya (kg de materia seca), durante la etapa de crecimiento, presentan diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), en cambio el sexo y la interacción no se apreció diferencias.

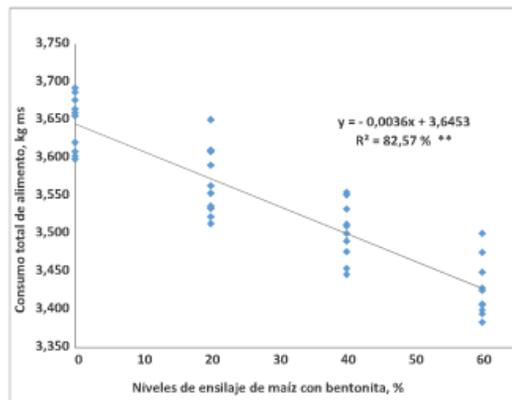
Para la separación de medias en el primer factor (ensilajes) el mayor consumo se expresó, en el testigo con 2,56 kg seguido del nivel 20% (2,04 kg), en cambio los cobayos alimentados con el 60% de ensilaje apenas consumieron 0,92 kg; aunque el sexo no fue influyente en esta medición tanto machos como hembras, reportaron 1,75 kg de consumo de forraje.

En el consumo del ensilaje, las respuestas son inversamente proporcionales, ya que a mayor cantidad de ensilaje, menor consumo de forraje como se observa en el cuadro 6, registrándose consumos de 0,44, 0,95 y 1,43 kg de ms del ensilaje cuando se utilizaron los niveles 20, 40 y 60%, en su orden.

Con respecto al consumo de balanceado, las cantidades consumidas fueron similares, ya que este alimento se utilizó como suplemento alimenticio y todos recibieron la misma cantidad diaria (30 g), y que con base en materia seca se registraron consumos entre 1,08 y 1,09 kg, en los diferentes tratamientos.

Las medias del consumo total de alimento, registraron diferencias altamente significativas ($P > 0,05$), por efecto de los niveles de ensilaje del maíz empleados, por cuanto los animales que únicamente recibieron el pasto Saboya más el balanceado como suplemento mostraron un consumo de 3,65 kg de MS, para reducirse las cantidades a medida que se incrementaban los porcentajes de ensilaje del maíz, los consumos observados fueron de 3,57, 3,50 y 3,43 kg de ms por animal, cuando se utilizaron los niveles 20, 40 y 60 % del ensilaje en reemplazo del forraje, por lo que mediante el análisis de la regresión se estableció una tendencia lineal altamente significativa (Gráfico 1), que establece que por cada unidad adicional del ensilaje de maíz en la alimentación de los cuyes, el consumo total en kg de materia seca se reduce en 0,004 unidades ($b = -0,0036$), estableciéndose adicionalmente a través del coeficiente de determinación ($r^2 = 82,57\%$), que la respuesta del consumo total de alimento depende en el 82,57% de los niveles de ensilaje empleados, mientras que el 17,43 %, se debe a otros factores que no se consideraron, como la individualidad de los animales, el manejo proporcionado, entre otros; por consiguiente se establece que el empleo del ensilaje de maíz resulta ser beneficioso para el crecimiento de los cuyes, ya que al haberse registrado pesos e incrementos de peso similares con el empleo de forraje, permite un ahorro representativo en el consumo de alimento.

Gráfico 1: Comportamiento de los consumos totales de alimento (kg de MS), por efecto del reemplazo del pasto Saboya por ensilaje de maíz, en cuyes peruano mejorados, en la etapa de crecimiento (45 días de evaluación).



Los consumos totales comparados con el reporte de Sayay (2010) se establecen que son superiores, por cuanto este investigador señala que los cuyes que recibieron el maíz forrajero mostraron un consumo de 2,24 kg de MS, diferencia que puede estar supeditada a que estas respuestas tienen una relación directa con los pesos de las madres, ya que los animales que presenten mayores pesos consumirán una mayor cantidad de alimento para cubrir sus necesidades nutritivas del crecimiento.

El factor sexo, no influyó en las cantidades de alimento consumidas, por cuanto los consumos totales de los cuyes machos y de las hembras fueron de 3,53 y 3,55 kg de MS, que corresponde a 1,75 kg de MS de forraje, 0,70 kg de ensilaje y entre 1,08 y 1,10 kg de MS del balanceado.

Conversión alimenticia

Las conversiones alimenticias de los cuyes que recibieron diferentes niveles de ensilaje del maíz, no difieren estadísticamente ($P > 0,05$), por cuanto se estableció que requieren entre 8,59 y 8,78 kg de alimento para incrementar un kilo de peso y que corresponden a los animales que recibieron el 20% del ensilaje y de aquellos alimentados solo con pasto Saboya, respectivamente (Cuadro 6),

lo que demuestran que el ensilaje del maíz es una buena alternativa alimenticia para los cuyes, principalmente en la zona donde se realizó el estudio, ya que el ensilaje se puede conservar por periodos considerables de tiempo para ser utilizados en la época seca que es donde no existe la disponibilidad de forraje verde.

Con relación al sexo, los cuyes machos presentaron una conversión alimenticia de 8,40 y 8,90 las hembras, que estadísticamente son similares ($P > 0,05$); sin embargo, en el crecimiento de los machos existe un ahorro de 0,5 kg de alimento/kg de ganancia de peso.

Tomando como referencia el reporte de Sayay (2010) quien señala que al emplear la alfalfa y el maíz forrajero determinó conversiones alimenticias de 5,82 y 6,38, respectivamente, se podría considerar que son más eficientes que las determinadas en el presente trabajo, pero cuya diferencia puede estar supeditada al contenido de materia seca de las dietas evaluadas; sin embargo, se ratifica que esta especie demuestra un buen comportamiento productivo cuando reciben las cantidades adecuadas para cubrir sus requerimientos nutritivos.

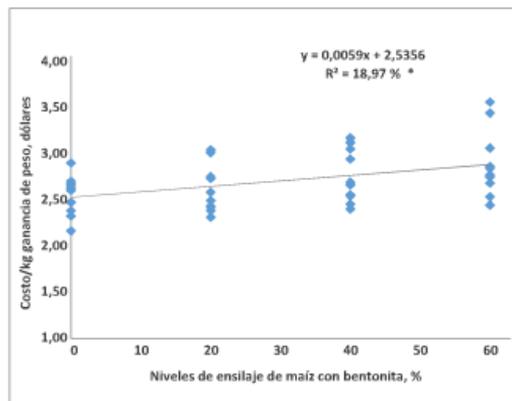
Costo/kg de ganancia de pesos

Las medias del costo/kg de ganancia de peso, registraron diferencias significativas ($P < 0,01$), por efecto de los niveles de ensilaje empleados, encontrándose el costo más alto de producción (2,90 dólares), cuando se utilizó el 60 % de ensilaje, a diferencia del empleo del pasto Saboya, que presenta un costo de 2,56 dólares, por lo que mediante el análisis de la regresión se establece una tendencia lineal significativa (Gráfico 2), que establece que por cada unidad adicional del ensilaje el costo de producción se eleva en 0,006 unidades ($b = 0,0059$), pero a pesar de estas diferencias (0,34 dólares), el empleo del ensilaje de maíz con bentonita, es una alternativa viable que puede ser utilizado como recurso alimenticio en la época seca.

De acuerdo al factor sexo se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0,05$), que demuestran que en los cuyes machos, los costos de producción son menores que en las hembras, ya que existe un ahorro de 0,17 USD por kg de ganancia de peso, por cuanto los

costos de producción determinados fueron de 2,63 y 2,80 USD/kg de ganancia de peso, respectivamente.

Gráfico 2: Comportamiento de los costos/kg de ganancia de peso (dólares), por efecto del reemplazo del forraje del pasto Saboya con el ensilaje de maíz, en cuyes peruano mejorados, en la etapa de crecimiento (45 días de evaluación).



Comportamiento productivo de los cuyes en la etapa de engorde

Pesos

A los 90 días de evaluación (Cuadro 7), los pesos que presentaron los cuyes no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0,05$), registrándose el menor peso (1138,90 g) en el tratamiento testigo y el mayor (1199,20 g) para el nivel más alto de ensilaje. De acuerdo a estos valores se considera que la utilización del ensilaje de maíz es una alternativa para disponer de alimento en épocas secas, no solo para esta especie, sino también para otras de interés zootécnico que tienen como base alimenticia el forraje.

De acuerdo al sexo de los animales, las diferencias encontradas no fueron significativas ($P > 0,05$), por cuanto los pesos determinados fueron de 1162,35 y 1153,10 g, en los machos y en las hembras, respectivamente. Estos valores resultaron ser superiores a las respuestas de otras investigaciones, que evaluaron diferentes alternativas alimenticias, como son los estudios de Herrera (2007) quien registró pesos entre 0,767 y 0,801 kg, cuando suministró forraje más balanceado con 15 y 5% de Saccharina; Mullo (2009); al utilizar

un promotor de crecimiento natural alcanzó pesos finales entre 0,85 y 0,90 kg; Pasto (2006) al utilizar el tamo de trigo más melaza como suplemento alimenticio determinó pesos entre 0,774 y 0,834 kg, al igual que Calderón y Cazares (2008) quienes al emplear bloques nutricionales en base a paja de cebada y alfarina, encontraron pesos de 1,028 kg, considerándose por consiguiente que las diferencias manifestadas pueden deberse a la a las dietas empleadas, así como también a la individualidad de los animales, pero se considera que la producción de cuyes con el empleo de ensilaje de maíz es una alternativa factible en el sector donde se realizó el presente trabajo.

Cuadro 7: Comportamiento productivo de cuyes peruano mejorados por efecto del consumo de ensilaje de maíz INIAP H-551 con bentonita, durante la etapa de engorde (45 días de evaluación)

Parámetros	Niveles de ensilaje				Sexo			C.V. (%)	
	0%	20%	40%	60%	Prob.	Machos	Hembras		
Peso a los 45 días, g	789,00	a 785,00	a 775,00	a 768,40	a 0,696	787,70	a 771,00	a 0,225	5,48
Peso a los 90 días, g	1138,90	a 1141,50	a 1151,30	a 1199,20	a 0,308	1162,35	a 1153,10	a 0,716	6,88
Ganancia de peso, g ⁽¹⁾	347,49	a 354,00	a 372,61	a 427,62	a 0,089	370,41	a 379,24	a 0,706	9,80
Consumo de forraje, kg MS	2,66	a 2,13	b 1,57	c 1,02	d 0,000	1,84	a 1,85	a 0,931	0,54
Consumo de ensilado, kg MS	0,00	d 0,49	c 1,00	b 1,50	a 0,000	0,75	a 0,75	a 0,100	0,48
Consumo de balanceado, kg MS	1,163	a 1,162	a 1,161	a 1,159	a 0,153	1,16	B 1,17	a 0,000	0,36
Consumo total de alimento, kg MS	3,83	a 3,78	b 3,73	c 3,68	d 0,000	3,75	a 3,76	a 0,081	0,27
Conversión alimenticia ⁽¹⁾	11,18	a 10,82	a 10,23	a 8,76	a 0,090	10,38	a 10,07	a 0,673	3,42
Costo/kg gan. peso, dólares	3,27	a 3,32	a 3,29	a 2,94	a 0,585	3,25	a 3,15	a 0,653	6,09
Peso a la canal, g	813,50	a 818,80	a 820,90	a 866,70	a 0,169	836,10	a 823,85	a 0,512	7,03
Rendimiento a la canal, %	71,42	ab 71,72	ab 71,31	b 72,26	a 0,045	71,92	a 71,42	a 0,055	1,09
Mortalidad, %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00		

C.V.: Coeficiente de variación.

(1): Valores ajustados por medio de raíz cuadrada.

Prob. > 0,05: No existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0,05: Existen diferencias significativas.

Prob. < 0,01: Existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras diferentes en una misma fila, difieren estadísticamente según la prueba de Tukey.

Las ganancias de peso de los cuyes no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0,05$) por efecto de los niveles del ensilaje de maíz utilizados. La menor ganancia de peso registró el tratamiento testigo y, la más alta reportó el tratamiento con el nivel más alto de ensilaje (Cuadro 7).

Ganancia de peso

Según el factor sexo e interacción, no se encontraron diferencias estadísticas entre sus respuestas, ya que los incrementos de peso fueron de 370,41 y 379,24 g en los animales machos y hembras, respectivamente, considerándose que estas respuestas guardan relación con el estudio de Sayay (2010) quien registró incrementos de peso entre 319,13 y 380,33 g, cuando fueron alimentados con alfalfa

y el maíz forrajero, reiterando que estas respuestas obtenidas no pueden ser compradas con otras investigaciones, ya que en la mayoría de estudios, consideran como una sola etapa la fase de crecimiento y engorde.

Consumo de alimento

Las cantidades consumidas del pasto Saboya como del ensilaje de maíz, muestran diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), presentando consumos de forraje de 2,66, 2,13, 1,57 y 1,02 kg de MS, correspondiéndole el primer valor a los cuyes que se los proporcionó solo forraje y los siguientes cuando se sustituyó el forraje por el 20, 40 y 60% de ensilaje de maíz, respectivamente, de ahí que las cantidades consumidas de ensilaje fueron de 0,49, 1,00 y 1,50 kg de MS, en el mismo orden (Cuadro 7).

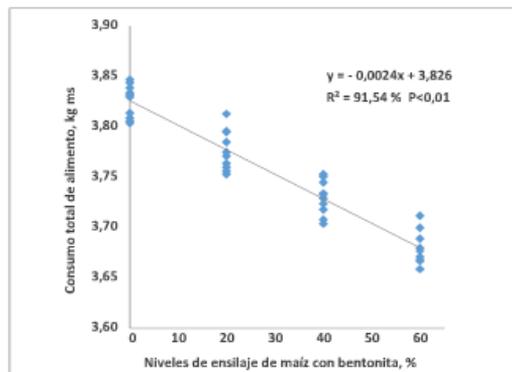
Las medias del consumo de balanceado (kg de materia seca), de los diferentes tratamientos no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0,05$), ya que el balanceado se utilizó como suplemento alimenticio en una cantidad de 40 g/día/animal, de los cuales se registraron al final de la etapa de engorde consumos entre 1,159 y 1,163 kg de MS, que equivalen en promedio a 1,16 kg de MS.

Con relación al consumo total de alimento (kg de MS), las medias encontradas presentaron diferencias estadísticas altas ($P < 0,01$), por efecto de los niveles de ensilaje de maíz empleados, por cuanto los valores determinan que a medida que se incrementa los niveles de reemplazo del pasto Saboya por el ensilaje de maíz, la cantidad consumida tiende a reducirse, ya que los valores determinados fueron de 3,83, 3,78, 3,73 y 3,68 kg de MS, que corresponden a los animales que consumieron el pasto Saboya y de los que se emplearon los niveles 20, 40 y 60% del ensilaje, respectivamente, por lo que el análisis de la regresión estableció una tendencia lineal altamente significativa, que determina que por cada unidad adicional del ensilaje de maíz en reemplazo del forraje, el consumo de alimento se reduce en 0,002 unidades ($b = 0,0024$), como se observa en el gráfico 3. Además, estos valores al relacionarlos con los pesos finales obtenidos se establece que los cuyes aprovecharon de mejor manera el alimento proporcionado con base al 40 % de forraje y 60% de ensilaje de maíz, ya que además de registrar los consumos más bajos presentaron los pesos finales más altos.

El sexo de los animales no influyó en las cantidades de alimento consumidas, por cuanto se registraron consumos totales de los cuyes machos y de las hembras de 3,75 y 3,76 kg de MS, respectivamente, siendo muy poca la variabilidad de los consumos de los componentes de la ración (forraje, ensilado y balanceado).

Los valores determinados guardan relación con los encontrados por Sayay (2010) quien registró consumos entre 3,54 y 3,83 kg de MS de maíz forrajero, lo que demuestra la ventaja de utilizar el ensilaje de maíz con bentonita, el mismo que se convierte en una alternativa para su aprovechamiento como alimento y principalmente para las épocas secas.

Gráfico 3: Comportamiento de los consumos totales (kg de MS), de cuyes peruano mejorados durante la etapa de engorde (45 días de evaluación), por efecto del empleo de diferentes niveles de ensilaje de maíz en reemplazo del pasto Saboya.



Conversión alimenticia

Las conversiones alimenticias establecidas no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0,01$), de acuerdo al análisis de varianza, por cuanto los animales que recibieron el 60% de ensilaje, presentan una conversión alimenticia de 8,76, no así cuando se los alimentó solamente con pasto Saboya, que fue de 11,18, es decir que con el empleo del 60% del ensilaje, existe un ahorro de hasta 2,42 kg de MS por kg de ganancia de peso en los cuyes, siendo estos resultados los casos extremos, pero que en definitiva demuestran que al utilizar el ensilaje del maíz en reemplazo del pasto Saboya, la conversión alimenticia es más eficiente (Cuadro 7), porque se requiere de menor cantidad de alimento para el mismo objetivo.

Tomando en consideración el sexo de los animales, se encontró que los machos requieren ligeramente una mayor cantidad de alimento que las hembras, para incrementar un kg de peso, por cuanto los valores de conversión alimenticia encontrados fueron de 10,38 y 10,07, en su orden, sin que entre estos valores existan diferencias significativas ($P > 0,05$). Los valores anotados, guardan relación con el estudio de Sayay (2010) quien determinó al utilizar el forraje de alfalfa y del maíz forrajero, que las conversiones alimenticias fueron de 10,47 y 12,21 respectivamente, confirmando, además, que estos resultados están en dependencia del contenido

de materia seca de los insumos alimenticios empleados, pero que en el presente caso, se abre una expectativa alentadora, para utilizar el ensilaje de maíz como una fuente alimenticia de buena calidad, para las especies animales, que dependen de la disponibilidad de forrajes durante todo el año.

Costo/Kg de ganancia de peso

En el costo/kg de ganancia de peso, a pesar de no existir diferencias estadísticas ($P>0,05$), entre las medias, se establece mejores respuestas al emplear el 60% de ensilaje de maíz en reemplazo del pasto Saboya, por cuanto se determinó un costo de producción de 2,94 dólares/kg de ganancia de peso, mientras que el costo más alto se obtuvo con el empleo del nivel 20% con un valor de 3,32 dólares (Cuadro 7), comparando los costos de producción al emplearse el 60% del ensilaje frente a la utilización del pasto Saboya, se establece un ahorro de 0,33 dólares por kg de ganancia de peso, diferencia que es representativa; por lo tanto, se confirma lo señalado por Sayay (2010) quien indica que en toda explotación animal, el objetivo de ellas es producir más, con menores costos de producción, lográndose esto al emplear 40% de pasto Saboya y 60% de ensilaje de maíz con bentonita. Los costos de producción de acuerdo al factor sexo, no hubo diferencias estadísticas ($P>0,05$) entre las medias observadas.

Peso a la canal

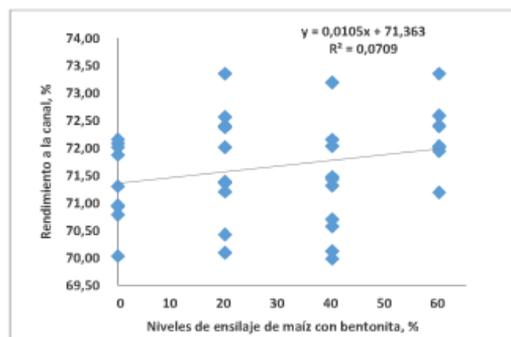
Los pesos a la canal no presentaron diferencias estadísticas ($P<0,01$) entre las medias alcanzadas, aunque numéricamente un mayor peso presentaron los cuyes que recibieron el alimento con el 60% del ensilaje de maíz, con un peso de 866,70 g, seguidos por los cuyes que recibieron el 20% del ensilaje y que presentaron pesos a la canal de 820,90 g, en cambio, cuando se empleó solo pasto Saboya, los pesos a las canales de los cuyes fueron las más bajas, con 813,50 g/canal (Cuadro 7), lo que denota que mejores respuestas productivas presentan los cuyes cuando recibieron una alimentación a base de 40% de pasto Saboya y 60% del ensilaje de maíz con bentonita. De acuerdo al factor sexo, los pesos a la canal fluctuaron entre 836,10 y 823,85 g, en los machos y en las hembras, respectivamente, sin que difieran estadísticamente ($P>0,05$). Las respuestas alcanzadas son superiores a las determinadas por Sayay (2010) cuando alimentó a los cuyes con alfalfa y maíz forrajero, obtuvo canales con pesos de 699,25 y 679,63 g, respectivamente, manteniéndose esta tendencia

con respecto a otros estudios que evaluaron diferentes alternativas alimenticias, como Garcés (2003) Herrera (2007) y Mullo (2009) quienes al utilizar forrajes más diferentes niveles de cuyinaza en el balanceado, forraje más balanceado con 15 y 5% de Saccharina y un promotor natural de crecimiento (Sel-plex), registraron pesos a la canal entre 0,55 y 0,77 kg, pero guardan relación con los trabajos de Arcos (2004) y Cajamarca (2006) que determinaron pesos a la canal de 0,865 a 0,960 kg y de 0,77 a 0,80 kg, cuando emplearon niveles de Saccharina en el balanceado y adición de niveles de harina de lombriz en su orden, considerándose que las diferencias entre las respuestas obtenidas pueden deberse al tipo y calidad de las dietas empleadas, pero que en el presente caso, se demuestra la ventaja de utilizar el ensilaje de maíz en la producción de cuyes.

Rendimiento a la canal

Las medias de los rendimientos a la canal registraron diferencias estadísticas ($P<0,05$), para los niveles de ensilaje utilizados, ya que los valores encontrados fueron de 72,26% con el empleo del 60% de ensilaje; en cambio que al utilizarse el 40% se registró la menor respuesta, con un rendimiento a la canal del 71,31%, que estadísticamente es similar a las respuestas de los otros grupos evaluados, por lo que mediante el análisis de la regresión se estableció, una tendencia lineal que se representa en el gráfico 4, y que determina que a medida que se incrementa la cantidad de ensilaje de maíz, se espera que el rendimiento a la canal sea mayor.

Gráfico 4: Pesos a la canal (g), de cuyes peruano mejorados alimentados con forraje de Saboya y ensilaje de maíz durante la etapa de engorde (45 días de evaluación).



Por efecto del sexo de los animales, las diferencias registradas no son estadísticamente significativas. Los valores reportados guardan relación con las determinados por Chango (2001) Cajamarca (2006) y Mullo (2009), entre otros, quienes indicaron que los cuyes presentan rendimientos a la canal entre 69,71 y 73,44, ratificándose por tanto, que la utilización del ensilaje de maíz puede utilizarse sin problema en reemplazo del forraje, ya que en la evaluación a través del comportamiento productivo de los cuyes presentan efectos favorables, mostrando resultados superiores, con respecto al empleo del pasto Saboya.

Evaluación económica

Al realizar el análisis económico a través del indicador beneficio/costo (B/C), se evidenció que al utilizar el 60% del ensilaje de maíz en reemplazo del pasto Saboya, como alimento de los cuyes, durante las etapas de crecimiento y engorde se alcanzó la mayor rentabilidad económica, con un B/C de 1,19, que representa que por cada dólar invertido, se obtiene una rentabilidad de 19 centavos de dólar, que se redujo a 0,04 centavos cuando se utilizó el 20% del ensilaje, mientras que al suministrarles solo pasto Saboya la rentabilidad alcanzada fue de 16 centavos por cada dólar invertido (B/C de 1,16), por lo que se considera que es beneficioso emplear el 60% de ensilaje del maíz como alimento para los cuyes durante las etapas de crecimiento y engorde, ya que principalmente en la etapa de engorde se consiguió mejorar el comportamiento productivo de los animales, reduciendo los costos de producción y elevando su rentabilidad.

Respecto al efecto del sexo, las rentabilidades determinadas fueron del 13 y 12 % (B/C de 1,13 y 1,12), en machos y hembras, por lo que se considera que el sexo de los animales no influyen en los parámetros productivos, pudiendo dedicarlos a todos los animales a la producción de carne, siempre que se los mantenga en pozas o jaulas diferentes.

Conclusiones

El empleo de la bentonita de calcio como aditivo en la elaboración del ensilaje del maíz INIAP H-551, favoreció el proceso, al conservar la composición bromatológica de la materia prima, tales como el contenido de materia seca del 23,12%, con 11,39% de proteína, 29,53% de fibra; menor aporte de extracto etéreo 5,47% y 47,09% de ELN (valores expresados en materia seca).

El empleo de los diferentes niveles del ensilaje de maíz INIAP H-551 con bentonita, en reemplazo del pasto Saboya, utilizados en la alimentación de los cuyes durante la etapa de crecimiento, no aportó significativamente un efecto favorable en los parámetros productivos, ya que los resultados obtenidos son estadísticamente iguales a los observados cuando se los alimentó solo con pasto Saboya.

A los 45 días de evaluación (etapa de crecimiento), los cuyes presentaron pesos entre 768,40 y 789 g, incrementos de peso de 402,90 a 418,80 g, conversiones alimenticias de 8,59 a 8,78 y con costos/kg de ganancia de peso entre 2,56 y 2,90 dólares, presentando el menor costo (estadísticamente), el empleo del pasto Saboya.

En la etapa de engorde se encontró diferencias estadísticas en los consumos totales de alimento y en los rendimientos a la canal, presentando las mejores respuestas cuando se empleó el 60% de ensilaje del maíz con bentonita y 40% de pasto Saboya.

Las diferencias encontradas en la etapa de engorde con el empleo del 60% de ensilaje del maíz con bentonita, frente al suministro de pasto Saboya fueron a favor del empleo del ensilaje con: 60 g en los pesos finales, 80,13 g en las ganancias de peso, un ahorro 2,41 kg de materia seca/kg de ganancia de peso, 0,33 dólares menos por kg de ganancia de peso, canales más pesadas en 53,20 g y un rendimiento superior en 0,84% y alcanzándose un beneficio/costo de 1,19 (19 centavos de dólar de utilidad por cada dólar invertido).

Agradecimientos

Se deja constancia del imprecadero agradecimiento a la Universidad Tecnológica Equinoccial (UTE) con sede en Santo Domingo de los Tsáchilas por el apoyo económico y físico que permitió la ejecución de este proyecto de investigación en beneficio de la ciencia y tecnología, que a su vez permite en la práctica la vinculación de la Universidad con la colectividad.

Referencias bibliográficas

- [1] Bioalimentar, (2012). Línea de alimentos balanceados para: Cuyes. Información general del producto. Extraído el 10 de Enero del 2013. Disponible en: <http://www.ec.all.biz/alimentos-balanceados-para-cuyes-g9607>.
- [2] Boschini C. y Elizondo J. (2003). Curso teórico y práctico de ensilaje de forrajes. Serie Agrotecnológica 1. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. pp. 3-29.
- [3] Bravo, C. y Vázquez, S. (2009). Diseño y construcción del sistema óptimo para la micro pulverización de bentonita sódica en la empresa "MINMETEC". Tesis de grado publicada. Facultad de Ingenierías, Universidad Politécnica Salesiana, Sede Cuenca. Cuenca, Ecuador. pp. 35. Extraído el 12 de Abril del 2012. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/821/3/CAPITULO%201.pdf>
- [4] Calderón, G. y Cazares, R. (2008). Evaluación del comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de crecimiento y engorde, alimentados con bloques nutricionales en base a paja de cebada y alfarina. Tesis de grado publicada. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Ecuador. pp. 137. Extraído el 27 de Octubre del 2012. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/465/1/03%20AGI%20220%20TESIS.pdf>
- [5] Cajamarca, D. (2006). Utilización de la harina de lombriz en la alimentación de cuyes mejorados en la etapa de crecimiento-engorde. Tesis de grado publicada. Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Riobamba-Ecuador. pp. 74. Extraído el 5 de Diciembre del 2012. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1776/1/17T0772.pdf>
- [6] Calsamiglia, S., Ferret, A., y Bach, A. (2004). Tablas FEDNA de valor nutritivo de Forrajes y Subproductos fibrosos húmedos. Fundación para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, 70 Extraído el 10 de Julio del 2012. Disponible en <http://www.fundacionfedna.org/subproductos-fibrosos-humedos>.
- [7] Caycedo, A. (1999). Alternativas de alimentación en cuyes en crianzas familiares. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia. V Curso Latinoamericano de Cuyicultura, octubre 1999, Venezuela. pp. 159. Extraído el 18 de Febrero del 2013. Disponible en: <http://www.fudeci.org.ve/adds/congreso.pdf>.
- [8] Chango, M. (2001). Evaluación de diferentes niveles de codornaza en la alimentación de cuyes mejorados. Tesis de grado no publicada. Facultad Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Rio-bamba, Ecuador. pp. 30 – 41.
- [9] Coordinadora de Organizaciones Campesinas e Instituciones Agrarias del Perú, Región Centro, (2007). Manual técnico para la crianza de cuyes en el Valle del Mantaro. pp. 58 Extraído el 17 de Abril del 2013. Disponible en: www.cooru.org/Manual_tecnico_cuy1.pdf
- [10] Díaz, M. (2010). Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de cuyes en los principales supermercados de las ciudades de Otavalo e Ibarra. Tesis de Grado publicada. Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad de Otavalo. Otavalo. Ecuador. pp. 16 Extraído el 11 de Marzo del 2013. Disponible en: <http://repositorio.uotavalo.edu.ec/bitstream>

- [11] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) (2012). Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología. Facultad de Ciencias Pecuarias. Riobamba, Ecuador.
- [12] Garcés, S. (2003). Efecto del uso de la cuyinaza más melaza en el balanceado en la alimentación de cuyes. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp. 47 – 67.
- [13] Herrera, H. (2007). Uso de saccharina más aditivos en la alimentación de cuyes y su efecto en las etapas de gestación, lactancia, crecimiento y engorde. Tesis de Grado publicada. Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp. 104. Extraído el 2 de Marzo del 2012 Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1819/1/17T0713.pdf>
- [14] INIA, (Instituto Nacional de Innovación Agraria) (1994). Sistema de producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en tres regiones del Perú. Estación experimental Baños del Inca, Cajamarca, Perú INIAA - CIID pp.55
- [15] Jiménez, J. (2006). Manual de Pastos y Forrajes. Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior del Chimborazo. pp. 65
- [16] Mier, M. (2009). Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilados en forma de microsilos para maíz forrajero. Tesis de Grado Maestría publicada. Departamento de Producción Animal. Universidad de Córdoba. Córdoba, España. pp. 66 Extraído el 21 de Enero del 2013. Disponible en: http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/22_11_37_maritza.pdf
- [17] Mullo, L. (2009). 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. Tesis de Grado publicada. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 108. Extraído el 24 de Abril del 2013. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1326/1/17T0925.pdf>
- [18] Oramas, C. y Vivas, W. (2007). Evaluación de dos híbridos y una variedad de maíz (*Zea mays*) en monocultivo y en asociación con frijol (*Phaseolus vulgaris*), para ensilaje. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad del Cauca. Vol. 5 No.1 Marzo 2007. Extraído el 17 de Febrero del 2013. Disponible en <http://www.unicauca.edu.co/biotecnologia/ediciones/vol5/3Vol5.pdf>
- [19] Sayay, M. (2010). Utilización de dos variedades de maíz en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento – engorde. Tesis de Grado publicada. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. Ecuador. pp. 121 Extraído el 11 de Marzo del 2013. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1135/1/17T0999.pdf>
- [20] UTE. (Universidad Tecnológica Equinoccial) (2012). Anuarios meteorológicos. Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Santo Domingo de los Tsáchilas