

## Efecto de la frecuencia de corte en *Arachis pinto* sobre el valor nutritivo de harinas para la alimentación de cerdos

### Effect of harvesting frequency of *Arachis pinto* on flour nutritive value for pigs feed

Verónica Andrade-Yucailla<sup>1\*</sup>, Raciél Lima-Orozco<sup>2,3</sup>, Julio Cesar Vargas-Burgos<sup>1</sup>  
y Francisco Velázquez-Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Producción y Comercialización, Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), Universidad Estatal Amazónica, Pastaza, Ecuador. \*Correo electrónico: crisita\_2725@hotmail.com  
<sup>2</sup>Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas (UCLV), Santa Clara, Cuba. <sup>3</sup>Centro de Investigaciones Agropecuarias (UCLV) Santa Clara, Cuba.

#### RESUMEN

Se evaluó el efecto de tres frecuencias de corte (20, 35 y 50 días) sobre el rendimiento forrajero y el valor nutritivo de la harina del forraje de *Arachis pinto* (cultivar CIAT – 18751) como alternativa para la alimentación de cerdos en crecimiento-ceba. El estudio se realizó en cultivos establecidos en la Amazonia Ecuatoriana a través de un diseño de bloques al azar con ayuda de un arreglo factorial (3x3). La mayor producción forrajera y de materia seca (MS) por hectárea (ha) al año ( $P < 0,001$ ) se alcanzó con la frecuencia de corte (FC) de 20 días (d) a pesar de ser ésta la de menor concentración de MS (178 g.kg<sup>-1</sup> forraje verde vs. 211 g.kg<sup>-1</sup> forraje verde a los 35 ó 50 d). La mayor ( $P < 0,05$ ) concentración de proteína bruta (PB) correspondió al material vegetativo cosechado en FC de 20 d. La FC no tuvo influencia ( $P > 0,05$ ) sobre la energía digestible y metabolizable. Los resultados muestran que la harina de forraje de *A. pinto* producida a una FC de 35 d presentó el mayor ( $P < 0,001$ ) contenido de aminoácidos. Por lo antes expuesto y en las condiciones agrometeorológicas en las que se realizó el estudio, la harina de forraje *A. pinto* (cultivar CIAT – 18751) mostró mejores resultados integrales cuando fue cosechada en FC de 20 y 35 d, aunque la proporción de aminoácidos con respecto a la PB fue superior a los 35 d, lo que sugiere mayor calidad nutritiva para cerdos en crecimiento – ceba.

**Palabras clave:** maní forrajero, CIAT – 18751, digestibilidad *in vitro*.

#### ABSTRACT

The effect of three harvesting frequency (20, 35 and 50 days) on forage yield and nutritive value of forage meal from *Arachis pinto* (cultivar CIAT – 18751) as feeding alternative to growing-fattening pigs was assessed. The study was carry out in stablished crops in the Ecuadorian Amazon through a randomized block design by means of a factorial arrangement (3x3). The highest ( $P < 0.001$ ) forage production (ha.year<sup>-1</sup>) was obtained at harvesting frequency (HF) of 20 days (d) in spite of this HF showed the lower dry matter (DM) content (178 g.kg<sup>-1</sup> FM vs. 211 g.kg<sup>-1</sup> FM at HF of 35 or 50 d, respectively). The highest ( $P < 0.05$ ) crude protein (CP) content was showed by forage meal at HF of 20 d. The HF had not influence ( $P > 0.05$ ) on digestible and metabolizable energy contents. Based on the above the forage meal from *A. pinto* produced at HF of 35 d showed the highest ( $P < 0.001$ ) aminoacid content. Under the agrometeorological conditions in which was developed the present study the forage meal from *A. pinto* (cultivar CIAT – 18751) showed the best integrals results when was harvested at HF of 20 and 35 d, although the aminoacidic CP ratio was higher at HF of 35 d, this suggest higher nutritive value to growing-fattening pigs.

**Key words:** peanut forage, CIAT – 18751, *in vitro* digestibility.

## INTRODUCCIÓN

Las condiciones socioeconómicas y tecnológicas de los países en vías de desarrollo, no permiten el aumento de una producción porcina sustentable, sí se siguen los parámetros impuestos por los modelos productivos transferidos de países desarrollados (Parra *et al.*, 2002).

El significado de la palabra “eco-desarrollo” incluye la armonización del desarrollo con los aspectos económicos y sociales como manejo ecológicamente prudente de los recursos medio-ambientales. Este es un enfoque que requiere fomentar cada ecosistema para satisfacer las necesidades de la población, a través de medios y de tecnologías apropiadas (Braun, 1991).

La cría de cerdos en crecimiento - ceba con harina del forraje de *Arachis pintoi* es una alternativa para el sistema productivo de pequeña y mediana escala a fin de satisfacer las necesidades de aquellos productores que están en la búsqueda de nuevas oportunidades que requieran de poco capital y tengan una amplia vía de comercialización. Principalmente, si se piensa en el costo que conlleva una alimentación con balanceados a base de maíz, soya y productos importados por el Ecuador (Nieves *et al.*, 2002).

El trópico ofrece numerosas ventajas que se deben aprovechar para obtener una producción porcina acorde a las condiciones de esta región. Ecuador cuenta con gran variedad de plantas que por su velocidad de crecimiento, aportan biomásas suficientes para suplir gran parte de las necesidades alimenticias de los animales, una de ellas es el forraje de *A. pintoi*; recurso de gran valor proteico para los animales monogástricos (Pico, 2010).

*A. pintoi*, se ha convertido en una opción forrajera para mejorar los sistemas ganaderos transformándolos en sustentables, debido a que estimula la diversidad biológica y recupera los suelos degradados; sirviendo como fuente importante de proteínas metabolizables para los animales de altos requerimientos nutricionales (Bourrillon, 2007). *A. pintoi*, es una especie que resiste el pastoreo por la presencia de estolones, asociándose muy bien con gramíneas de crecimiento agresivo y acepta por los animales (Pizarro *et al.*, 1996 y Dávila *et al.*, 2004).

En virtud de lo anteriormente planteado, el empleo de la harina del forraje de *A. pintoi* en la alimentación porcina pudiera atenuar los altos costos de los alimentos concentrados para los pequeños y medianos productores de porcinos en la región amazónica. Por lo tanto, el presente trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto de la frecuencia de corte sobre el rendimiento forrajero y el valor nutritivo de la harina del forraje de *A. pintoi* para cerdos en crecimiento – ceba.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el Centro de Investigación, postgrado y Conservación Amazónica (CIPCA) Universidad Estatal Amazónica, ubicado en el km 44, vía Puyo Tena, Cantón Carlos Julio Arosemena Tola, Provincia de Napo. Geográficamente se encuentra ubicado a 700 m.s.n.m., 1° 13' 33.267" latitud Sur y a 78° 01' 0" longitud Oeste. Bajo un ambiente tropical, con clima cálido – húmedo y precipitación anual de 4000 mm; la humedad relativa es de 80% y la temperatura varía de 15 a 25 °C. Su topografía se caracteriza por relieves ligeramente ondulados sin pendientes pronunciadas, distribuidos en mesetas naturales de gran extensión. El suelo (Inseptisoles) tiene una composición muy heterogénea sin embargo, la mayoría tiene su origen en los sedimentos fluviales procedentes de la región andina del país (Mariño, 2002).

### Manejo previo del cultivo

Se utilizaron cultivos establecidos de maní forrajero CIAT - 18751 (año 2012); para iniciar el estudio se realizó un corte de homogenización previo y se permitió un periodo de establecimiento de 60 d. Se fertilizó con humus de lombriz a razón de 12 t/ha (Bonifaz, 2011).

### Diseño Experimental

Los tratamientos utilizados consistieron en tres FC durante un año (20, 35 y 50 d). Se establecieron tres parcelas experimentales de 25 m<sup>2</sup> (5x5 m) por cada FC, éstas se distribuyeron al azar en cada uno de los bloques conformados.

### Procedimiento experimental

La cosecha se realizó en un área de 16 m<sup>2</sup> de la zona central de la parcela y los tratamientos

se realizaron a una altura de corte de 5 cm del suelo (Dávila *et al.*, 2011). Todo el material fue pesado, troceado y homogenizado; la evaluación de producción de materia verde y seca se realizó mediante el método de muestreo semidestructivo con cuadro metálico de 0.25 m<sup>2</sup> propuesto por Bobadilla (2009).

Inmediatamente después de la cosecha, tres kilogramos de forraje verde por parcela fueron secados en estufa (Digitheat 2001244, España) a 65 °C durante 72 horas por triplicado.

Para la obtención de la harina, el material secado fue molido en un molino de martillo (Stihl, Ecuador) a un (1) mm de tamaño de partícula, 500 g se guardaron en fundas ziploc a temperatura ambiente (25 ± 2 °C), hasta que las muestras (105) fueron mezcladas y homogenizadas en tres grupos de acuerdo a la FC; con tres submuestras en cada FC, como se describe a continuación: en la FC de 20 d se agruparon las muestras secas procedentes de los cortes del 1-6, del corte 7-12 y del corte 13-18; en la FC de 35 d se agruparon del corte 1-4, del corte 5-7 y del corte 8-10; en la FC de 50 d se agruparon del corte 1-3, del corte 4-5 y del corte 6-7.

Posteriormente, fueron llevadas al laboratorio de Servicio de Análisis e Investigación en Alimentos del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Estación Experimental Santa Catalina, Cutuglagua, Pichincha, Ecuador para el análisis proximal; la determinación de materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC) y extracto etéreo (Eet) se realizó mediante el procedimiento de UFlorida (1970). El fraccionamiento de la fibra se efectuó siguiendo el procedimiento de Van Soest *et al.* (1991) donde la fibra neutra detergente (FND) se analizó con amilasa termoestable y fue expresada exclusiva de ceniza residual; la fibra ácida detergente (FAD) fue determinada secuencialmente en el residuo de la FND y expresada exclusiva de ceniza residual, la hemicelulosa se calculó como la diferencia entre FND y la FAD. La celulosa y la lignina se determinaron de acuerdo a la metodología de Van Soest *et al.* (1991) donde la lignina fue oxidada con permanganato. La energía bruta (EB) de las muestras fue evaluada mediante una bomba calorimétrica (C 6000 Global Standards, Suiza), calculándose los valores de energía digestible (ED) y metabolizable (EM), de acuerdo

al procedimiento descrito por UFlorida (1974). La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y la materia orgánica (DIVMO) fue establecida de acuerdo a la metodología de UFlorida (1970), mientras que el contenido de aminoácidos se evaluó según los protocolos del CIMMYT (1985).

### Análisis estadístico

Los datos obtenidos se procesaron mediante el paquete SPSS ver. 21 (SPSS, 2012). Se empleó un diseño de bloques al azar de 3 repeticiones con arreglo factorial (3x3), para comparar el valor nutritivo de la harina de forraje de *A. pintoi* en cada frecuencia de corte como sigue:

$$Y = \mu + FC_{i=1-3} + B_{j=1-3} + \epsilon$$

Con  $FC_{i=1-3}$ , la frecuencia de corte (20 vs. 35 vs. 50) y  $B_{j=1-3}$ , el bloque (1 vs. 2 vs. 3). Además la prueba de rangos múltiples de Tukey fue empleada para detectar las diferencias entre los tratamientos (SPSS, 2012).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Producción forrajera

Se observó un aumento de la producción forrajera por corte con la disminución de la frecuencia de corte ( $P < 0,05$ ). Los resultados obtenidos muestran que con una FC de 20, 35 y 50 días, se obtienen 1,04; 1,47 y 1,90 t MS ha<sup>-1</sup> de forraje por corte, respectivamente. Esta tendencia se explica por la relación directamente proporcional entre la edad de la planta y la biomasa producida, aun cuando el valor nutritivo disminuye con la edad del cultivo (Ledesma, 1994; Villarreal *et al.*, 2005). Sin embargo, la mayor producción forrajera y de MS por ha al año ( $P < 0,05$ ) se alcanzó con la FC de 20 d (Cuadro 1) a pesar de ser esta FC la de menor concentración de MS en el forraje verde (178 gkg<sup>-1</sup> FV vs. 211 gkg<sup>-1</sup> FV a los 35 o 50 d). Estos resultados se deben a que se pueden realizar 18 cortes con frecuencia de 20 d vs. 10 cortes (35 d) vs. 7 cortes (50 d).

Reportes previos muestran rendimientos forrajeros de 24,2-26,8 t MS ha<sup>-1</sup> por año (Villarreal *et al.*, 1999) y 18-22 t MS ha<sup>-1</sup> (Rincón *et al.*, 1992); estos valores son superiores a los obtenidos en el presente estudio. Sin embargo, se debe considerar las condiciones agroecológicas en las que se realizó el estudio

Cuadro 1. Rendimiento forrajero de *Arachis pinto* cultivar CIAT-18751 cosechado a tres frecuencias de corte.

Variable <sup>1</sup> (t ha <sup>-1</sup> por año)	Frecuencia de corte (días) <sup>2</sup>			EE	P Value <sup>3</sup>	
	20	35	50		FC	B
Producción de FV	105 <sup>a</sup>	69,7 <sup>b</sup>	62,5 <sup>c</sup>	3,71	<0,001	0,726
Producción de MS	18,7 <sup>a</sup>	14,7 <sup>b</sup>	13,3 <sup>c</sup>	0,48	<0,001	0,679

<sup>1</sup>FV: forraje verde; MS: materia seca; (n=9). <sup>2</sup>Letras diferentes en la misma hilera difieren estadísticamente para P<0,05. <sup>3</sup> Significación estadística acorde al modelo general lineal; FC: frecuencia de corte; B: bloque como factor aleatorio.

ya que fue desarrollado bajo un bosque húmedo tropical a 172 m.s.n.m de Costa Rica o el Altiplano Colombiano. El periodo poco lluvioso prolongado afecta severamente la producción de forraje del *A. pinto* (Ferguson *et al.*, 1992); del mismo modo, se ha determinado que las primeras lluvias promueven un crecimiento vigoroso, la mayoría de las semillas presentes en el suelo germinan (especialmente en cultivos establecidos). Estas últimas condiciones coinciden con la Amazonia (4000 a 5000 mm año<sup>-1</sup> de precipitaciones), región donde se desarrolló el experimento. No obstante, la altitud en que se realizó esta investigación pudo tener efectos negativos sobre la producción forrajera (Urbano *et al.*, 2010).

Por otra parte, los rendimientos forrajeros (t MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) obtenidos en la investigación son similares a los publicados por Rincón *et al.* (1992) en condiciones de premontaña con una FC de 84 d (13 t MS ha<sup>-1</sup>).

### Composición química

Los contenidos de MS y MO fueron diferentes (P<0,05) entre las FC de 20 y 35 días; se observaron diferencias significativas (P<0,001) en los contenidos de PC, EEt, hemicelulosa, celulosa y lignina, así como en todos los tratamientos evaluados.

Todas las harinas de forraje producidas mostraron alto contenido de PC, no se observó efecto (P>0,05) de bloque en todas las variables químicas estudiadas. La mayor concentración de PC correspondió al material vegetativo cosechado con FC de 20 d, disminuyendo a

menor FC, similar tendencia fue descrita por Godoy *et al.* (2012).

En este estudio la harina de forraje de *A. pinto* producida con FC de 35 d mostraron mayor (P<0,05) concentración de MO que aquella producida con FC de 20 d. Sin embargo, todas las harinas de forraje tuvieron contenidos de MO superiores a 900 g kg<sup>-1</sup>MS lo cual coincide con lo reportado por Duchi (2003) para harinas de forrajes *A. pinto*. En otro estudio, Godoy *et al.* (2012) no encontraron diferencias en la MO de la harina de *A. pinto* con cortes de 30, 45, 60 o 75 d.

Los contenidos de carbohidratos estructurales (Cuadro 2) se encuentran entre los 400 y 600 g kg<sup>-1</sup>MS reportados para forrajes tropicales por Pirela (2012). Se evidencio igualmente que a medida que envejece el cultivo, se incrementa la fracción indigestible de la fibra (ej. la lignina), tal y como fue reportado por Leng (1990). Sin embargo, los valores de FND y hemicelulosa fueron mayores (P<0,001) en la harina de forraje producida a los 35 d; esto pudo tener relación con el ciclo vegetativo del cultivo donde la planta se prepara para la floración y comienzo de la fructificación acumulando nutrientes (Dávila *et al.*, 2011). Así mismo, estos autores encontraron una menor relación hoja tallo entre los 35 y 49 d de edad con respecto a edades más juveniles o seniles, donde los tallos tiernos aportan altos niveles de FND con bajos tenores de lignina como se apreció en la FC de 20 o 35 d respecto a FC de 50 d.

Con respecto al contenido de aminoácidos del *A. pinto* cultivar CIAT – 18751 se demostró que

Cuadro 2. Composición química de la harina del forraje de *Arachis pinto* CIAT-18751 cosechado a tres frecuencias de corte.

Variable <sup>1</sup> (g kg <sup>-1</sup> MS)	Frecuencia de corte (días) <sup>2</sup>			EE	P Value <sup>3</sup>	
	20	35	50		FC	B
Materia seca (g kg <sup>-1</sup> FV)	930 <sup>a</sup>	911 <sup>b</sup>	931 <sup>a</sup>	3,18	0,013	0,999
Materia orgánica	935 <sup>b</sup>	943 <sup>a</sup>	940 <sup>ab</sup>	1,18	0,025	0,997
Proteína cruda	290 <sup>a</sup>	259 <sup>b</sup>	231 <sup>c</sup>	5,37	<0,001	0,996
Extracto etéreo	23,9 <sup>b</sup>	28,7 <sup>a</sup>	20,5 <sup>c</sup>	0,82	<0,001	0,975
Fibra detergente neutro	431 <sup>b</sup>	481 <sup>a</sup>	450 <sup>b</sup>	4,93	<0,001	0,999
Fibra detergente ácido	327 <sup>a</sup>	356 <sup>b</sup>	368 <sup>b</sup>	3,48	<0,001	0,999
Hemicelulosa	105 <sup>b</sup>	125 <sup>a</sup>	82,1 <sup>c</sup>	4,10	<0,001	0,999
Celulosa	270 <sup>b</sup>	277 <sup>c</sup>	278 <sup>a</sup>	0,97	<0,001	0,993
Lignina	57,0 <sup>a</sup>	78,9 <sup>b</sup>	89,7 <sup>c</sup>	2,73	<0,001	0,996

<sup>1</sup>FV: forraje verde; MS: materia seca; (n=9). <sup>2</sup>Letras diferentes en la misma hilera difieren estadísticamente para P<0,05. <sup>3</sup>Significación estadística acorde al modelo general lineal; FC: frecuencia de corte; B: bloque como factor aleatorio

éste fue afectado (P<0,001) por la FC (Cuadro 3), excepto para la cistina y el triptófano. La cantidad más alta de aminoácidos totales se presentó en la harina de forraje de *A. pinto* producida en la FC de 35 d.

En el presente estudio las harinas de forraje de *A. pinto* (Cuadro 3) producidas a diferentes FC mostraron contenidos de aminoácidos esenciales aceptables para cerdos (Santiago *et al.*, 2011), donde la harina de forraje producida a la FC de 35 d mostró el contenido más elevado de éstos. Además, la concentración de aminoácidos en esta investigación respecto a la concentración de PC, sugiere que menos del 20% de la PC del material sometido a una FC de 20 d, provino de fuentes nitrogenadas no proteicas, mientras que en los materiales sometidos a FC de 35 o 50 d fueron inferiores al 7%. Así mismo, los contenidos de aminoácidos esenciales tales como arginina, histidina, lisina, fenilalanina y valina presente en las harinas de forraje de *A. pinto*, indistintamente de la FC, fueron superiores a los valores reportados por Kambashi *et al.* (2014) para 20 especies de

plantas forrajeras del Congo. El resto de los aminoácidos esenciales estuvieron en el rango de las plantas estudiadas por Kambashi *et al.* (2014).

### Energía y digestibilidad *in vitro*

La EB, ED y EM, así como la DIVMS y DIVMO de las harinas de forraje de *A. pinto* se observan en el Cuadro 4. El mayor valor de la EB (P<0.001) se observó en la harina proveniente del forraje sometido a una FC de 35 d. Sin embargo, la FC no afectó (P>0,05) la ED y EM de la harina de forraje del *A. pinto*. Además de esto, la FC tuvo efectos (P<0,001) sobre la DIVMS y DIVMO, donde la harina proveniente del forraje sometido a una FC de 20 d mostró la mayor digestibilidad.

Los valores de ED y EM en la harina de forraje de *A. pinto* fueron más bajos que el requerimiento nutritivo del cerdo según NRC (1998). En la presente investigación, la EB de la harina de forraje de *A. pinto* fue similar al valor de 18.2 MJ kg<sup>-1</sup>MS (Cuadro 4), reportado por Posada *et al.* (2006), y resultó mayor al valor de 9.6 MJ

Cuadro 3. Concentración de aminoácidos de la harina del forraje de *Arachis pinto* CIAT – 18751 cosechado a tres frecuencias de corte en cultivos establecidos.

Variable <sup>1</sup> (g kg <sup>-1</sup> MS)	Frecuencia de corte (días) <sup>2</sup>			EE	P Value <sup>3</sup>	
	20	35	50		FC	B
Ácido aspártico	57,0 <sup>a</sup>	50,4 <sup>b</sup>	38,8 <sup>c</sup>	1,48	<0,001	0,999
Ácido glutámico	22,4 <sup>b</sup>	23,1 <sup>a</sup>	21,8 <sup>c</sup>	0,10	<0,001	0,999
Alanina	15,2 <sup>c</sup>	16,2 <sup>a</sup>	15,7 <sup>b</sup>	0,09	<0,001	0,999
Arginina	16,2 <sup>b</sup>	17,4 <sup>a</sup>	13,4 <sup>c</sup>	0,35	<0,001	0,999
Cistina	0,30	0,40	0,35	0,02	0,056	0,999
Fenilalanina	13,9 <sup>b</sup>	16,4 <sup>a</sup>	13,7 <sup>b</sup>	0,26	<0,001	0,999
Glicina	13,0 <sup>b</sup>	13,3 <sup>a</sup>	13,0 <sup>b</sup>	0,04	<0,001	0,999
Histidina	5,45 <sup>b</sup>	6,25 <sup>a</sup>	5,75 <sup>b</sup>	0,09	<0,001	0,999
Isoluicina	9,25 <sup>b</sup>	10,5 <sup>a</sup>	9,35 <sup>b</sup>	0,13	<0,001	0,999
Leucina	15,6 <sup>b</sup>	16,7 <sup>a</sup>	16,0 <sup>b</sup>	0,12	<0,001	0,999
Lisina	9,70 <sup>b</sup>	10,7 <sup>a</sup>	10,5 <sup>a</sup>	0,10	<0,001	0,999
Metionina	1,95 <sup>b</sup>	2,05 <sup>b</sup>	2,25 <sup>a</sup>	0,03	<0,001	0,999
Prolina	12,7 <sup>c</sup>	14,2 <sup>b</sup>	14,6 <sup>a</sup>	0,16	<0,001	0,999
Serina	7,90 <sup>c</sup>	9,25 <sup>a</sup>	8,35 <sup>b</sup>	0,13	<0,001	0,999
Tirosina	6,20 <sup>b</sup>	7,65 <sup>a</sup>	6,70 <sup>b</sup>	0,15	<0,001	0,999
Treonina	8,80 <sup>c</sup>	10,0 <sup>a</sup>	9,20 <sup>b</sup>	0,11	<0,001	0,999
Triptófano	2,50	2,50	2,45	0,04	0,829	0,999
Valina	14,8 <sup>b</sup>	16,9 <sup>a</sup>	14,6 <sup>b</sup>	0,21	<0,001	0,999
Aminoácidos totales	233 <sup>b</sup>	242 <sup>a</sup>	216 <sup>c</sup>	3,09	<0,001	0,999

<sup>1</sup>MS: materia seca; (n=9). <sup>2</sup>Letras diferentes en la misma hilera difieren estadísticamente para P<0,05.

<sup>3</sup>Significación estadística acorde al modelo general lineal; FC: frecuencia de corte; B: bloque como factor aleatorio.

kg<sup>-1</sup>MS, reportado por Whitemore (1996). Esta variación podría estar influenciada por diversos factores como el genotipo (cultivar), estación del año (temperatura, precipitaciones, humedad), irrigación, fertilización y tipo de suelo (Baxter *et al.*, 1984; Marrero, *et al.*, 2000).

Se pudo evidenciar que el mayor valor de digestibilidad *in vitro* lo presentó la harina del forraje sometida a una FC de 20 d, este valor disminuye con la edad de la cosecha. Esta

reducción podría estar influenciada por el incremento de la fracción insoluble (lignina) que se produce con el incremento de la edad de la planta (Leng, 1990). Al respecto, los niveles digestibles de MO y MS de las harinas confeccionadas en este estudio, fueron similares a los reportados en investigaciones previas con otras edades de corte y en experimentos *in vivo* (Godoy *et al.*, 2012).

Cuadro 4. Concentración energética y digestibilidad *in vitro* de la harina del forraje de *Arachis pinto* CIAT- 18751 cosechado a tres frecuencias de corte.

Variable <sup>1</sup>	Frecuencia de corte (días) <sup>2</sup>			EE	P Value <sup>3</sup>	
	20	35	50		FC	B
Energía (MJ/kg MS)						
Energía bruta	18,5 <sup>b</sup>	18,7 <sup>a</sup>	18,3 <sup>c</sup>	0,03	<0,001	0,999
Energía digestible	12,8 <sup>b</sup>	12,9 <sup>a</sup>	12,8 <sup>b</sup>	0,09	0,678	0,999
Energía metabolizable	10,5 <sup>b</sup>	10,6 <sup>a</sup>	10,5 <sup>b</sup>	0,07	0,729	0,999
Digestibilidad <i>in vitro</i> (g kg <sup>-1</sup> )						
DIVMS	689 <sup>a</sup>	680 <sup>b</sup>	662 <sup>c</sup>	2,20	<0,001	0,987
DIVMO	736 <sup>a</sup>	724 <sup>b</sup>	711 <sup>c</sup>	1,97	<0,001	0,851

<sup>1</sup>MS: materia seca; DIVMS: digestibilidad *in vitro* de la materia seca; DIVMO: digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica; (n=9). <sup>2</sup>Letras desiguales en la misma fila difieren estadísticamente para P<0,05.

<sup>3</sup>Significación estadística acorde al modelo general lineal; FC: frecuencia de corte; B: bloque como factor aleatorio.

## CONCLUSIONES

El cultivo de *A. pinto* (cultivar CIAT – 18751) cosechado a tres FC (20, 35 y 50 d) presentó un rendimiento forrajero inferior al observado en otras regiones del trópico y subtropico americano, sin embargo el valor nutritivo de la harina producida fue similar a las obtenidas en esas regiones. Bajo las condiciones agrometeorológicas de la región estudiada, la harina de forraje *A. pinto* (cultivar CIAT – 8751) mostró mejores resultados integrales cuando fue cosechada a los 20 o 35 d, aunque la proporción de aminoácidos con respecto a la PC fue superior en la FC de 35 d, lo que sugiere mayor calidad nutritiva para cerdos en crecimiento – ceba.

## AGRADECIMIENTO

Esta investigación fue apoyada por la Universidad Estatal Amazónica, Pastaza, Ecuador. Los reconocimientos especiales al personal del Centro de Investigación, Postgrado, y Conservación de Amazonia por la ayuda técnica durante esta investigación.

## LITERATURA CITADA

Baxter, H. D., M. J. Montgomery and J. R. Owen, 1984. Comparison of soybean-grain

sorghum silage with corn silage for lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 67, 88-96.

Bobadilla, A. 2009. Manual de prácticas de producción y aprovechamiento de forrajes. Disponible en línea: <http://bit.ly/3az5co7> [Ene. 28, 2014].

Bonifaz, J. 2011. Evaluación de diferentes niveles de humus en la producción primaria forrajera de la *brachiaria decumbens* (pasto dalis) en la estación experimental pastaza. Tesis Ingeniero Zootecnista, ESPOCH, Facultad de Ciencias Pecuarias, Riobamba, Ecuador. pp. 71 -72.

Bourrillon, A. 2007. Ventajas y limitaciones para el uso de maní forrajero perenne (*Arachis pinto*) en la ganadería tropical. Tejos R., Zambrano C., García W., Tobía C., Mancilla L., Valbuena N. y Ramírez F. (Eds). **En:** XI Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. Barquisimeto. Venezuela. pp. 88-99.

Braun, A. 1991. De las propuestas del ecodesarrollo. *Revista Ceres*, Roma. 14(6), pp. 46-47.

CIMMYT, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1985. Protocolos para

- determinar los contenidos de aminoácidos, energía, digestibilidad *in vitro* de la materia seca y materia orgánica. Disponible en línea: <http://bit.ly/2TZ2PoT> [Feb. 24, 2014].
- Dávila C., F. Castro y D. Urbano. 2004. Efecto de la presión de pastoreo y fertilización NPK en la producción de forraje de la asociación kikuyo-maní forrajero en el estado Mérida. *Zootecnia Tropical* 22(3):157-166.
- Dávila, C., D. Urbano y F. Castro, 2011. Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre tres variedades de maní forrajero (*Arachis pintoi*) en el estado Mérida: II. Características morfológicas y producción de semilla. *Zootecnia Tropical*, 29, 7-15.
- Duchi, N. 2003. Valoración nutritiva de subproductos no tradicionales para la alimentación de rumiantes, ESPOCH-PRONSA pp. IQ-CV-024. Riobamba, Ecuador.
- Ferguson J., E., C. I. Cardoso y M. S. Sánchez, 1992. Avances y perspectivas en la producción de semillas de *Arachis pintoi*. *Pasturas Tropicales*, 14(2):14-22.
- Godoy, V., A. Barrera, R. Vivas, J. Quintana, M. Peña, L. Villota, L. Casanova y J. Avellaneda, 2012. Evaluación fenológica y digestibilidad *in vivo* de la leguminosa forrajera (*Arachis pintoi*) en diferentes edades de corte. *Ciencia y Tecnología*. 2012. 5(2):7-16.
- Kambashi, B., P. Picron, C. Boudry, A. Théwis, H. Kiatoko, and J. Bindelle, 2014. Nutritive value of tropical forage plants fed to pigs in the Western provinces of the Democratic Republic of the Congo. *Animal Feed Science and Technology* 191:47-56.
- Ledesma, J. 1994. Evaluación bajo pastoreo del consumo de *Arachis pintoi* Krap. Et Greg y *Pueraria phaseoloides* roxb. solas y asociados con *Panicum maximum* Jacq Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Central del Ecuador.
- Leng, R. A., 1990. Factors affecting the utilization of 'poor-quality' forages by ruminants particularly under tropical conditions. *Nutrition Research Reviews*, 3, 277-303.
- Mariño, Mariño O., 2002. Alternativas para solucionar las deficiencias del sistema de comercialización de los productos agropecuarios en la provincia de pastaza Máster en Seguridad y Desarrollo con Mención en Gestión Pública y Gerencia Empresarial, Instituto de Altos Estudios Nacionales.
- Marrero, L., A. Castro, A. Arias y D. Delgado, 2000. Rendimiento en grano, forraje y caracterización nutritiva del forraje de sorgo granífero en monocultivo o asociado con soya. *Proceedings of the XII Seminario Científico Internacional, Cuba*, 14-17 noviembre, 77 p.
- Nieves, D., Terán, O., Silva, L. y González, C., 2002. Digestibilidad *in vivo* de nutrientes en dietas en forma de harina con niveles crecientes de *Leucaena leucocephala* para conejos de engorde. *Revista Científica Vol. XII-Suplemento 2*, octubre, 408-411.
- NRC, 1998. Nutrient requirements of swine, **In:** Nutrition, S.o.S., Nutrition, C.o.A., Resources, B.o.A.a.N., Council, N.R. (Eds.), *Nutrient requirements of domestic animals*, National Academy Press, Washington, D.C., USA, 287 p.
- Parra, F., Díaz, I., Gonzalez, C., Hurtado, E., Garbatis, S y Vecchionacce, H. 2002. Efecto de tres tipos de presentación de alimento preparado con raíz y follaje de yuca (manihot esculenta crantz) sobre la digestibilidad aparente en cerdos. *Revista Científica*, Vol. XXII-Suplemento 2, Octubre, 471-474.
- Pico, F. 2010. Utilización de diferentes niveles de harina de arachis pintoi (mani forrajero) en la alimentación de cerdos en las etapas de crecimiento y engorde. Tesis de grado, ESPOCH, Riobamba, Ecuador. pp. 17-18.
- Pirela, M., 2012. Valor nutritivo de los pastos tropicales. Disponible en línea: <http://bit.ly/3aF5Cth> [Ene. 28, 2014].
- Pizarro, E., A. Ramos y M. Carvalho, 1996. Producción y persistencia de siete accesiones de *Arachis pintoi* asociadas con *Paspalum maritimum* en el Cerrado brasileño. *Pasturas Tropicales* 19(2):40- 44.

- Posada, S. L., J. A. Mejía, R. Noguera, M. M. Cuan y L. M. Murillo, 2006. Evaluación productiva y análisis microeconómico del maní forrajero perenne (*Arachis pintoi*) en un sistema de levante-ceba de porcinos en confinamiento. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 19, 259-269.
- Rincón, C., A. Cuesta, M. P. A. Pérez, B. R. Lascano, C. E. y Ferguson, J. 1992. Maní Forrajero Perenne (*Arachis pintoi* Krapovickas y Gregory). Una Alternativa para ganaderos y agricultores. *Boletín Técnico* 219: 18. Disponible en línea: <http://bit.ly/2sOc142> [Abr. 27, 2014].
- Santiago, R., A. L. Teixeira, J. D. Lopes, P. G. Cezar, R. F. de Olivera, Lopes, D. C. Soares A. F., de Toledo, S. L. Barreto y Frederico R. E. 2011. Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos. Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales. **In:** Santiago Rostagno H. (ed.), Tercera Edición edn. Brasil: Universidad Federal Viçosa.
- SPSS. 2012. Software for windows, release 21.0, inc., chicago, il, USA.
- UFlorida. 1970. Universidad de Florida. Protocolos para determinar los contenidos de materia seca, materia orgánica, proteína bruta y extracto etéreo. Disponible en línea: <http://bit.ly/2TZ2PoT> [Jun. 06, 2013].
- UFlorida 1974. Universidad de Florida. Protocolos para determinar la Energía Bruta, energía Digestible y energía Metabolizable. Disponible en línea: <http://bit.ly/2TZ2PoT> [Jun. 21, 2014].
- Urbano, D., C. Dávila y F. Castro, 2010. Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre tres variedades de maní forrajero (*Arachis pintoi*) en el estado Mérida: I. Rendimiento y contenido de proteína cruda. *Zootecnia Tropical*, 28, 449-456.
- Van Soest, P. J., Robertson J. B. and Lewis B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, Volume 74, Issue 10, Pages 3583-3597.
- Villarreal, M., R. Cochran., L. Villalobos., A. Rojas., R. Rodríguez and T. Wickersham. 2005. Dry matter yield and crude protein and rumen degradable protein concentrations of three *Arachis pintoi* ecotypes at different stages of regrowth in the humids tropics. *Grass and Forage Science*, 60: 237-243.
- Villarreal, M., R, Zúñiga y E, Zumbado. 1999. Potencial reproducción de biomasa área y semilla de tres accesiones de *arachis pintoi* sometidas a diferentes frecuencias de corte. **In:** Proceedings of the XI Congreso Agronómico Nacional y de Recursos Naturales, San José, Costa Rica, 19-23/07/1999, 555 p.
- Whittemore, C. 1996. Ciencia y práctica de la producción porcina. **In:** ACRIBIA S. A. (ed.), 2<sup>da</sup> ed. pp. 67-77. Zaragoza, España. Zaragoza.