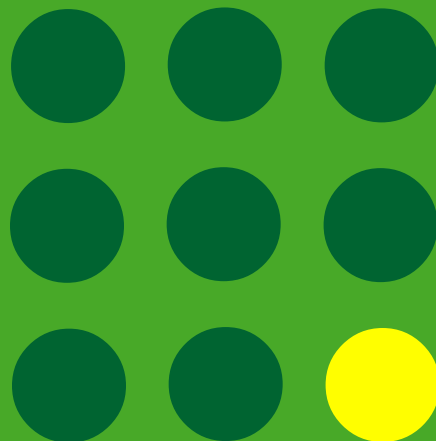


Guía de la arveja canadiense para la industria forrajera



Dr. Dave Hickling
Tercera edición - 2003

Una publicación de
Pulse Canada
Winnipeg, Manitoba



GUÍA PARA LA INDUSTRIA FORRAJERA

INTRODUCCIÓN

Pulse Canada se complace en presentar la tercera edición de la guía técnica sobre el uso de la arveja forrajera canadiense. Tras la edición publicada en 1997 se ha registrado, tanto en Canadá como en el resto del mundo, un notable aumento en el interés por el uso de la arveja. Hemos recibido numerosas consultas sobre la mejor forma de procesarla, su exacta composición nutricional y niveles prácticos de su inclusión en dietas comerciales.

A fin de dar una respuesta adecuada a estas inquietudes, en esta tercera edición hemos introducido dos grandes cambios. En primer lugar cambia la orientación de la guía, pasando a ser más un manual práctico que un compendio de literatura científica, aun cuando de todas formas se hace referencia a numerosos estudios recientes. En segundo lugar, la gama de temas que se tratan es más amplia e incluye los siguientes aspectos:

- Una puesta al día sobre la producción y mercados de la arveja forrajera canadiense
- Antecedentes sobre normas de clasificación y venta comercial de la arveja forrajera
- Información actualizada y pormenorizada sobre su composición nutricional
- Comparación de especificaciones nutricionales según distintas fuentes
- Nuevos antecedentes científicos e información práctica sobre procesamiento de la arveja forrajera
- Antecedentes sobre alimentación de animales especiales, entre ellos peces
- Antecedentes sobre el valor económico relativo de la arveja forrajera

Esta publicación se encuentra también disponible en línea en nuestra página Web www.pulsecanada.com. Le invitamos además a consultar nuestra base de datos sobre leguminosas y canola forrajeras ubicada en www.infoharvest.ca/pcd.

ÍNDICE

La industria de la arveja forrajera en Canadá	3
Composición nutricional de la arveja forrajera	5
La arveja forrajera en la dieta de aves de corral	13
La arveja forrajera en la dieta porcina	18
La arveja forrajera en la dieta del ganado vacuno	25
La arveja forrajera en dietas especiales	31
Ventajas económicas de la dieta animal a base de arveja forrajera	33
Tablas de composición nutricional de la arveja forrajera	34

LA INDUSTRIA DE LA ARVEJA FORRAJERA EN CANADÁ



La producción de arveja forrajera canadiense ha aumentado al punto que el país es actualmente el segundo productor y el mayor exportador a nivel mundial. La arveja canadiense se utiliza tanto para el consumo humano directo como para la alimentación animal, en una proporción de 50-50 aproximadamente que puede variar de año en año dependiendo de la oferta y demanda en los sectores alimentario y forrajero.

El principal mercado es el interno, centralizado especialmente en las zonas agrícolas de la región oeste de Canadá. El producto se vende generalmente a molinos que la utilizan como materia prima en la elaboración de múltiples productos forrajeros. La arveja forrajera es también elemento importante en la producción pecuaria a menor escala, en especial en la alimentación de ganado porcino. Existen además varias empresas de elaboración de productos forrajeros que utilizan la arveja como ingrediente único o en combinación con otros, especialmente harina de canola. Estos ingredientes a base de arveja se venden principalmente a pequeños productores agrícolas, aun cuando también existe un mercado molinero y de exportación.

La industria forrajera de muchos países reconoce actualmente las ventajas de integrar la arveja a la dieta animal; tal es el caso en Europa, Canadá y Australia. En Europa el mercado de la arveja forrajera está muy extendido en España, Francia, Alemania, Inglaterra, Bélgica, Holanda y Dinamarca. Recientemente, a medida que ha aumentado la producción, el uso de la arveja forrajera se ha extendido además a diversos países de Asia y América Latina. La mayor parte de las exportaciones de arveja forrajera canadiense se despachan en barcos graneleros, tanto a carga completa como parcial. También se despachan contenedores, siempre que el costo lo permita. La producción y exportación de arveja forrajera canadiense se muestran a continuación.

Superficie cultivada, producción y exportación de arveja forrajera (para uso humano y forrajero) en el oeste de Canadá, 1998-2004. (AAFC, 2003)

Tabla 1

Año	Superficie, has	Productividad, ton/has	Producción, ton	Exportaciones, ton
1998-99	1,078,000	2.17	2,337,000	1,705,000
1999-00	835,000	2.70	2,252,000	1,417,000
2000-01	1,220,000	2.35	2,864,000	2,196,000
2001-02	1,285,000	1.57	2,023,000	1,401,000
2002-03f	1,050,000	1.30	1,365,000	1,000,000
2003-04f	1,250,000	1.93	2,410,000	1,600,000

LA INDUSTRIA DE LA ARVEJA FORRAJERA EN CANADÁ

La producción cayó en el 2001 y el 2002 debido a la sequía, con lo cual se redujo la oferta. Ello, sumado a una baja general de la producción mundial, redundó en que una mayor proporción de la producción de arveja canadiense se destinara al consumo humano.

Pulse Canada es un organismo nacional que se dedica a tareas de investigación, desarrollo de mercados y formulación de políticas para todos los cultivos de leguminosas, incluyendo la arveja forrajera. La determinación de las normas de clasificación (ver Tabla 2) está a cargo de la Comisión Canadiense de Granos (CGC). Cabe destacar que la materia foránea no forma parte de las normas de clasificación y que se trata de una especificación comercial acordada.

Normas de clasificación de la arveja forrajera canadiense (CGC, 2002)

Tabla 2

Arveja forrajera canadiense		
Normas de clasificación	Tolerancias, %	Grado si la especificación no se cumple
Quemado	0	Muestra de arveja forrajera
Recalentado y quemado	1,0	Muestra de arveja forrajera
Leguminosas distintas a la arveja forrajera verde y amarilla	5,0	Muestra de arveja forrajera
Material inerte	1,0	Muestra de arveja forrajera
Ergot	0,05	Muestra de arveja forrajera
Excreta	0,02	Muestra de arveja forrajera

Referencias

AAFC. 2003. Canada: Pulse and Special Crops Supply and Demand. Market Analysis Division. Agriculture and Agri-Food Canada. January 10, 2003. www.agr.gc.ca/mad-dam/e/sd2e/2003e/jan2003sce.htm.

CGC. 2002. Official Grain Grading Guide. Canadian Grain Commission. www.grainscanada.gc.ca.

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA ARVEJA FORRAJERA



La arveja forrajera canadiense existe en variedades verde y amarilla. Éstas no difieren entre sí en términos de contenido nutricional pero en ciertos casos pueden presentarse pequeñas diferencias, principalmente relativas al calibre y espesor de la cascarilla. Todas las variedades canadienses se siembran en primavera, de modo que no existen diferencias nutricionales entre arveja de primavera y arveja de invierno, por ejemplo. La arveja forrajera es apreciada por su valor proteico y energético, y en tal calidad se le considera de gran versatilidad como ingrediente para forrajes. En la Tabla 1 se muestra la composición nutricional básica de la arveja forrajera. Los valores nutricionales que se mencionan en esta publicación han sido extractados de distintas fuentes y se consideran en general característicos de los valores promedio de la arveja forrajera canadiense en uso comercial. Ahora bien, una mirada a las distintas fuentes y bases de datos sobre valores nutricionales de la

Gatel, 1994; Igbasan et al., 1997; Marquardt y Bell, 1988; NRC, 1982; NRC, 1994; NRC, 1998; NRC, 2001; Pérez et al., 1993; Petterson et al., 1997; Rhône-Poulenc, 1993; Sauer y Jaikaran, 1994; y Stefanyshyn-Cote et al., 1998.

Proteínas y aminoácidos

La arveja forrajera tiene un promedio proteico del 23% (en estado natural), es altamente digerible y tiene un excelente equilibrio de aminoácidos. Posee además niveles particularmente altos de lisina, lo que favorece la producción de carne. Como ocurre con la mayor parte de los cultivos, los factores ambientales afectan el contenido proteico. Cuando la planta se ha desarrollado bajo un clima seco y caluroso, el contenido proteico tiende a aumentar. La desviación standard de la proteína es bastante alta (2,2%, Fannesbeck et al., 1984) en muestras individuales tomadas en terreno, pero muy baja en preparados comerciales para exportación. En esta publicación se considera un valor proteico del 23%, lo que es característico del producto elaborado.

La arveja forrajera es muy alta en importantes aminoácidos esenciales. Posee niveles de lisina especialmente altos y más concentrados que la harina de soya. Al igual que la mayor parte de las leguminosas, la arveja forrajera tiene niveles relativamente bajos de metionina y cistina. Su uso en conjunto con harina de canola, especialmente en la alimentación de ganado porcino, permite una adecuada complementación entre los altos niveles de metionina y cistina en la harina de canola y los menores niveles presentes en la arveja forrajera, así como entre los altos niveles de lisina en la arveja forrajera y los menores niveles presentes en la harina de canola. El ganado porcino y las aves de corral digieren con gran facilidad el aporte de aminoácidos de la arveja forrajera. La digestibilidad de sus aminoácidos es similar o mayor a la de los granos y levemente menor a la de la harina de soya. En rumiantes, la proteína de la arveja forrajera muestra un alto factor de degradación ruminal.

El contenido de aminoácidos de la arveja forrajera se muestra en la Tabla 2, relativo a su contenido proteico. La Tabla 3, en tanto, muestra ecuaciones predictivas de ciertos aminoácidos esenciales. Por último, la Tabla 4 muestra la digestibilidad de los aminoácidos de la arveja forrajera en el ganado porcino y las aves de corral.

Composición química característica de la arveja forrajera (10% base húmeda)

Tabla 1

Elemento	Promedio
Humedad (%)	10,0
Proteína cruda (N x 6,25) (%)	23,0
Proteína no degradable en el rumen (%)	22
Aceite (%)	1,4
Almidón (%)	46,0
Ceniza (%)	3,3
Fibra cruda (%)	5,5
Inhibidores de la actividad de la tripsina, IAT/mg	3,5
Ácido fítico (%)	1,2

arveja forrajera deja de manifiesto la existencia de marcadas variaciones. Aunque en la mayoría de los casos se trata de información correcta, también se encuentran errores garrafales; es decir, son cifras que deben ser manejadas con cautela. Las principales fuentes utilizadas en este trabajo son: Anderson, 2002; Carrouee y Gatel, 1995; Ewing, 1997; Fan y Sauer, 1999; Fannesbeck et al., 1984,

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA ARVEJA FORRAJERA

Composición de los aminoácidos de la arveja forrajera (23% base proteína cruda)

Tabla 2

Aminoácido	Promedio, %
Alanina	0,92
Arginina	2,31
Aspartato	2,38
Cistina	0,22
Glutamato	3,68
Glicina	0,95
Histidina	0,72
Isoleucina	1,10
Leucina	1,80
Lisina	1,67
Metionina	0,28
Metionina + cistina	0,50
Fenilalanina	0,98
Prolina	0,97
Serina	0,99
Treonina	0,84
Triptófano	0,19
Tirosina	0,73
Valina	1,05

Coefficientes de digestibilidad de aminoácidos esenciales en porcinos* y aves de corral**

Tabla 4

Aminoácido	Digestibilidad en porcinos, %	Digestibilidad verdadera en aves, %
Arginina	90	90
Cistina	79	74
Histidina	89	87
Isoleucina	85	84
Leucina	86	86
Lisina	88	87
Metionina	84	82
Metionina + cistina	82	78
Fenilalanina + tirosina	87	86
Treonina	83	83
Triptófano	81	82
Valina	83	81

* NRC Swine, 1998

**Rhône-Poulenc, 1993

Tabla 3

Ecuaciones de regresión para predecir el nivel de aminoácidos en la arveja forrajera a partir del nivel de proteína cruda (Mosse, 1990, citado por Gatel, 1994. n=97)

Aminoácido, %	Ecuación	Valor R
Arginina	% CP X .1555 - 1.497	0,94
Lisina	% CP X .0598 + .358	0,99
Metionina	% CP X .0075 + .065	0,94
Cistina	% CP X .0059 + .220	0,75
Treonina	% CP X .0264 + .297	0,98
Triptófano	% CP X .0077 - .010	0,91

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA ARVEJA FORRAJERA

Aceites

La arveja forrajera es relativamente baja en aceites o materia grasa. El valor promedio para el extracto etéreo o contenido graso de la arveja forrajera es de 1,4%. La composición de los ácidos grasos contenidos en el aceite de la arveja forrajera es similar al de las gramíneas, es decir, son fundamentalmente poliinsaturados. El contenido de grasas saturadas es del 15% aproximadamente. Los principales ácidos grasos insaturados son el linoleico (50%), oleico (20%) y linolénico (12%) (Carrouee y Gatel, 1995).

Carbohidratos y fibra

El principal carbohidrato presente en la arveja forrajera es el almidón, con prácticamente la mitad del peso total. El contenido de almidón tiene una relación proporcionalmente inversa con el contenido proteico. Con un 23% de proteína, el almidón alcanza a cerca de un 46%. Dado que el contenido proteico de la arveja forrajera puede fluctuar, cuando el nivel proteico difiere ostensiblemente del 23% deben corregirse los niveles de almidón y contenido energético. El almidón está almacenado en gránulos ovalados con un contenido de amilopectina del 70%, similar al de las gramíneas.

Hidratos de carbono en arveja forrajera (10% base húmeda)

Tabla 5

Elemento	Promedio, %
Azúcares	4,6
Almidón	46,0
Pared celular insoluble	12,5
Oligosacáridos	5,0
Fibra cruda	5,5
Fibra detergente ácida	8,2
Fibra detergente neutra	16,7
Polisacáridos no almidonosos %	12,5
Lignina	0,5

La pared celular aporta gran parte de la fibra, aun cuando sus niveles de celulosa y lignina son relativamente bajos. También se encuentran niveles apreciables de galactanos. La arveja forrajera contiene aproximadamente un 5% de oligosacáridos, compuestos fundamentalmente por sucrosa (2,0%), estaquiosa (1,0%), verbascosa (1,5%) y rafinosa (0,5%). En comparación con leguminosas tales como lupinos y frijoles, los niveles de oligosacáridos capaces de producir gases en el tubo digestivo posterior son bastante bajos y no son suficientes para causar flatulencia.

Igbasan et al. (1997) estudiaron el contenido de polisacáridos no almidonosos en distintas variedades de arveja forrajera canadiense. El promedio fue de 12,5% aproximadamente y estuvo compuesto predominantemente por glucosa, ácidos urónicos, arabinosa, xilosa y galactosa.

Minerales

La arveja forrajera, como las gramíneas, es baja en calcio pero levemente más alta en fósforo (aproximadamente 0,4%). El ácido fítico, que actúa como aglutinante del fósforo y reduce su disponibilidad para el animal, está presente en la arveja como en muchas otras plantas forrajeras. El nivel de ácido fítico en la arveja es de un 1,2%, comparable a los niveles de entre 1,0% y 1,93% de la soya (Reddy et al., 1982). Un estudio de Marquardt y Bell (1988) señala que el nivel de fósforo en el ácido fítico de la arveja forrajera fluctúa entre el 28% y el 46%, ostensiblemente menos que en gramíneas tales como maíz, trigo o cebada. El nivel de oligominerales en la arveja se considera similar al de las gramíneas.

Vitaminas

Aunque los antecedentes sobre el contenido vitamínico de la arveja forrajera son un tanto fragmentarios, se considera que éste sería tan adecuado como el de las gramíneas y otros granos forrajeros. Las pruebas de alimentación y la experiencia de los usuarios no arrojan ningún resultado que indique la necesidad de administrar suplementos vitamínicos especiales o fuera de lo normal. La Tabla 7 muestra los datos existentes sobre el contenido vitamínico de la arveja forrajera, con niveles similares a los que habitualmente se encuentran en muchas gramíneas de calidad.

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA ARVEJA FORRAJERA

Contenido mineral de la arveja forrajera (10% base húmeda)

Tabla 6

Mineral	Promedio*
Calcio, %	0,11
Fósforo, %	0,39
P libre, %	0,15
Sodio, %	0,04
Cloro, %	0,05
Potasio, %	1,02
Sulfuro, %	0,20
Magnesio, %	0,12
Cobalto, mg/kg	133
Cobre, mg/kg	9
Hierro, mg/kg	65
Manganeso, mg/kg	23
Molibdeno, mg/kg	0,8
Zinc, mg/kg	23
Selenio, mg/kg	0,38

*NRC, 1998

Contenido vitamínico de la arveja forrajera (10% base húmeda)

Tabla 7

Vitamina	Cantidad*
Biotina, mg/kg	0,15
Colina, mg/kg	547
Ácido fólico, mg/kg	0,2
Niacina, mg/kg	31,0
Ácido pantoténico, mg/kg	18,7
Piridoxina, mg/kg	1,0
Riboflavina, mg/kg	1,8
Tiamina, mg/kg	4,6
Vitamina E, mg/kg**	0,2

*NRC, 1998

** En forma de alfa-tocoferol

Aporte energético

El aporte energético de la arveja forrajera en la alimentación porcina es similar al que ofrecen granos de alto valor energético tales como maíz y trigo (99% de la energía digerible del maíz), aun cuando en las dietas avícolas el valor energético relativo es menor (79% de la energía metabolizable del maíz). Por distintas razones, relativas en su mayor parte a la digestibilidad de los carbohidratos, las aves de corral no son capaces de extraer desde la arveja forrajera el mismo aporte energético que el ganado porcino. A raíz de ello, el uso de la arveja forrajera se encuentra más generalizado en la alimentación porcina que en la avícola.

El valor energético neto de la arveja forrajera en la dieta porcina es muy alto en comparación con otros ingredientes proteicos, debido a sus altos niveles de almidón, cercanos al 46%. Se trata de un almidón muy digerible que es el principal motivo del alto valor bioenergético de la arveja forrajera. De hecho, la arveja posee el 98% de la energía digerible (ED), el 101% de la energía metabolizable (EM) y el 121% del valor energético neto (EN) de la harina de soya. El significado práctico de estos factores al reemplazar soya por arveja forrajera en la dieta porcina se trata en el capítulo "La arveja forrajera en la dieta porcina".

En el caso de las aves de corral, el valor energético metabolizable es menor debido a la baja digestibilidad del almidón leguminoso crudo. En estos casos la legumbre se somete a un proceso de cocción que gelatiniza el almidón y produce la ruptura de la pared celular, lográndose así un notable aumento en el valor energético metabolizable.

El aporte energético en el ganado vacuno es bastante alto, comparable al de las gramíneas (NRC, 2001). Los rumiantes tienen plena capacidad de digerir todos los elementos constitutivos de la arveja forrajera. El aporte energético para distintos tipos de animales se muestra en la Tabla 8.

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA ARVEJA FORRAJERA

Aporte energético* libre de la arveja forrajera (10% base húmeda) Tabla 8

Animal	Tipo de energía	Valor promedio
Pollo adulto	EMAn, kcal/kg	2600
	EMVn, kcal/kg	2640
Cerdo en engorda	ED, kcal/kg	3485
	EM, kcal/kg	3240
	EN, kcal/kg	2450
Ganado vacuno	NDT, %	78
	ED, Mcal/kg	3,47
	EM, Mcal/kg	3,08
	EMN, Mcal/kg	1,95
	NEG, Mcal/kg	1,33
	LEN, Mcal/kg	1,81

*Valores extractados de publicaciones del NRC con modificaciones tomadas de Ajinimoto, 1996 y Rhône-Poulenc, 1993.

Factores antinutricionales

Las leguminosas en general contienen una serie de factores antinutricionales tales como inhibidores de la proteasa, taninos, alcaloides, lectinas, ácido fítico, saponinas y oligosacáridos. En la dieta humana muchos de estos factores no son motivo de preocupación, dado que el proceso de cocción los inactiva. Sin embargo, en las dietas animales, las que normalmente no se preparan de la misma forma, efectivamente pueden representar un problema. No obstante, la arveja es bastante baja en factores antinutricionales y por ende su uso como forraje no requiere de precauciones especiales.

La mayor parte de las leguminosas contiene inhibidores de la proteasa, especialmente inhibidores de la tripsina y de la quimotripsina. Además de reducir la digestibilidad de la proteína, estos inhibidores pueden causar hipertrofia pancreática y menor crecimiento debido a pérdidas proteicas endógenas, situaciones ambas que se derivan de la estimulación negativa de la función enzimática del páncreas. Dado que se trata de proteínas, éstas se pueden desactivar sometiendo la leguminosa a un proceso de cocción. Los niveles de inhibidores de la proteasa en las leguminosas pueden ser muy bajos (p. ej., lupinos) o muy altos (p. ej.,

soya). En el caso de la arveja forrajera no hacen falta mayores precauciones. Los niveles de inhibidores de la tripsina son generalmente menores a 4 UIT/mg, demasiado bajos para ameritar medidas especiales (Liener, 1983; Sauer y Jaikaran, 1994). Lo anterior no es necesariamente cierto para las variedades de invierno, las que muestran mayores niveles de inhibidores de la tripsina (>6 UIT/mg) que la arveja de primavera (Gatel, 1994). Grosjean et al. (2000) establecen una clara correlación inversa entre los inhibidores de la tripsina y la digestibilidad ileal de aminoácidos en cerdos. Su estudio comprueba que la digestibilidad ileal de aminoácidos baja en más del 0,2% por cada unidad de aumento de los inhibidores de la actividad de la tripsina por mg de proteína cruda.

Los taninos son compuestos fenólicos comunes a la mayor parte de las leguminosas y que se concentran especialmente en las paredes de la semilla. La condensación de los taninos reduce la digestibilidad de proteínas y aminoácidos a través de la formación de enlaces no digeribles con la proteína. Los taninos son amargos al paladar, lo que puede restringir la ingesta. Aunque la arveja forrajera común (parda) contiene altos niveles de taninos, en las variedades verde y amarilla éstos son insignificantes.

En las plantas, la mayor parte del fósforo se presenta en la forma de ácido fítico, compuesto cíclico que contiene seis radicales fosfato. Éste se aglutina con los minerales y se hace resistente a la digestión. Se trata de un factor antinutricional en cuanto interfiere con la disponibilidad de otros minerales derivados de plantas, especialmente zinc. Entre el 50% y el 80% del fósforo de las leguminosas se concentra en el ácido fítico, en volúmenes de entre el 1% y el 5% del peso total. Las características del ácido fítico de la arveja forrajera son similares a las que presenta el grano y no exige precauciones especiales más allá de utilizar una fórmula balanceada que garantice una disponibilidad fosfórica de un 30%.

Las legumbres contienen una serie de oligosacáridos; de especial interés son las alfa-galactosidas debido a sus altos niveles en ciertas leguminosas. La mucosa intestinal de los animales monogástricos no tiene alfa-galactosidas que puedan descomponer estos azúcares, por lo que éstos pasan al intestino grueso donde la galactosidasa bacteriana los descompone, produciendo gases. Esto deriva en flatulencia y diarreas que dificultan la digestión de nutrientes y producen náuseas, calambres y malestar general. Los niveles de oligosacáridos en la arveja forrajera son relativamente bajos (ver capítulo sobre Carbohidratos y fibra).

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA ARVEJA FORRAJERA

Diferencias varietales

La arveja forrajera que se vende en el comercio contiene una mezcla de variedades verdes y amarillas. La arveja forrajera canadiense se clasifica en grados que dependen de la proporción de ambas variedades. Las normas de clasificación permiten agregar otras variedades -arveja común (parda), habas, arveja rugosa, garbanzos- hasta un máximo del 5% del total.

En Canadá se utilizan exclusivamente las variedades verde y amarilla en cultivos de primavera. Estudios realizados en Europa demuestran que las variedades de invierno poseen mayores niveles de inhibidores de la tripsina. La arveja

forrajera canadiense, en sus dos variedades, proviene de plantas de flor blanca, en tanto que la forrajera común proviene de variedades de flor más oscura y posee mayores niveles de taninos, menos almidón, más proteína y más fibra que las arvejas verde y amarilla.

Estas diferencias varietales explican la mayor parte de las diferencias en términos de contenido nutricional que informan distintas publicaciones y bases de datos. En la Tabla 9 se compara la composición nutricional de la arveja forrajera según una serie de publicaciones de renombre. Aunque subsiste cierta variabilidad, los valores nutricionales de la arveja forrajera canadiense que se informan en esta publicación se ubican generalmente en el rango medio de los valores informados.

Comparación de la composición nutricional de la arveja forrajera entre distintas bases de datos y fuentes informativas

Tabla 9

Nutriente, 10% base húmeda	Canadá, %	UNIP-ITCF 1995*, %	GRDC 1997**, %	Directorio Forrajero 1997***, %	NRC 1982, %	NRC Aves 1994, %	NRC Porcinos 1998, %
Proteína cruda	23,0	21,6	23,2	23,4	22,5	23,8	22,8
Aceite	1,4	1,6	1,1	1,4	1,2	1,3	1,2
Fibra cruda	5,5	5,5	5,9	6,3	6,1	5,5	-
Ceniza	3,3	3,2	2,5	3,2	3,0	-	-
Almidón	46,0	46,1	50,0	39,2	-	-	-
FDA	8,2	6,0	9,3	6,8	-	-	7,2
FDN	16,7	10,3	13,3	17,1	-	-	12,7
Calcio	0,11	0,08	0,07	0,09	0,14	0,11	0,11
Fósforo	0,41	0,41	0,40	0,54	0,39	0,42	0,39
Lisina	1,67	1,61	1,59	1,62	1,54	1,68	1,50
Metio. + cistina	0,50	0,54	0,57	0,50	0,47	0,59	0,52
Treonina	0,84	0,84	0,80	0,81	0,93	0,84	0,78
Triptófano	0,19	0,18	0,18	0,18	0,22	0,18	1,09

*Carrouee y Gatel, 1995

**Pettersen et al. 1997

***Ewing, 1997

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA ARVEJA FORRAJERA

Comparación nutricional con otras legumbres

La arveja forrajera es la legumbre más común en las dietas animales, seguida por lupinos y hasta cierto punto lentejas, habas y garbanzos. En la Tabla 10 se presenta una comparación de los niveles nutricionales de cada legumbre.

A pesar de que los lupinos tienen mayores niveles proteicos y grasos que la arveja forrajera, su valor energético es menor debido a que son mucho más bajos en almidón y más altos en fibra, lo que queda de manifiesto al comparar su valor energético en la dieta porcina. Nótese que si bien la diferencia entre arvejas y lupinos en términos de energía digerible en porcinos es bastante menor, la diferencia en energía neta es muy apreciable. Esta diferencia se debe a que el lupino es ostensiblemente más bajo en almidón. En los porcinos, la mayor parte de la energía de los lupinos se

absorbe en el tubo digestivo posterior; la energía de la arveja forrajera, en cambio, se absorbe en las partes superiores del tracto digestivo. Si bien los lupinos se utilizan más comúnmente en la alimentación de rumiantes, cuando el mercado ofrece un buen precio también pueden ser una buena fuente nutritiva para las dietas porcinas. Los lupinos son también bajos en factores antinutricionales.

La mayor parte de las arvejas y lupinos se cultivan expresamente como forraje, en tanto que las demás legumbres principales -lentejas, garbanzos, frijoles- se cultivan principalmente para consumo humano y sólo ocasionalmente se utilizan como forraje. Estas legumbres son también una fuente nutritiva de gran eficacia como forraje, pero su valor económico como tal es menor que el de la arveja. De hecho, los niveles relativamente altos de taninos que muestran lentejas y habas dificultan su utilización como alimento porcino y avícola.

Tabla 10 **Composición nutricional de arveja forrajera y otras legumbres como forraje**

Nutriente, estado natural	Arveja forrajera	Lupino dulce	Lenteja	Habas
Materia seca, %	90	91	90	90
Proteína cruda, %	23,0	32,0	24,0	24,1
Aceite, %	1,4	5,9	0,9	1,2
Fibra cruda, %	5,5	15,4	4,4	8,4
Ceniza, %	3,3	2,7	2,2	2,7
Almidón, %	46	10	38	38
Oligosacáridos, %	5,0	4,1	2,4	2,7
Taninos, %	0,4	0,3	0,9	1,0
FDA, %	8,2	19,7	6,0	9,9
FDN, %	16,7	23,5	18,0	12,8
EN aves, kcal/kg	2600	2485	2200	2675
ED porcinos, kcal/kg	3485	3460	3280	3460
EN porcinos, kcal/kg	2450	2060	2265	2150
ED rumiantes, kcal/kg	3455	2870	2950	2870
Lisina, g/16gN	7,26	4,75	6,30	6,29
Metionina + cistina, g/16gN	2,17	2,01	2,20	2,14

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA ARVEJA FORRAJERA

Referencias

- Ajinimoto, 1996. Noblet's Net Energy Calculator. Version 1.0. Gentone International Inc.
- Anderson, V. 2002. Feeding Field Peas to Livestock. North Dakota State University Extension Service. Fargo. North Dakota.
- Carrouee, B and F. Gatel. 1995. Peas: Utilization in Animal Feeding. 2nd Edition. UNIP-TTCF. Paris, Francia.
- Ewing, W.N. 1997. The Feeds Directory. Context Publications, Leicestershire, Inglaterra.
- Fan, M.Z., and W.C. Sauer. 1999. Variability of apparent amino acid digestibility in different pea samples for growing-finishing pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 79: 467-475.
- Fonnesbeck, P.V., H. Lloyd, R. Obray, and S. Romesburg. 1984. I.F.I. tables of feed composition. International Feedstuffs Institute, Utah State University. Logan, UT 84322.
- Gatel, F. 1994. Protein quality of legume seeds for non-ruminant animals: A literature review. *Animal Feed Science and Technology*, 45: 317-348.
- Grosjean, F., C. Jondreville, I. Williatte-Hazouard, F. Skiba, B. Carrouee and F. Gatel. 2000. Ileal digestibility of protein and amino acids of feed peas with different trypsin inhibitor activity in pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 80: 643-652.
- Igbasan, F.A., W. Guenter and B.A. Slominski. 1997. Field peas: chemical composition and energy and amino acid availabilities for poultry. *Can. J. Anim. Sci.* 77: 293-300.
- Liener, I.E. 1983. "Chemistry and biochemistry of legumes", Toxic constituents in legumes. pp. 217-258. Edward Arnold Publishers Limited, London.
- Marquardt, R.R. and J.M. Bell. 1988. Future potential of pulses for use in animal feeds. *World Crops: Cool Season Food Legumes*. Kluwer Academic Publishers.
- NRC. 1982. United States-Canadian Tables of Feed Composition. 3rd Revision. National Acad. Press, Washington, DC.
- NRC. 1994. Nutrient requirements of poultry. 9th Rev. Ed. National Acad. Press, Washington, DC.
- NRC. 1998. Nutrient requirements of swine. 10th Rev. Ed. National Acad. Press, Washington, DC.
- NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th Rev. Ed. National Acad. Press, Washington, DC.
- Perez, L., I. Fernandez-Figares, R. Nieto, J.F. Aguilera and C. Prieto. 1993. Amino acid digestibility of some grain legume seeds in growing chickens. *Anim. Prod.* 56: 261-267.
- Petterson, D.S., S. Sipsas and J.B. Mackintosh. 1997. The Chemical Composition and Nutritive Value of Australian Pulses. GRDC. Canberra, Australia.
- Reddy, M.R., S.K. Sathe, and D.K. Salunkle. 1982. *Advanced Food Research*. 28: 1-92.
- Rhone-Poulenc Animal Nutrition. 1993. Rhodimet nutrition guide. Sexta edición.
- Sauer, W.S. and S. Jaikaran. 1994. Amino acid and energy digestibility in peas (*pisum sativum*) from white-flowered spring cultivars for growing pigs. *J. Sci. Food Agric.* 64: 249-256.
- Stefanyshyn-Cote, B., M. Fleury and L. Ellwood. 1998. Research Summaries: Canola & Peas In Livestock Diets. Saskatchewan Pulse Growers. Saskatoon, Saskatchewan.



LA ARVEJA FORRAJERA EN LA DIETA DE AVES DE CORRAL

La arveja forrajera es una buena fuente de proteínas y una moderada fuente energética que se puede utilizar en la dieta de todo tipo de aves de corral. Sus características nutricionales la convierten en un ingrediente muy económico para la dieta de gallinas ponedoras. Los niveles de inclusión en la dieta de aves que requieren de un mayor aporte energético -pollos parrilleros, por ejemplo- son generalmente limitados por el costo y la disponibilidad de otros ingredientes de alto contenido energético. Dado que la arveja forrajera es baja en metionina, cistina y triptófano, aminoácidos que las aves requieren en altas cantidades, al usarla en dietas avícolas se debe complementar con estos aminoácidos.

Procesamiento

La arveja forrajera utilizada en dietas avícolas debe procesarse para facilitar la digestión del almidón intracelular. Las aves de corral, especialmente las nuevas, tienen grandes dificultades para asimilar la arveja forrajera sin procesar. Existen distintos métodos de procesamiento que normalmente se utilizan de forma complementaria.

La arveja forrajera que se va a utilizar como forraje para aves de corral debe molerse previamente y luego pasarse por un cedazo similar al que se usa para el grano (2,5 a 4,0 mm). Como es de esperar, la digestibilidad varía según el calibre de las partículas, donde a menor calibre mayor digestibilidad.

La peletización de la arveja forrajera mejora la energía metabolizable aparente (EMA) y reduce la variabilidad energética entre una y otra. Mientras menor sea el valor EMA en la pasta de grano molido, más aumentará tras la peletización. La mejoría que experimenta el valor EMA es más pronunciada en pollitos que en gallos adultos. En algunos estudios recientes se consideran métodos alternativos de tratamiento por calor, tales como expansión y micronización. Fasina et al. (1997) determinaron que la expansión mejoraba la digestibilidad proteica de una dieta a base de arveja forrajera y canola entera para pollos parrilleros, pero en general no parece haber mayores efectos sobre el rendimiento del ave. Igbasan y Guenter (1996), por su parte, establecieron que la micronización mejoraba la energía metabolizable verdadera (EMV) en gallos adultos y la EMA en pollos parrilleros, en tanto que en gallos aumentaba la digestibilidad de la treonina y la metionina y reducía la digestibilidad de la lisina.

La mejoría que se logra con un tratamiento por calor dice relación con la consiguiente mayor digestibilidad del almidón (Conan y Carre, 1989). Igbasan y Guenter (1996c) demostraron que distintas variedades de arveja forrajera responden de distinta manera al calor, comprobándose que la verde y amarilla muestran una menor capacidad de respuesta que la parda. En estos casos debe cuidarse de no recalentar la arveja forrajera al punto de alterar la digestibilidad de los aminoácidos. Para estos efectos, la tecnología que aparece más promisoría es una combinación de cocción y enzimas. Alterar la pared celular con la aplicación de calor, seguido por la adición de enzimas de carbohidrasa, mejora ostensiblemente la digestibilidad del almidón (Igbasan y Guenter, 1996a).

Longstaff y McNab (1987) descubrieron que tratando la arveja forrajera en un autoclave se lograba un pequeño aumento (3%) en la digestibilidad del almidón en gallos adultos. Aun cuando se ha responsabilizado a la presencia de oligosacáridos por el bajo valor energético de la arveja forrajera, Trevino et al. (1990) comprobaron que los oligosacáridos no tenían mayor incidencia sobre el desarrollo de pollos jóvenes y sólo un efecto negativo menor sobre la digestibilidad del almidón. Otro estudio realizado por Brenes et al. (1993) investigó los efectos del tratamiento en autoclave y descascarillado sobre la digestibilidad de distintas variedades de arveja forrajera en pollos parrilleros. Las únicas afectadas fueron las arvejas altas en taninos. El tratamiento en autoclave mejoró el nivel energético y la digestibilidad proteica (9% y 62%, respectivamente) de las variedades altas en taninos, lo que también se logró con el descascarillado (14% y 70%, respectivamente). Conan y Carre (1989) comprobaron que en pollos parrilleros de tres semanas el tratamiento en autoclave mejoraba hasta en un 30% el valor EMA y hasta en un 25% la digestibilidad del almidón. Esta mejoría era más pronunciada en las variedades de invierno.

En las variedades de arveja forrajera altas en taninos e inhibidores de la tripsina, la cocción permite aumentar el nivel energético y la digestibilidad proteica hasta en un 30%. Sin embargo, las variedades bajas en taninos e inhibidores de la tripsina también muestran una respuesta -cercana al 15%- en términos de nivel energético y digestibilidad proteica.

LA ARVEJA FORRAJERA EN LA DIETA DE AVES DE CORRAL

En dietas avícolas, el descascarillado también aumenta el valor energético. En pollos parrilleros este proceso aumenta el valor energético en cerca del 15% (Brenes et al. 1993). Igbasan y Guenter (1996a) confirman que ello mejora el rendimiento del ave.

En suma, cuando resulte económico, se recomienda en general someter la arveja forrajera utilizada en dietas avícolas a un proceso de cocción. En un resumen de la literatura científica realizado por Carre (2002), se expresa que la peletización y demás tratamientos con calor aumentan el valor EMA en aves jóvenes desde unos 2.600 kcal/kg a 2.950 kcal/kg; es decir, en un 13%. En aves adultas este aumento fue de 2.900 kcal/kg a 3.150 kcal/kg; es decir, de un 9%.

Gallinas ponedoras

Diversos estudios han demostrado que la arveja forrajera es un componente eficaz de la dieta de gallinas ponedoras. Un estudio de corta duración (ocho semanas) realizado por Castañón y Pérez-Lanzac (1990) demostró que la adición de hasta un 50% de arveja forrajera en la dieta de gallinas de raza Leghorn no producía efectos sobre la producción de huevos, la ingesta o la conversión del alimento, comprobándose solamente un leve aumento en el peso de los huevos según aumentaba el nivel de arveja forrajera en la dieta. Al alcanzarse el nivel de inclusión del 50% durante la última semana del estudio, la producción de huevos decayó por razones que se desconocen. Así, para la dieta de gallinas ponedoras los autores recomiendan un nivel máximo de inclusión del 33%.

Los resultados de un estudio más extenso de Ivusic et al. (1994) en que se utilizó un máximo de 59% de arveja forrajera en la dieta son también de interés. Comparado con una dieta a base de maíz y soya, se comprobaron efectos sobre el rendimiento en dos áreas: uno, la yema del huevo se hacía más pálida según aumentaba el nivel de arveja forrajera (y disminuía el de maíz), y dos, al producirse el nivel máximo de inclusión la cáscara se adelgazaba. Estos resultados indican que en la dieta de gallinas ponedoras se pueden alcanzar rendimientos equivalentes siempre que los niveles energéticos y de aminoácidos se corrijan adecuadamente.

En una serie de estudios realizados en la Universidad de Manitoba se ha investigado la utilización de arveja forrajera cruda, arveja forrajera tratada con calor de varias formas y arveja forrajera tratada con enzimas en la dieta de gallinas

ponedoras (Igbasan y Guenter, 1997a, 1997b). Los resultados del segundo de estos estudios se muestran en la Tabla 1. El rendimiento óptimo se logró a un 40% de inclusión; pero al igual que en el estudio de Ivusic et al., el rendimiento tendió a caer en los niveles máximos. Al contrario de este último estudio, a mayor nivel de arveja forrajera el color de las yemas tendió a oscurecerse. La diferencia parece radicar en que en el estudio de Ivusic et al. el grano base era el maíz, en tanto que en la investigación de Igbasan y Guenter el grano base era el trigo.

Los efectos en pollos reproductores de una dieta a base de arveja no han sido investigados de forma exhaustiva. Existen dos estudios (Rakphongphairoj y Savage, 1988; Bootwalla et al., 1988) que demuestran que este tipo de dieta no afecta la calidad del semen de machos reproductores de tipo parrillero.

Pollos parrilleros

Hasta hace poco eran bastante escasos los estudios de relevancia comercial en torno a los efectos en pollos parrilleros de una dieta a base de arveja forrajera. La mayor parte de los estudios realizados en el pasado no hicieron un seguimiento del período total de crecimiento del pollo o bien no utilizaron dietas de tipo comercial. Uno de los estudios más completos (Brenes et al., 1989) (Tabla 2) demostró que, en comparación con un grupo de control alimentado con maíz y soya, la adición de hasta un 80% de arveja forrajera en la dieta no tenía efectos negativos sobre el rendimiento. Es más, los pollos alimentados con arveja forrajera crecieron más que el grupo de control. Para equilibrar los valores energéticos, la dieta a base de arveja forrajera se complementó con aceite.

A mediados de los noventa se hicieron en la Universidad de Manitoba una serie de estudios en torno a los efectos de las diferencias varietales, enzimáticas y de procesamiento en pollitos parrilleros (Igbasan y Guenter, 1996a,b,c; Igbasan et al., 1997). Los resultados arrojaron una cierta mejoría en la digestibilidad de los nutrientes tras un tratamiento con calor, aun cuando el exceso de temperatura afectaba la digestión (Igbasan y Guenter, 1996a). El estudio de Igbasan et al. (1997) comprobó que la adición de enzimas no producía grandes mejorías en el rendimiento de los pollos parrilleros.

Una serie de estudios con dietas comerciales efectuado en Saskatchewan (SPCDB, 2000) demostró que la adición de hasta un 20% de arveja forrajera en pasta y gránulos en

LA ARVEJA FORRAJERA EN LA DIETA DE AVES DE CORRAL

Tabla 1

Efectos sobre el rendimiento del nivel de inclusión de arveja forrajera en la dieta de gallinas ponedoras de 24 a 40 semanas de edad (Igbasan y Guenter, 1997b)

Parámetro	Control	20% arveja forrajera	40% arveja forrajera	60% arveja forrajera
Ingredientes, %				
Trigo	62	46	30	14
Cebada	10	10	10	10
Arveja forrajera	-	20	40	60
Harina de soya	14	9	5	0
Aceite	2,8	3,1	3,5	3,8
Lisina	0,011	-	-	-
Digestibilidad metionina	0,01	0,011	0,013	0,014
Nutrientes				
Proteína cruda, %	18,3	18,3	18,4	18,3
EM, kcal/kg	2820	2820	2820	2820
Lisina, %	0,81	0,82	0,94	1,04
Metionina + cistina, %	0,67	0,66	0,65	0,64
Rendimiento				
Producción de huevos, %	89,8	91,3	89,7	85,3
Ingesta forraje, g/ave	110,0	108,9	110,4	109,7
Conversión, kg/doc.	1,48	1,44	1,48	1,54
Masa del huevo, g/día	53,6	53,8	53,0	49,7
Peso del huevo, grs	59,7	58,9	59,2	58,2
Espesor cáscara, mm	0,351	0,343	0,340	0,344
Color yema	2,8	4,0	4,6	5,3

la dieta de pollos parrilleros lograba resultados comparables a los obtenidos con grupos de control. Un estudio mexicano reciente (Forat y García, 2001) logró excelentes resultados con pollos parrilleros machos de raza Ross alimentados a base de sorgo entre los 10 y los 35 días de edad. Los resultados se muestran en la Tabla 3.

Pavos y gansos

Aun cuando la información sobre el uso de la arveja forrajera en la alimentación de pavos es escasa, según un estudio de Savage et al. (1986) no se producen grandes diferencias en el coeficiente de crecimiento, eficacia del forraje o calidad de la carne al adicionar desde un 25% de arveja forrajera al inicio de la engorda hasta un 55% al finalizar. Los gansos digieren mejor la arveja y son capaces de asimilar más fibra que los pollos.

LA ARVEJA FORRAJERA EN LA DIETA DE AVES DE CORRAL

Parámetro	Control	60% arveja forrajera	80% arveja forrajera
Ingredientes, %			
Maíz	74,2	21,6	1,3
Arveja forrajera	-	60,0	80,0
Aislado de proteína de soya	17,2	7,0	3,8
Paja de trigo	4,5	-	-
Aceite de girasol	-	7,1	10,5
Nivel de lisina	0,08	-	-
Digestibilidad metionina	0,19	0,33	0,38
Nutrientes			
Proteína cruda, %	22,2	22,2	22,2
EM, kcal/kg	3110	3110	3115
Lisina, %	1,12	1,36	1,47
Metionina + cistina, %	0,87	0,87	0,87
Rendimiento			
Aumento peso corporal, g	633	723	772
Forraje/aumento	1,66	1,67	1,65

Tabla 2

Efectos sobre el rendimiento del nivel de inclusión de arveja forrajera en la dieta de pollos parrilleros de 7 a 28 días de edad (Brenes et al., 1989)

Rendimiento de pollos parrilleros a distintos niveles de inclusión de arveja forrajera en la dieta (Forat y García, 2001)

Tabla 3

Parámetro	Control	4% arveja forrajera	8% arveja forrajera	12% arveja forrajera
Peso corporal inicial , g	208	206	207	205
Peso corporal final , g	1844	1851	1812	1841
Aumento diario promedio, g	65	66	64	65
Consumo alimento, g	103	102	101	104
Forraje/aumento	1,58	1,55	1,58	1,60

LA ARVEJA FORRAJERA EN LA DIETA DE AVES DE CORRAL

Consideraciones prácticas de alimentar aves de corral con arveja forrajera

El uso de la arveja forrajera en la dieta de aves de corral no reviste mayores preocupaciones de orden práctico y se puede utilizar libremente a niveles del 20% al 30%. La arveja forrajera tiene además efectos positivos sobre la calidad de los gránulos, al punto de que en muchos casos basta agregar un 10% o 15% a la dieta para que los aglutinantes sean innecesarios.

Es muy común utilizar la arveja forrajera en conjunto con harina o semilla de canola, dado que los aminoácidos de ambos ingredientes se complementan muy bien. La arveja forrajera es alta en lisina y baja en metionina y cistina, en tanto que la harina de canola es baja en lisina y alta en metionina y cistina.

El valor energético de la arveja forrajera es lo suficientemente alto como para hacer económica su utilización en dietas de ponedoras, pero en general es demasiado bajo para uso en la alimentación de pollos parrilleros, a menos que se complemente con aceite. En Dinamarca, por ejemplo, es común alimentar a los pollos parrilleros con una mezcla de arveja forrajera y semilla de canola aceitera (aproximadamente 1/3 de canola y 2/3 de arveja forrajera), donde el almidón de la arveja forrajera ayuda a conducir el aceite de la semilla de canola. Esta mezcla se agrega a la dieta en proporción de más o menos 30%, de forma tal que la dieta total del pollo contenga un 10% de semilla de canola y un 20% de arveja forrajera. Este forraje se somete a un proceso de expansión o tratamiento con calor a fin de mejorar la digestibilidad de ambos ingredientes.

Tabla 4 **Niveles recomendables de inclusión en dietas avícolas**

Ave	Nivel recomendable, %
Pollo parrillero	20
Gallina ponedora	30
Pavo	25
Ganso	20

Referencias

Bootwalla, S.M., V.J. Rakphongphairoj and T.F. Savage. 1988. Semen quality of individually caged broiler breeder males fed 16 and 7% crude protein diets containing yellow peas. *Nutr. Rept. Intl.* 38: 1009-1015.

Brenes, A., J. Trevino, C. Centeno and P. Yuste. 1989. Influence of peas (*Pisum Sativum*) as a dietary ingredient and flavomycin supplementation on the performance and intestinal microflora of broiler chicks. *Brit. Poult. Sci.* 30: 81-89.

Brenes, A., B.A. Rotter, R.R. Marquardt and W. Guenter. 1993. The nutritional value of raw, autoclaved and dehulled peas (*Pisum Sativum L.*) in chicken diets as affected by enzyme supplementation. *Can. J. Anim. Sci.* 73: 605-614.

Carre, B. 2002. Processing peas for poultry significantly improves energy digestibility. In *The Feed Pea Focus*. Alberta Pulse Growers. Edmonton, Alberta. Septiembre 2002.

Castanon, J.I.R., and J. Perez-Lanzac. 1990. Substitution of fixed amounts of soyabean meal for field beans (*Vicia faba*), sweet lupins (*Lupinus albus*), cull peas (*Pisum sativum*) and vetchs (*Vicia sativa*) in diets for high performance laying leghorn hens. *Brit. Poult. Sci.* 31: 173-180.

Conan, L. and B. Carre. 1989. Effect of autoclaving on metabolizable energy value of smooth pea seed (*Pisum sativum*) in growing chicks. *Anim. Feed Sci. Tech.* 26: 337-345.

Fasina, Y.O., G.L. Campbell and R.T. Tyler. 1997. Whole canola/pea and whole canola/canola meal blends in diets for broiler chickens 1. Evaluation of steam-pelleting or extrusion processing. *Can. J. Anim. Sci.* 77: 185-190.

Forat, M. and E.M. Garcia. 2001. Performance of broilers from 10 to 35 days fed 3 dietary inclusion levels of feed peas. Instituto Internacional de Investigacion Animal. Queretaro, Mexico.

Igbasan, F.A. and W. Guenter. 1996a. The enhancement of the nutritive value of peas for broiler chickens: an evaluation of micronization and dehulling processes. *Poult. Sci.* 75: 1243-1252.

Igbasan, F.A. and W. Guenter. 1996b. The feeding value for broiler chickens of pea chips derived from milled peas (*Pisum sativum L.*) during air classification into starch fractions. *Anim. Feed Sci. Tech.* 61: 205-217.

Igbasan, F.A. and W. Guenter. 1996c. The evaluation and enhancement of the nutritive value of yellow-, green- and brown-seeded pea cultivars for unpelleted diets given to broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Tech.* 63: 9-24.

Igbasan, F.A. and W. Guenter. 1997a. The influence of micronization, dehulling, and enzyme supplementation on the nutritional value of peas for laying hens. *Poult. Sci.* 76: 331-337.

Igbasan, F.A. and W. Guenter. 1997b. The influence of feeding yellow-, green- and brown-seeded peas on production performance of laying hens. *J. Sci. Food Agric.* 73: 120-128.

Igbasan, F.A., W. Guenter and B.A. Slominski. 1997. The effect of pectinase and alpha-galactosidase supplementation on the nutritive value of peas for broiler chickens. *Can. J. Anim. Sci.* 77: 537-539.

Ivusic, S.I., L.W. Mirosh and H.S. Nakaue. 1994. Productivity of laying pullets fed diets containing yellow peas (*Pisum sativum L.* var. Miranda). *Anim. Feed Sci. Tech.* 45: 205-210.

Longstaff, M. and J.M. McNab. 1987. Digestion of starch and fibre carbohydrates in peas by adult cockerels. *Brit. Poult. Sci.* 28: 261-285.

Rakphongphairoj, V.J., and T.F. Savage. 1988. Effects of cage and floor housing on the reproductive performance of broiler breeder males fed 16% and 7% crude protein diets containing corn-soybean or corn-yellow pea. *Nutr. Rept. Intl.* 37: 1-9.

Savage, T.F., H.S. Nakaue, Z.A. Holmes and T.M. Taylor. 1986. Feeding value of yellow peas (*Pisum sativum L.*, variety Miranda) in market turkeys and sensory evaluation of carcasses. *Poult. Sci.* 65: 1383-1390.

SPCDB. 2000. Broiler trials with peas. Saskatchewan Pulse Crop Development Board. Saskatoon.

Trevino, J., C. Centeno, A. Brenes, P. Yuste and L. Rubio. 1990. Effect of dietary oligosaccharides on the digestion of pea starch by growing chicks. *Anim. Feed Sci. Tech.* 30: 313-319.



LA ARVEJA FORRAJERA EN LA DIETA PORCINA

A nivel mundial, el principal destino de la arveja forrajera es para uso en dietas porcinas, en las que constituye un ingrediente ideal dado que el cerdo es capaz de extraer de allí altos niveles energéticos. La arveja forrajera es alta en lisina, factor importante para el buen desarrollo de los cerdos, y es de sabor agradable. Dado que entrega un buen aporte energético y de aminoácidos, en las dietas porcinas tiende a desplazar a las gramíneas y a los ingredientes proteicos y se utiliza en altos niveles, especialmente en dietas de engorda. La única precaución debe observarse en el caso de los cerdos nuevos, en cuya dieta la arveja debe usarse de forma limitada debido al efecto de los factores antinutricionales y su menor digestibilidad energética. En estos casos la cocción muestra algunas ventajas similares a las que se logran en dietas avícolas.

Dieta porcina inicial

Los niveles de inhibidores de la tripsina en la arveja forrajera pueden constituir un problema para los cerdos nuevos. Freire et al. (1989) observaron que el tratamiento con calor (extrusión) mejora el rendimiento en cerdos nuevos

alimentados con una dieta de arveja de primavera al 45%, aun cuando no se comprobaron diferencias de rendimiento entre cerdos alimentados con arveja forrajera cruda o extruída a un 30% de la dieta. A niveles altos de inclusión en la dieta, incluso en la arveja de primavera el contenido de inhibidores de la tripsina es suficiente para causar problemas al cerdo nuevo, por lo cual se recomienda suma cautela al utilizar variedades de invierno que poseen niveles mucho mayores de inhibidores de la tripsina.

Landblom y Poland (1997) estudiaron los efectos de la extrusión en dietas de arveja forrajera al 20% y 40% en cerdos nuevos (Tabla 1). La extrusión no mostró mayores ventajas en dietas al 20%, en las cuales el producto crudo y extruído arrojó resultados similares a los del grupo de control alimentado con maíz y harina de soya. La inclusión del 40% de arveja forrajera en la dieta hizo decaer la ingesta y el coeficiente de crecimiento. La extrusión de esta dieta elevó el rendimiento del animal al nivel alcanzado por los grupos alimentados con dietas de control y arveja forrajera al 20%. En este experimento se utilizó la variedad de primavera.

Efectos de la arveja forrajera cruda y extruída en el rendimiento de cerdos de destete precoz (Landblom y Poland, 1997)

Tabla 1

Parámetro	Maíz/soya	20% arveja forrajera cruda	20% arveja forrajera extruída	40% arveja forrajera cruda	40% arveja forrajera extruída
Peso inicial, kg	7,4	7,3	7,3	7,4	7,3
Peso a los 28 días, kg	16,8	15,9	16,4	13,9	15,4
Aumento diario promedio, kg	0,33	0,31	0,32	0,23	0,29
Ingesta de alimento, kg	0,57	0,54	0,59	0,46	0,54
Eficiencia conversión forraje	1,73	1,74	1,84	2,00	1,86

LA ARVEJA FORRAJERA EN LA DIETA PORCINA

Dietas de engorda

En el caso de los cerdos en engorda no hay motivos para limitar los niveles de inclusión de arveja forrajera en la dieta. Si la dieta se encuentra correctamente balanceada, considerando especialmente que la arveja forrajera es baja en metionina y cistina, a niveles de inclusión del 50% se logran altos niveles de rendimiento. Los niveles prácticos de inclusión en la dieta en Canadá y demás países en que la arveja forrajera es de fácil obtención se ubican entre el 20% y el 40%, dependiendo del valor relativo de los demás ingredientes.

Diversos estudios ilustran los excelentes resultados que se logran al incluir arveja forrajera cruda en las dietas porcinas de engorda (Bell y Keith, 1990; Gatel y Grosjean, 1990; Cote y Racz, 1991; Kehoe et al, 1991; Castell y Cliplef, 1993; Yacentiuk, 1994; Lyblom y Poly, 1998; Bry et al., 2000; Shelton, 2001). Los resultados del experimento de Castell y Cliplef se muestran en la Tabla 2. Se presentan estos resultados porque son característicos de las dietas porcinas utilizadas en la región oeste de Canadá, donde la cebada es de uso común. Estos resultados demuestran además las ventajas de utilizar harina de canola en combinación con arveja forrajera como fuente complementaria de lisina, metionina y cistina.

Rendimiento de cerdos en engorda alimentados a base de cebada complementada con arveja forrajera, harina de canola y harina de soya (Castell y Cliplef, 1993)

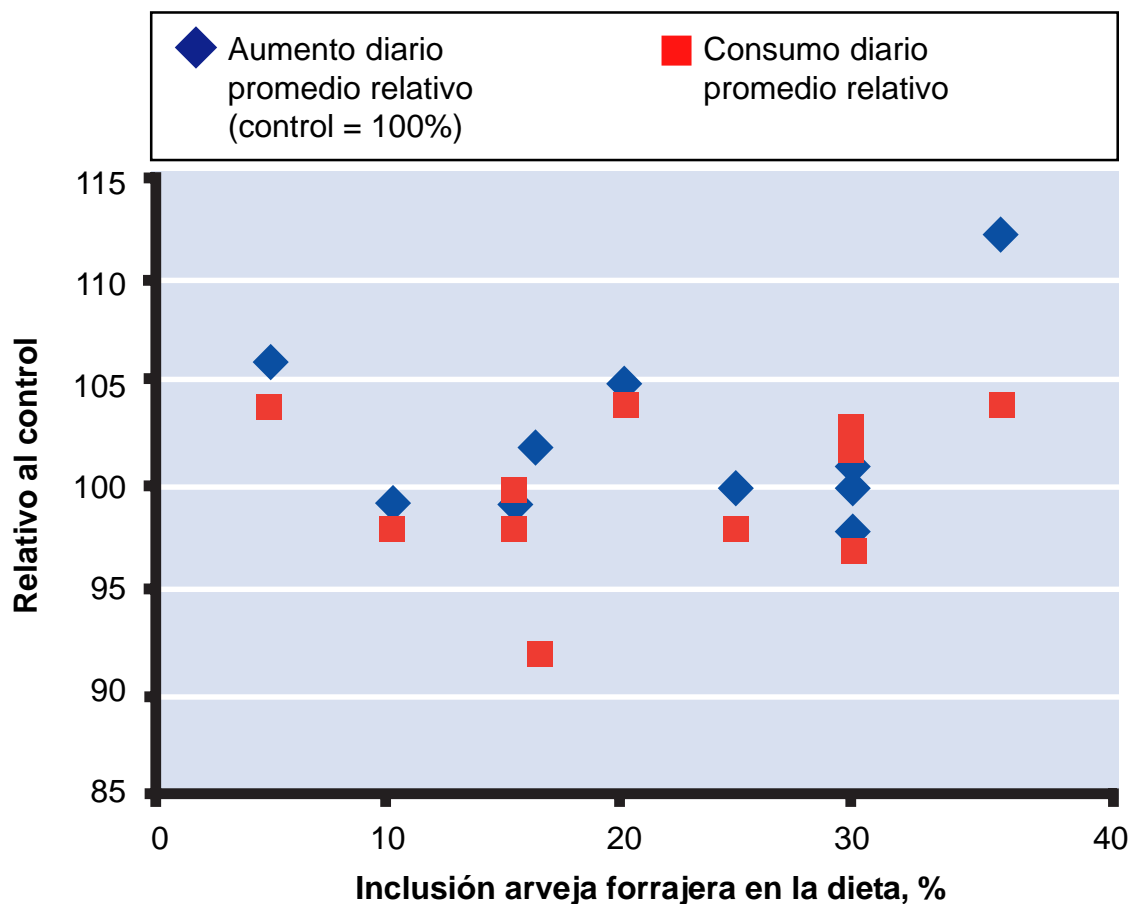
Tabla 2

Parámetro	Harina	Canola	Mezcla 1	Mezcla 2	Arveja forrajera
Ingredientes, %					
Cebada	82,4	78,7	70,9	63,0	54,9
Harina de canola	-	18,7	12,4	6,1	-
Arveja forrajera	-	-	14,1	28,3	42,5
Harina de soya	15,0	-	-	-	-
Nutrientes					
Proteína cruda, %	17,7	17,4	16,4	16,2	16,4
ED, kcal/kg	3130	3050	3090	3140	3180
Lisina, %	.74	.73	.73	.76	.81
Metionina + cistina, %	.64	.70	.60	.54	.50
Treonina, %	.57	.61	.57	.53	.50
Rendimiento					
Alimento diario promedio, g	2900	2924	2891	2953	2771
Aumento diario promedio, g	821	845	850	880	812
Forraje/aumento	3,53	3,46	3,40	3,36	3,41
Animal faenado, %	74,9	72,0	73,0	73,6	73,3
Índice carnicero	104,7	100,2	103,7	103,2	105,3
Grasa muscular lomo, %	1,2	1,6	1,3	1,6	2,4

LA ARVEJA FORRAJERA EN LA DIETA PORCINA

Figura 1

Rendimiento de porcinos alimentados con dietas de engorda con distintos niveles de inclusión de arveja forrajera, en comparación con una dieta de control a base de harina de soya. Resultados de siete estudios auspiciados por Pulse Canada en China, Chile, Corea, México y Filipinas (1995 – 2001)



Además de los estudios previamente publicados, en años recientes Pulse Canada ha auspiciado una serie de pruebas con dietas porcinas de engorda en China, Chile, Corea, México y Filipinas. En todos estos estudios la intención fue adicionar arveja en la dieta porcina de tal forma de lograr niveles energéticos y de digestibilidad de aminoácidos idénticos a los de las dietas de control, y luego observar si se lograban rendimientos equivalentes. En la mayor parte de los casos la arveja forrajera se molió en molino de martillo y se presentó al animal en forma de pasta cruda. Los resultados se resumen en la Figura 1. Los rendimientos observados fueron en general equivalentes, aun cuando cabe destacar que a mayor consumo de alimento, el rendimiento tendió a mejorar.

Estudios recientes han investigado los resultados de procesar con calor (por extrusión o expansión) y de adicionar enzimas a la arveja forrajera con el objetivo de mejorar la digestibilidad y el rendimiento en el cerdo en engorda. O'Doherty y Keady (2000) determinaron que a niveles del 40% de inclusión el procesamiento por extrusión mejoraba la digestibilidad de la materia orgánica, el nitrógeno y la energía, pero que al nivel de inclusión del 20% no producía efectos. En un experimento similar con procesamiento por expansión (O'Doherty y Keady, 2001) no se observaron ventajas.

LA ARVEJA FORRAJERA EN LA DIETA PORCINA

Los intentos de mejorar el rendimiento adicionando enzimas a dietas porcinas de engorda no han obtenido mayores resultados. Thacker y Racz (2001) comprobaron que la adición de enzimas comerciales (con actividad de carbohidrasa y proteasa) no mejoraba la digestibilidad o el rendimiento. Landblom et al. (2002) constataron que agregar enzimas de xilanasa y fitasa producía una leve elevación del aumento diario promedio de peso. En otro estudio, Baucells et al. (2000) observaron que suplementar las dietas porcinas de engorda con alfa-galactosidasa producía un mejor aumento diario promedio de peso, mejor eficiencia de la conversión del forraje, mayor digestibilidad de la materia seca y proteína cruda y un descenso en el sustrato fermentable que baja al intestino grueso. No está claro si la respuesta estuvo en la arveja forrajera o en los otros ingredientes de la dieta.

En años recientes, el tema de los efectos de los ingredientes sobre la calidad de la carne ha venido adquiriendo importancia debido al mejor precio que se obtiene por carne magra y sabrosa. Sin embargo, la mayor parte de los estudios sobre la arveja forrajera no ha encontrado efectos importantes o constantes sobre la calidad de la carne. Un estudio de Landblom y Poland (1998) expresa que la adición de arveja forrajera en dietas a base de maíz, cebada o avena pelada no afecta el espesor de la grasa dorsal pero puede aumentar la grasa intracelular (entreverado). Los resultados de un extenso estudio de Robertson et al. (2000) se muestran en la Tabla 3. En estas dietas a base de trigo, características de la región oeste de Canadá, no se observó ningún efecto sobre el crecimiento, coeficiente de extracción de carne o calidad de ésta al cambiar una dieta de harina de soya y trigo por una a base exclusivamente de arveja forrajera o de arveja forrajera y harina de canola.

Dietas de porcinos reproductores

La gran calidad proteica y digestibilidad energética de la arveja forrajera la hace especialmente útil en la dieta de cerdas nodrizas. Estudios realizados en Europa por Gatel et al. (1987) con dietas de trigo y maíz en partes iguales no encontraron diferencias al sustituir el suplemento proteico (harina de soya) con arveja forrajera en la dieta de hembras nodrizas o secas. La cantidad de crías por camada fue de 11.05 y 11.04 para dietas de soya y arveja forrajera, respectivamente. El peso al nacer fue de 1.28 kg y 1.29 kg, el coeficiente de crecimiento durante la lactancia fue de 210 grs. y 216 grs. diarios, con un total

anual de crías por animal de 23.2 y 23.4 para harina de soya y arveja forrajera, respectivamente. Czarnecki et al. (1988) no encontraron efectos sobre la calidad del semen en machos reproductores alimentados con arveja forrajera.

Consideraciones prácticas de alimentar cerdos con arveja forrajera

Lo más común es pasar previamente la arveja forrajera por un cedazo de 2.5 o 3.0 mm. El cedazo más pequeño se reserva generalmente para animales nuevos. Para cerdos en engorda se debe crear un producto con un calibre particulado medio de unos 600 micrones, con poca variación de calibres. Para cerdos recién destetados, Albar et al. (2000) recomiendan partículas más pequeñas (< 500 micrones).

La arveja forrajera se caracteriza por tener un extracto acuoso de muy baja viscosidad, similar al del maíz y menor que el de gramíneas tales como trigo y cebada. En los cerdos, la viscosidad de la digesta ileal es mucho menor con arveja que con cereales, en tanto que la arveja tiene un lapso de tránsito ileal más reducido que el del trigo, lo que podría explicar la menor respuesta a la adición de enzimas en las dietas de arveja forrajera en comparación con las dietas de trigo. La digestión ileal de la arveja representa una proporción del total menor a la del trigo. El almidón del maíz se digiere en el íleon (medido según el flujo de glucosa por la vena porta) más rápido que el de la arveja forrajera, aun cuando la digestibilidad total se mantiene igual (Van der Meulen et al., 1997).

En países del norte de Europa, tales como Dinamarca, algunos criadores de cerdos han notado que al incluir arveja forrajera en la dieta porcina aumentan los casos de diarrea. Estos efectos no se han observado en Francia (el mayor usuario de arveja forrajera) ni en otros países del sur de Europa o en Canadá. Se desconoce la causa de estos incidentes, pero puede estar relacionada con el uso de arveja forrajera recién cosechada y con el nivel de polisacáridos no almidonosos solubles.

Los fabricantes europeos de alimento para animales también han notado una reducción ocasional en la ingesta de forraje en porcinos de engorda cuando se agrega un porcentaje de arveja forrajera mayor al 15% o el 20% a una dieta en forma de pasta. Sin embargo, peletizar esta

LA ARVEJA FORRAJERA EN LA DIETA PORCINA

Tabla 3

Rendimiento de cerdos alimentados con dietas a base de trigo con adición de harina de soya, arveja forrajera y una mezcla de arveja forrajera y harina de canola (Robertson et al., 2000)

Parámetro	Soya		Arveja forrajera		Arveja forrajera + harina de canola	
	Engorda 50-80 Kg.	Término 80-110 Kg.	Engorda 50-80 Kg.	Término 80-110 Kg.	Engorda 50-80 Kg.	Término 80-110 Kg.
Ingredientes, %						
Trigo	71,1	77,1	42,9	55,6	50,1	57,8
Cebada	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Harina de canola	0	0	0	0	11,5	9,0
Arveja forrajera	0	0	42,5	30,0	23,0	18,0
Harina de soya	15,0	9,0	0	0	0	0
Aceite	0,8	1,0	1,5	1,6	2,5	2,5
Nivel de lisina	0,2	0,15	0,025	0	0,1	0,025
Digestibilidad metionina	0	0	0,06	0,025	0,02	0
Nutrientes						
Proteína cruda, %	16,6	14,6	14,9	13,8	16,0	14,9
ED, kcal/kg	3360	3350	3340	3350	3340	3350
Lisina, %	0,87	0,68	0,88	0,71	0,89	0,73
Digest. lisina, %	0,78	0,60	0,77	0,61	0,76	0,61
Digest. metion., %	0,21	0,18	0,21	0,17	0,22	0,19
Digest. treonina, %	0,47	0,39	0,42	0,38	0,46	0,42
Digest. trip., %	0,18	0,15	0,12	0,12	0,14	0,13
Rendimiento						
Alimento diario promedio, g	2100	2617	2265	2674	1911	2392
Aumento diario promedio, g	851	947	947	907	827	892
Forraje/aumento	2,48	2,85	2,39	2,98	2,35	2,73
Alimento diario promedio, g	2477		2555		2243	
Aumento diario promedio, g	912		960		871	
Forraje/aumento	2,71		2,66		2,60	
Animal faenado, %	83,1		83,4		83,4	
Índice carnícano	108		108		107	
Cortes magros, %	58,9		58,9		59,6	
Grasa cavidades corporales, %	0,62		0,53		0,58	
Grasa intermuscular, %	4,95		4,58		4,71	

LA ARVEJA FORRAJERA EN LA DIETA PORCINA

misma dieta permite mantener e incluso elevar la ingesta hasta niveles de arveja del 25% o 30%. Cabe destacar que en Europa es común utilizar altos niveles de subproductos tales como mandioca, lo cual podría tener un efecto adicional. En el caso de Canadá, donde las dietas animales son generalmente a base de grano, a las dietas en pasta se agregan niveles mucho mayores (30% o más) de arveja forrajera. En términos generales, sin embargo, lo más recomendable es peletizar las dietas porcinas.

Cabe recordar el alto valor energético neto de la arveja forrajera (ver capítulo sobre composición nutricional) relativo a la harina de soya, dado que ello tiene efectos de orden práctico a la hora de definir la composición de la dieta de cerdos en engorda. En estas dietas la arveja forrajera puede reemplazar al maíz y la harina de soya en una razón de 2/3-1/3 aproximadamente, sin que varíe la razón EN/ED del forraje. En dietas de mayor complejidad que utilizan ingredientes a base de subproductos, la energía neta real podrá incluso aumentar con la adición de arveja forrajera. El forraje podrá tener los mismos niveles digestibles o metabolizables, pero al usar arveja forrajera el nivel de energía neta tenderá a ser mayor. Este factor tiene incidencia directa sobre la composición de la dieta de cerdos en engorda, animales que requieren un gran aporte de energía neta. En dietas de alta energía metabolizable o digerible, la mayor parte de la energía proveniente de los ingredientes proteicos se deriva en teoría de la catabolización proteica, pero en dietas balanceadas en realidad es muy poca la proteína que se cataboliza para fines energéticos. En consecuencia, en dietas a base de arveja forrajera la mayor parte de la energía proviene del almidón y no de la proteína, y de hecho el reemplazo de otros ingredientes proteicos por arveja forrajera puede generar mayores niveles de energía productiva en la dieta. En dietas de mínima energía metabolizable o digerible existe una tendencia a sobreestimar la cantidad de energía

disponible al animal. El sistema de energía neta es más adecuado porque da cuenta de la energía que se pierde a través del calor. En ingredientes altos en proteínas, tales como la harina de soya, la catabolización proteica causa durante la digestión pérdidas energéticas considerables. Los usuarios generalmente observan un mejor rendimiento del cerdo al reemplazar la harina de soya por arveja forrajera.

La arveja forrajera también se utiliza en la dieta de cerdas nodrizas cuando existen factores ambientales y dietéticos tensionantes. Su buen sabor la convierte en un factor estimulante de la ingesta en temporada estival. Al igual que las gramíneas, mejoran el volumen de la ingesta mejorando el sabor de forrajes altos en ingredientes a base de subproductos.

Niveles recomendables de inclusión de arveja en dietas porcinas Tabla 4

Animal	Nivel de arveja recomendable, %
Lechón	10
Engorda	30
Cerda	20

LA ARVEJA FORRAJERA EN LA DIETA PORCINA

Referencias

- Albar, J., F. Skiba, E. Royer and R. Granier. 2000. Effects of the particle size of barley, wheat, corn or pea-based diets on the growth performance of weaned piglets and on nutrient digestibility. 32emes Journees de la Recherche Porcine en France. Paris. Feb 1-3, 2000. 32: 193-200.
- Baucells, F., J.F. Perez, J. Morales and J. Gasa. 2000. Effect of alpha-galactosidase supplementation of cereal-soyabean-pea diets on the productive performances, digestibility and lower gut fermentation in growing and finishing pigs. *Anim. Sci.* 71: 157-164.
- Bell, J.M. and M.O. Keith. 1990. Combinations of canola meal and field peas for use in rations for market pigs. Tenth Project Report, Research on Canola Meal, Canola Council of Canada, Winnipeg, MB, Canada, R3B 0T6. pp. 91-100.
- Brand, T.S., D.A. Brandt, J.P. van der Merwe and C.W. Cruywagen. 2000. Field peas (*Pisum sativum*) as protein source in diets of growing-finishing pigs. *J. Applied Anim. Res.* 18: 159-164.
- Castell, A.G. and R.L. Ciplef. 1993. Evaluation of pea screenings and canola meal as a supplementary protein source in barley-based diets fed to growing-finishing pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 73: 129-139.
- Cote, B.S. and V.J. Racz. 1991. Feed peas for growing-finishing swine. A.D.F. Research Report. Project #D-0794, Saskatchewan Agriculture Development Fund, Saskatchewan Agriculture, Regina, SK, Canada.
- Czarnecki, R., G. Jacyno, R. Lubowicki, K. Petkov and A. Delecka. 1988. Influence of using pea seeds in feeding quantity and quality of semen. *Proc. 26th World Conf. Anim. Prod.* 5: 604.
- Freire, J.B., J.C. Hulin, J. Peiniau and A. Aumaitre. 1989. Effet de la cuisson-extrusion du pois de printemps sur la digestibilité des aliments de sevrage précoce du porcelet et conséquences sur les performances jusqu'à l'abattage. *Journées Réch. Porcine en France* 21: 75-82.
- Gatel, F., G. Buron, M. Leuillet. 1987. Utilization of peas as a protein source for gestating and lactating sows. *Journées Réch. Porcine en France* 19: 223-230.
- Gatel, F. and F. Grosjean. 1990. Composition and nutritive value of peas for pigs: a review of European results. *Livestock Prod. Sci.* 26: 155-175.
- Kehoe, C., S.K. Baidoo, S. Jaikaran and F.X. Aherne. 1991. Field peas (*Pisum sativa*): an effective protein supplement for pigs. 70th Annual Feeders' Day Report, Univ. Alberta. Edmonton, AB, Canada. pp. 59-60, 91.
- Landblom, D.G. and W.W. Poland. 1997. Nutritional value of raw and extruded field peas in starter diets of segregated early weaned pigs. Dickenson Research Centre Annual Report. www.ag.ndsu.nodak.edu/dickinso/research/tcreports.htm.
- Landblom, D.G. and W.W. Poland. 1998. Supplementing grain energy sources with field peas and full-fat canola seed in swine growing-finishing diets. Dickenson Research Centre Annual Report. www.ag.ndsu.nodak.edu/dickinso/research/tcreports.htm.
- Landblom, D.G., R.I. Harrold, W.W. Poland and K.A. Dawson. 2002. Effects of Fibrozyme and phytase enzymes on growing-finishing pig performance in field pea-canola meal supplemented diets. *J. Anim. Sci.* 80: Suppl. 1.
- O'Doherty, J.V. and U. Keady. 2000. The nutritive value of extruded and raw peas for growing and finishing pigs. *Anim. Sci.* 70: 265-274.
- O'Doherty, J.V. and U. Keady. 2001. The effect of expander processing and extrusion on the nutritive value of peas for pigs. *Anim. Sci.* 72: 43-53.
- Robertson, W.M., M.E.R. Dugan, S.J. Landry, K. Erin, G. Clayton and S. Jaikaran. 2000. Evaluation of live performance, carcass composition and meat quality of market hogs fed diets with various combinations of peas, canola meal and soybean meal with wheat or corn as the cereal base. Agriculture and Agri-Food Canada. Lacombe Research Centre. Lacombe, Alberta.
- Shelton, J.L. 2001. Effects of different protein sources on growth and carcass traits in growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 79: 2428-2435.
- Thacker, P.A. and V.J. Racz. 2001. Performance of growing/finishing pigs fed hulled and dehulled peas with and without dietary enzymes. *Asian. Austral. J. An. Sci.* 14: 1434-1439.
- Van der Meulen, J., J.G.M. Bakker, B. Smits and H. de Visser. 1997. Effect of source of starch on net portal flux of glucose, volatile fatty acids and amino acids in the pig. *Br. J. Nutr.* 78: 533-544.
- Yaceniuk, M. 1994. A look at the Somerset pea feeding trials. *Proc. Manitoba Swine Seminar. Manitoba Agriculture. Winnipeg, MB, Canada.* 8: 135-137.

LA ARVEJA FORRAJERA EN LA DIETA DEL GANADO VACUNO



Degradación ruminal

El nivel de degradación ruminal de la proteína de la arveja forrajera es alto, en tanto que el del almidón es algo menor. La proteína de la arveja forrajera es altamente soluble, con un nivel no degradable en el rumen de apenas 22%. Aproximadamente el 40% de la proteína presente en la arveja forrajera es soluble (Aguilera et al., 1992). El resto de la proteína insoluble tiene un nivel de degradación levemente menor al de la harina de soya (Aguilera et al., 1992). En ese estudio, tras seis horas de incubación ruminal se verificó una velocidad de desaparición de la proteína de la arveja forrajera de 1,6%/hora aproximadamente, comparado con un 4,5%/hora para la harina de soya. La misma velocidad de degradación relativa se ha observado en otros estudios (Lindberg, 1981). Las velocidades de degradación de entre 6 a 12 horas son similares a las de la harina de soya. Ello puede ser ventajoso, dado que prolonga la liberación del nitrógeno que necesita la flora microbiana ruminal para su desarrollo.

Aproximadamente la mitad del almidón de la arveja forrajera es soluble. La fracción insoluble y no degradable en el rumen se caracteriza por una baja velocidad de degradación (Walhain et al., 1992; Robinson y McQueen, 1989). En dietas altas en concentrados la degradación ruminal del almidón es similar a la del maíz y notablemente más lenta que en el caso del trigo, avena o cebada (Tabla 1). La degradación lenta sirve para controlar el pH del rumen, especialmente en animales alimentados con grandes volúmenes de grano. La digestión de fibra se ve afectada con un pH ruminal inferior al 6,0, produciendo una menor ingestión de materia seca, menor nivel de materia grasa en la leche y un aumento en las alteraciones digestivas. Ello podría además explicar por qué la leche de vacas de gran productividad alimentadas con altos volúmenes de grano tiende a tener un mayor porcentaje de materia grasa cuando al concentrado se adiciona una proporción importante de arveja forrajera (Corbett et al., 1995).

Características de degradación ruminal de los almidones de ingredientes forrajeros seleccionados (Robinson y McQueen, 1989)

Tabla 1

Grano	Almidón total, % MS	Almidón soluble, % MS	Degradación ruminal, %/hr.		
			2/3 Heno: 1/3 Concent.	1/3 Heno: 2/3 Concent.	Lento
Cebada	56,1	41	22,4	21,3	34,2
Avena	61,6	91	14,2	14,6	22,6
Maíz	67,6	22	3,5	2,7	8,2
Trigo	66,6	41	22,6	17,2	23,2
Arveja forrajera	41,8	51	13,4	3,9	5,3

LA ARVEJA FORRAJERA EN LA DIETA DEL GANADO VACUNO

Procesamiento

Antes de su uso como forraje en rumiantes, la arveja forrajera debe ser procesada con métodos que reduzcan al mínimo el volumen de finos. La molienda gruesa o la trituración con rodillo son los métodos más comunes.

La inclusión de arveja forrajera en concentrados peletizados tiende generalmente a reducir el volumen de finos y a mejorar la calidad y duración del gránulo producido por medios mecánicos (de Boer et al., 1991). En la arveja forrajera, el proceso de trituración al vapor no tiene mayores consecuencias sobre la degradación proteica o la gelatinización del almidón (Foucant et al., 1990). En las gramíneas, en cambio, este proceso normalmente conlleva la gelatinización del almidón y un mayor nivel de degradación ruminal del mismo.

De igual modo, someter a la arveja forrajera a un proceso de extrusión gelatiniza el almidón, aumentando así la degradación ruminal (Aguilera et al., 1992). La extrusión reduce además la solubilidad proteica y la degradación ruminal entre un 50% y un 75% (Aguilera et al., 1992). La extrusión a 140° C parece ser lo más adecuado, dado que a mayores temperaturas no se aprecia una mejor degradación proteica. La extrusión no altera la digestibilidad total de la proteína de la arveja forrajera en el tracto. Goelema et al. (1999) investigaron las diferencias entre la tostación, la expansión y la peletización de arveja forrajera utilizada en la alimentación de vacas lecheras, encontrando que la tostación reducía la degradación ruminal de la proteína pero disminuía la digestibilidad proteica total. Los tratamientos de expansión y peletización no tuvieron en

general mayores efectos sobre la degradación ruminal y la digestibilidad de la proteína y el almidón. Es decir, la tostación puede dañar los nutrientes de la arveja forrajera mucho más que otros tratamientos por calor.

Terberos y vaquillas

Existen estudios que demuestran la eficacia de la arveja forrajera como alimento para terneros y vaquillas. En un experimento con vaquillas Holstein destetadas entre 1 y 4 semanas antes del inicio del experimento y alimentadas con cebada, de Boer et al. (1991) sustituyeron la cebada, la harina de canola y la harina de soya de la dieta de control por un 50% de arveja forrajera. No se apreciaron mayores diferencias en el aumento de peso promedio diario, la ingestión de materia seca (concentrado y heno) o la eficiencia de conversión del forraje respecto del grupo de control y de los concentrados de arveja forrajera. Estos resultados demuestran que la arveja puede reemplazar otras fuentes de aporte proteico en la dieta de vaquillas y terneros, y no parece haber un tope máximo respecto del volumen de arveja que se puede administrar en cada ración.

En un estudio sobre alimentación gradual de terneros productores de carne, Anderson et al. (1999) encontraron que la arveja forrajera podía reemplazar completamente al afrecho de trigo (Tabla 2). En términos generales, la ingesta de forraje aumentó junto con el volumen de arveja en la dieta, aun cuando a niveles de inclusión máxima ello estuvo acompañado por una menor eficiencia de conversión del forraje. El mejor rendimiento desde el punto de vista económico se logró con un 67% de inclusión de arveja.

Alimentación gradual de terneros productores de carne a distintos niveles de inclusión de arveja forrajera (Anderson, 1999)

Tabla 2

Rendimiento	0% arveja forrajera	33% arveja forrajera	67% arveja forrajera	100% arveja forrajera
Peso inicial, kg	164	160	164	162
Peso final, kg	235	239	245	243
Ingesta materia seca, kg	2,67	2,92	3,46	3,96
Aumento diario promedio, kg	1,28	1,41	1,44	1,44
Eficiencia conversión forraje	2,09	2,07	2,40	2,75

LA ARVEJA FORRAJERA EN LA DIETA DEL GANADO VACUNO

Efectos de la alimentación con arveja forrajera sobre el rendimiento de novillos productores de carne (Birkelo et al., 1999)

Parámetro	Control	Arveja forrajera entera	Arveja forrajera laminada
Ingredientes, %			
Maíz	72,8	66,6	66,6
Ensilaje de maíz	20,0	20,0	20,0
Arveja forrajera	0	10,0	10,0
Harina de soya	4,0	0	0
Nutrientes			
Materia seca, %	65,6	65,6	65,6
Proteína cruda, % materia seca	12,5	12,5	12,5
Rendimiento			
Peso corporal inicial, kg	416	414	415
Peso corporal final, kg	605	600	604
Aumento diario promedio, kg	1,79	1,77	1,81
Ingesta materia seca, kg/día	11,01	10,78	10,84
Forraje/aumento, kg materia seca /kg	6,18	6,09	5,99
Animal faenado, %	59,0	59,1	58,1
Cortes de primera, %	76,5	82,5	84,3

Tabla 3

Vacunos productores de carne

No existen muchos estudios sobre la alimentación con arveja forrajera de novillos en engorda. La Tabla 3 muestra los resultados de una investigación de Birkelo et al. (1999) en que se alimentó a novillos de un año con arveja forrajera entera y laminada hasta alcanzar el peso de mercado. El rendimiento fue equivalente al del grupo de control alimentado con arveja forrajera al 10%.

Vacas lecheras

Una serie de investigadores han probado con excelentes resultados el uso de la arveja forrajera en la dieta de vacas lecheras. Khorasani et al. (2001), por ejemplo, investigaron los resultados de cambiar la soya por arveja forrajera en una dieta estructurada para satisfacer las exigencias nutricionales de una vaca Holstein de 600 kg en los 200

días de lactancia y que producía 22 kg de leche diaria con un 3,5% de materia grasa. Dos veces al día se administró a discreción una ración total mixta consistente en un 25% de ensilaje de alfalfa, 25% de ensilaje de bromo forrajero y un 50% de concentrado. Se utilizaron cuatro distintos concentrados de proteína cruda al 18,6%, en los cuales se reemplazó proteína de soya por proteína de arveja en proporciones del 0%, 33%, 67% y 100%, siendo la cebada el principal grano de la dieta. La producción diaria de leche, la producción corregida al 4% de materia grasa (PCMG) y la ingesta de materia seca no se vieron afectadas por el aumento en los niveles de arveja forrajera en la dieta (Tabla 4).

En un estudio de siete meses de duración con vacas Holstein de alta productividad, Jackman (2000) comparó la diferencia entre administrar arveja forrajera cruda y micronizada o harina de soya en dietas de cebada con una razón concentrado/forraje de 47/53. El forraje en cuestión estaba compuesto por un 75% de ensilaje de cebada y un

LA ARVEJA FORRAJERA EN LA DIETA DEL GANADO VACUNO

25% de alfalfa de segundo corte. Los resultados se muestran en la Tabla 5. La producción y calidad de la leche fue idéntica para todas las dietas. El autor señala que la micronización produjo una reducción en la solubilidad de la materia seca y de la proteína, aun cuando la degradación

ruminal de la materia seca no se vio afectada. El consumo promedio de arveja forrajera por animal fue de unos 2,7 kg diarios. El estudio confirma que la arveja forrajera se puede usar en altos niveles en la dieta de vacas lecheras y que es capaz de sustentar altos niveles de producción.

Tabla 4 Efectos de la sustitución de proteína de soya por proteína de arveja forrajera sobre la producción de leche e ingesta de materia seca en vacas lecheras en lactancia tardía (Khorasani et al., 2001)

Rendimiento	Proteína de arveja forrajera			
	0%	33%	67%	100%
Producción lechera, kg/día	20,7	22,0	21,4	21,7
PCMG 4%, kg/día	20,2	21,8	21,9	20,7
Ingesta materia seca, kg/día	21,2	21,5	21,9	21,6

Tabla 5 Efectos de la administración de arveja forrajera cruda y micronizada sobre los niveles productivos de vacas lecheras (Jackman, 2000)

Parámetro	Control	Arveja forrajera cruda	Arveja forrajera extruída
Ingredientes, %			
Cebada	64,3	48,4	48,4
Harina de soya	13,1	9,0	9,0
Harina de canola	13,1	13,1	13,1
Arveja forrajera cruda	0	20,0	0
Arveja forrajera micronizada	0	0	20,0
Nutrientes, %			
Proteína cruda	17,5	16,7	17,4
FDA	21,5	21,1	20,8
FDN	40,6	39,2	38,4
Rendimiento			
Ingesta materia seca, kg	27,5	27,2	28,1
Producción lechera, kg	40,8	41,1	40,8
PCMG 3.5%, kg	43,1	43,3	41,8
Proteína, %	3,13	3,14	3,13

LA ARVEJA FORRAJERA EN LA DIETA DEL GANADO VACUNO

Petit et al. (1997) estudiaron los resultados de procesar la arveja forrajera con métodos de extrusión, confirmando que en dietas a base de ensilaje de pasto y maíz el nivel de producción lechera se mantiene alto (Tabla 6).

Tabla 6 Efectos de la administración de arveja forrajera cruda y extruída sobre los niveles productivos de vacas lecheras (Petit et al., 1997)

Parámetro	Control	Arveja forrajera cruda	Arveja forrajera extruída
Ingrediente, %			
Ensilaje de pasto	43,0	40,2	40,2
Maíz	46,4	33,6	33,6
Harina de soya	8,2	3,5	3,5
Arveja forrajera cruda	0	20,2	0
Arveja forrajera extruída	0	0	20,2
Nutrientes, % materia seca			
Proteína cruda	16,4	16,9	14,9
FDA	25,0	23,4	21,8
FDN	42,1	40,3	35,7
Rendimiento			
Ingesta materia seca, kg	19,1	20,6	20,3
Producción lechera, kg	33,8	34,3	33,6
PCMG 4%, kg	31,1	30,6	30,0
Proteína, %	2,96	2,97	3,06

Consideraciones prácticas de alimentar el ganado vacuno con arveja forrajera

Tanto los estudios como la experiencia práctica demuestran que la arveja forrajera puede ser un ingrediente muy eficaz en la dieta de rumiantes. El producto debe procesarse

previamente para potenciar la digestibilidad de los nutrientes, aun cuando en la mayoría de los casos bastará simplemente con molerlo en un molino de martillo. Dado que los niveles de degradación ruminal de la proteína y el almidón de la arveja forrajera son distintos a los de las gramíneas y otras fuentes comunes de aporte proteico, está claro que la arveja forrajera cumple un papel muy eficaz en la mezcla dietética total, haciendo un aporte proteico y energético escalonado al rumen.

LA ARVEJA FORRAJERA EN LA DIETA DEL GANADO VACUNO

Niveles recomendables de inclusión de arveja en dietas vacunas

Tabla 7

Animal	Nivel de arveja recomendable, %
Carne	25
Leche	25

Referencias

Aguilera, J.F., M. Bustos and E. Molina. 1992. The degradability of legume seed meals in the rumen: effect of heat treatment. *Anim. Feed Sci. Tech.* 36: 101-112.

Anderson, V.L. 1999. Field peas in creep feed for beef calves. NDSU Carrington Research Extension Centre Beef and Bison Field Day Proceedings. 22: 1-4.

Birkelo, C.P., B.D. Rops and B.J. Johnson. 1999. Field peas in finishing cattle diets and the effect of processing. 39th Annual Progress Report. SE South Dakota Experiment Farm. South Dakota State University.

Corbett, R.R., E.K. Okine and L.A. Goonewardene. 1995. Effects of feeding peas to high-producing dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* 75: 625-629.

de Boer, G., R.R. Corbett and J.J. Kennelly. 1991. Inclusion of peas in concentrates for young calves. 70th Annual Feeders Day Report. University of Alberta. p. 41.

Focant, M., A. Van Hoecke and M. Vanbelle. 1990. The effect of two heat treatments (steam flaking and extrusion) on the digestion of *Pisum sativum* in the stomachs of heifers. *Anim. Feed Sci. Tech.* 28: 303-313.

Goelema, J.O., A. Smits, L.M. Vaessen and A. Wermmers. 1999. Effects of pressure toasting, expander treatment and pelleting on in vitro and in situ parameters of protein and starch in a mixture of broken peas, lupins and faba beans. *Anim. Feed Sci. Tech.* 78: 109-126.

Khorasani, G.R., E. Okine, R.R. Corbett and J.J. Kennelly. 2001. Nutritive value of peas for lactating dairy cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 81: 541-551.

Jackman. 2000. The use of peas in dairy rations. Christensen, D.A. and A. Mustafa. 2000. *Advances in Dairy Technology.* 12: 293-302.

Lindberg, J.E. 1981. The effect of basal diet on the ruminal degradation of dry matter, nitrogenous compounds and cell walls in nylon bags. *Swedish J. Agric. Res.* 11: 159-169.

NRC. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle.* 7th Rev. Ed.. National Acad. Press, Washington D.C.

Petit, H.V., R. Rioux and D.R. Ouellet. 1997. Milk production and intake of lactating cows fed raw or extruded peas. *J. Dairy Sci.* 80: 3377-3385.

Robinson, P.H. and R.E. McQueen. 1989. Non-structural carbohydrates in rations for dairy cattle. *Proceedings of the Western Canadian Dairy Seminar.* pp. 153-167.

Walhain, P., M. Foucant and A. Thewis. 1992. Influence of extrusion on ruminal and intestinal disappearance in sacco of pea (*Pisum sativum*) proteins and starch. *Anim. Feed Sci. Tech.* 38: 43-55.

LA ARVEJA FORRAJERA EN DIETAS ESPECIALES



Ovinos

Diversos estudios sobre el ganado ovino confirman que la arveja forrajera se digiere de forma muy eficiente y que sustenta excelentes niveles de rendimiento. Purroy et al. (1992) determinaron que la digestibilidad de la materia seca en la arveja forrajera adicionada a la dieta de corderos de entre 6 y 25 semanas de edad alcanzaba al 80% aproximadamente. En la Universidad de Dakota del Norte (Loe et al., 2001) se realizó una serie de pruebas con corderos de entre 30 y 65 kg de peso, lográndose excelentes rendimientos con niveles de hasta un 45% de inclusión de arveja. Los resultados se muestran en la Tabla 1. Para este estudio se utilizó arveja forrajera laminada en seco con rodillo, con una dieta a base de maíz laminado.

Tabla 1 Utilización de arveja forrajera en la dieta de corderos (Loe et al., 2001)

Parámetro	Control	Arveja forrajera		
		15%	30%	45%
Peso inicial, kg	33,5	34,3	32,8	35,0
Peso final, kg	61,3	64,3	62,7	65,7
Ingesta materia seca, kg	1,59	1,66	1,55	1,62
Aumento peso diario, kg	0,31	0,34	0,34	0,34
Forraje/aumento	5,08	4,87	4,58	4,69

Cunicultura

La arveja forrajera se ha incorporado a la dieta de conejos de engorda y reproducción (Seroux, 1984, 1988), lográndose excelentes resultados a los niveles máximos de inclusión evaluados (20% a 30%).

Acuicultura

La arveja forrajera está ganando cada vez más aceptación como ingrediente de las dietas acuícolas. En general constituye una fuente proteica y energética muy económica, en especial para especies que necesitan un aporte proteico y energético de nivel intermedio. Por ejemplo, tiende a ser más útil para bagres, tilapia y camarones que para truchas y salmones. En la gran mayoría de las especies acuícolas, el tratamiento por calor mejora ostensiblemente la digestibilidad de los nutrientes.

En el caso de la trucha se ha demostrado que el tratamiento con calor eleva la digestibilidad proteica del 84% al 87% y la digestibilidad energética del 43% al 53% (Pfeffer et al., 1995). Burel et al. (2000) confirmaron una digestibilidad energética similar (69%) en la dieta de truchas. Estos valores no son particularmente elevados en comparación con la digestibilidad energética de otros animales. La trucha y el salmón poseen una capacidad limitada para digerir y metabolizar el almidón, lo cual hace que la utilidad de la arveja forrajera en las dietas de salmónidos sea limitada. Carter y Hauler (2000) demostraron que el concentrado proteico de arveja forrajera (libre de almidón) poseía altos valores de digestibilidad en dietas extruidas administradas a salmón del Atlántico.

Allen et al. (2000) y Booth et al. (2001) observaron que la arveja forrajera en la dieta de la perca blanca mostraba valores de digestibilidad similares a los de otros ingredientes comunes y que el descascarillado mejoraba la digestibilidad proteica.

LA ARVEJA FORRAJERA EN DIETAS ESPECIALES

En dietas para camarones, la extrusión o micronización en caliente mejora la digestibilidad de los nutrientes (Cruz-Suárez et al., 2001). La micronización eleva la digestibilidad proteica del 77% al 84%, en tanto que la extrusión eleva la digestibilidad del 77% a un 82%. Asimismo, la extrusión o micronización potencian el coeficiente de crecimiento y la eficiencia de conversión del alimento (Davis et al., 2002), lo cual justifica el gasto del tratamiento con calor. La inclusión de arveja forrajera al 25% en dietas de camarones es capaz de sustentar excelentes crecimientos y rendimientos en general.

La información que existe no es suficiente para efectuar recomendaciones de tipo general sobre utilización y niveles de arveja forrajera en las dietas acuícolas. Existen algunos antecedentes de alcance limitado en torno a la digestibilidad de los nutrientes y métodos más eficaces de procesamiento. Es decir, los niveles de inclusión recomendados en la Tabla 2 son muy tentativos.

Niveles recomendables de inclusión de arveja en dietas especiales

Tabla 2

Animal	Nivel de arveja recomendable, %
Ovinos	45
Conejos	30
Salmónidos	15
Otros peces	25
Camarones	25

Referencias

Allen, G.L., S. Parkinson, M.A. Booth, D.A.J. Stone, S.J. Rowland, J. Frances and R. Warner-Smith. 2000. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus* I. Digestibility of alternative ingredients. *Aquaculture*. 186: 293-310.

Booth, M.A., G.L. Allen, J. Frances and S. Parkinson. 2001. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus* IV. Effects of dehulling and protein concentration on digestibility of grain legumes. *Aquaculture*. 196: 67-85.

Burel, C., T. Boujard, F. Tulli and S.J. Kaushik. 2000. Digestibility of extruded peas, extruded lupins, and rapeseed meal in rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) and turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture*. 188: 285-298.

Carter, C.G. and R.C. Hauler. 2000. Fish meal replacement by plant meals in extruded feeds for Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture*. 185: 299-311.

Cruz-Suarez, L.E., D. Ricque-Marie, M. Tapia-Salazar, I.M. McCallum and D. Hickling. 2001. Assessment of differently processed feed pea (*Pisum sativum*) meals and canola meal (*Brassica* sp.) in diets for blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*). *Aquaculture*. 196: 87-104.

Davis, D.A., C.R. Arnold and I. McCallum. 2002. Nutritional value of feed peas (*Pisum sativum*) in practical diet formulations for *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*. 8: 87-94.

Loe, E.R., M.L. Bauer, G.P. Lardy, J.S. Caton and P.T. Berg. 2001. Field pea (*Pisum sativum*) inclusion in corn-based lamb finishing diets. In *Feeding Field Peas to Livestock*. North Dakota State University. 2002. p. 26.

Pfeffer, E., S. Kinzinger and M. Rodehutschord. 1995. Influence of the proportion of poultry slaughter by-products and of untreated or hydrothermally treated legume seeds in diets for rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss*, (Walbaum), on apparent digestibilities of their energy and organic compounds. *Aquaculture Nutrition*. 1: 111-117.

Purroy-A, J-Surra, F-Munoz, E-Morago. 1992. Use of seed crops in the fattening diets for lambs: III. Pea seeds. *ITEA,-Producción-Animal*. 1992, 88A: 63-69.

Seroux, M. 1984. Utilization des proteagineux par le lapin a l'engraisement. 3eme Congres Mondial de Cuniculture. Roma. pp. 376-383.

Seroux, M. 1988. Spring peas as a source of protein for doe rabbit. 4th Congress of the World Rabbit Science Association. Budapest. 3: 141-147.

VENTAJAS ECONÓMICAS DE LA DIETA ANIMAL A BASE DE ARVEJA FORRAJERA



Comparar la composición nutricional de la arveja forrajera respecto del maíz y la harina de soya (Tabla 1) es útil en tanto que estos ingredientes son los más comúnmente desplazados por la arveja forrajera en las dietas animales, muy especialmente en las dietas porcinas. En consecuencia, una comparación nos permite sopesar el valor económico relativo de la arveja forrajera y sus nutrientes más importantes. La arveja es una excelente fuente energética para porcinos y rumiantes. De la arveja ya hemos destacado sus altos valores energéticos relativo a los ingredientes proteicos, cuestión que queda de manifiesto al compararla con la harina de soya como fuente energética en porcinos (Tabla 1). En el caso de las aves de corral, la arveja forrajera constituye una fuente energética moderada que contiene niveles proteicos moderados, es extremadamente alta en lisina y baja en aminoácidos sulfúricos. La digestibilidad de sus aminoácidos es alta y se ubica en un punto medio entre las gramíneas y la harina de soya.

Tabla 1 Aporte nutricional de la arveja forrajera, el maíz y la harina de soya

Nutriente	Arveja forrajera	Maíz	Arveja forrajera % maíz	Harina de soya	Arveja forrajera % harina de soya
Proteína cruda, %	23,0	8,8	260	46,0	50
Almidón, %	46,0	61,9	74	5,2	880
EN aves, kcal/kg	2600	3350	78	2455	106
ED, kcal/kg	3485	3500	99	3550	98
EN porcinos, kcal/kg	2450	2690	91	2030	121
NDT rumiantes, %	78,0	77,0	101	78,0	100
EN lact., Mcal/kg	1,81	1,77	102	1,81	100
Proteína no degradable en el rumen, %	22	50	44	35	63
Lisina, %	1,67	0,21	795	3,06	55
Digestibilidad lisina aves, %	87	82	106	91	96
Digestibilidad lisina porcinos, %	84	72	117	89	94
Metionina + cistina, %	0,50	0,30	167	1,42	35
Treonina, %	0,84	0,34	247	1,90	44

Al agregar arveja forrajera a la dieta, el espacio que ocupa desplaza a granos (maíz) y proteínas (harina de soya). Como se señaló anteriormente, la arveja forrajera normalmente reemplaza al grano en una proporción aproximada de 2/3 y a los suplementos proteicos en 1/3 aproximadamente. Así, la regla 2/3-1/3 nos permite obtener un cálculo rápido del valor económico de la arveja forrajera:

(Precio del maíz X 67%) + (precio de la harina de soya X 33%) = Punto en el cual la arveja forrajera pasa a ser económica.

Por ejemplo, si la tonelada de maíz cuesta \$100 y la tonelada de harina de soya cuesta \$200, según nuestra fórmula el precio económico aproximado de la arveja forrajera en el equivalente de $(\$100 \times 67\%) + (\$200 \times 33\%) = \$67 + \$66 = \$133$ la tonelada. Considerando que éste es el nivel normal de precios del maíz y la harina de soya, queda de manifiesto que cerca de la mitad del valor de la arveja forrajera proviene de su aporte energético y la otra mitad de su aporte proteico.

TABLAS DE COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA ARVEJA FORRAJERA

Componente	Promedio
Humedad, %	10,0
Proteína cruda (N x 6.25), %	23,0
Proteína no degradable en el rumen, %	22
Aceite, %	1,4
Almidón, %	46,0
Ceniza, %	3,3
Fibra cruda, %	5,5
Polisacáridos no almidonosos, %	12,5
Oligosacáridos, %	5,0
Pared celular insoluble, %	12,5
Fibra detergente ácida, %	8,2
Fibra detergente neutra, %	16,7
Lignina, %	0,5
Inhibidores de la tripsina, IAT/mg	3,5
Ácido fítico, %	1,2

Mineral	Promedio
Calcio, %	0,11
Fósforo, %	0,39
P libre, %	0,15
Sodio, %	0,04
Cloro, %	0,05
Potasio, %	1,02
Sulfuro, %	0,20
Magnesio, %	0,12
Cobalto, mg/kg	133
Cobre, mg/kg	9
Hierro, mg/kg	65
Manganeso, mg/kg	23
Molibdeno, mg/kg	0,8
Zinc, mg/kg	23
Selenio, mg/kg	0,38

Vitamina	Volumen, mg/kg
Biotina	0,15
Colina	547
Ácido fólico	0,2
Niacina	31
Ácido pantoténico	18,7
Piridoxina	1,0
Riboflavina	1,8
Tiamina	4,6
Vitamina E	0,2

TABLAS DE COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA ARVEJA FORRAJERA

Aminoácido	Total, %	Digestibilidad verdadera en porcinos, %	Digestibilidad verdadera en aves, %
Arginina	2,31	90	90
Cistina	0,22	79	74
Histidina	0,72	89	87
Isoleucina	1,10	85	84
Leucina	1,80	86	86
Lisina	1,67	88	87
Metionina	0,28	84	82
Metionina + cistina	0,50	82	78
Fenilalanina	0,98	87	86
Treonina	0,84	83	83
Triptófano	0,19	81	82
Valina	1,05	83	81

Animal	Tipo de energía	Valor promedio
Pollo adulto	EMAn, kcal/kg	2600
	EMVn, kcal/kg	2640
Cerdo en engorda	ED, kcal/kg	3485
	EM, kcal/kg	3240
	EN, kcal/kg	2450
Ganado vacuno	NDT, %	78
	ED, Mcal/kg	3,47
	EM, Mcal/kg	3,08
	EMN, Mcal/kg	1,95
	NEG, Mcal/kg	1,33
	LEN, Mcal/kg	1,81

Guía de la arveja canadiense para la industria forrajera

Pulse Canada
1212-220 Portage Avenue
Winnipeg, Manitoba
Canada R3C 0A5
Phone: (204) 925-4455
Fax: (204) 925-4454
Correo elec.: office@pulsecanada.com
www.pulsecanada.com

Copyright © Pulse Canada, 2003
Impreso en Canadá

