

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**LA MOLINA**  
**FACULTAD DE ZOOTECNIA**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN**



**DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD Y ENERGÍA  
DIGESTIBLE DE LA PAPIKA DE DESCARTE (*Capsicum annum*)**

**Presentado por**

**GUSTAVO ADOLFO MARTIN GUERRERO TORRES**

**TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR EL TÍTULO DE:  
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**Lima – Perú**

**2017**

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1.	USO DE PÁPRIKA.....	3
2.1.1	NOMBRE, ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DE LA PÁPRIKA.....	3
2.1.2	VARIETADES.....	4
2.1.3	COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE PAPIKA POR CADA 100 G.....	5
2.1.4	ESPECIFICACIONES Y USOS.....	6
2.1.5	ESTACIONALIDAD DE LA COSECHA.....	6
2.1.6	SUPERFICIE DE AJÍ PAPIKA SEMBRADA EN EL PERÚ.....	9
2.1.7	PRODUCCIÓN DE AJÍ PÁPRIKA EN EL PERÚ.....	10
2.1.8	PRODUCCIÓN POR DEPARTAMENTOS.....	11
2.1.9	RENDIMIENTO.....	12
2.2.	PLANTA DE PAPIKA.....	13
2.2.1	TAXONOMÍA.....	15
2.2.2	CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS Y AGRONÓMICAS.....	15
2.2.3	VALOR NUTRICIONAL DE LA PÁPRIKA.....	18
2.3.	FACTORES ANTINUTRICIONALES DE LA PÁPRIKA.....	24
2.4.	DIGESTIBILIDAD Y DIGESTIBILIDAD APARENTE.....	25
2.4.1	FUNDAMENTOS Y FACTORES QUE AFECTAN LA DIGESTIBILIDAD.....	25
2.4.2	ENSAYO DE DIGESTIBILIDAD.....	29
2.5.	ENERGÍA BRUTA Y ENERGÍA DIGESTIBLE APARENTE.....	29
2.6.	FISIOLOGÍA DIGESTIVA Y REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DEL CUY.....	30
2.6.1	ASPECTOS FISIOLÓGICOS DEL CUY.....	30

2.6.2	NECESIDADES NUTRITIVAS DEL CUY .....	32
2.7.	UTILIZACIÓN DE LA PAPRIKA EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL .....	37
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	38
3.1.	LUGAR Y FECHA DE ESTUDIO .....	38
3.2.	INSTALACIONES Y EQUIPOS .....	39
3.3.	ANIMALES EXPERIMENTALES .....	40
3.4.	DIETAS EXPERIMENTALES .....	41
3.5.	PÁPRIKA EN ESTUDIO .....	43
3.6.	PRUEBA DE CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD .....	43
3.7.	ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL .....	46
3.8.	CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD .....	47
3.9.	ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA DIGESTIBLE .....	47
3.10.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	48
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	49
4.1.	DIGESTIBILIDAD DE LA PAPRIKA .....	49
4.2.	ENERGÍA DIGESTIBLE DE LA PÁPRIKA SECA .....	51
V.	CONCLUSIONES .....	52
VI.	RECOMENDACIONES .....	53
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	54
VIII.	ANEXOS .....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Composición nutricional de <i>Capsicum annum</i> por cada 100gr. (SIICEX, 2015) .....	5
<b>Tabla 2</b> Composición promedio del valor nutricional de <i>Capsicum annum</i> .....	19
<b>Tabla 3.</b> Valores de digestibilidad de diferentes alimentos en el cuy.....	26
<b>Tabla 4</b> Energía digestible de diferentes alimentos en el cuy.....	30
<b>Tabla 5.</b> Contenido de nutrientes recomendados por el NRC para la alimentación de cuyes en crecimiento (base fresca) .....	33
<b>Tabla 6.</b> Estándares nutricionales para cuyes mejorados en crecimiento explotados en régimen intensivo (base fresca).....	34
<b>Tabla 7.</b> Composición porcentual de los ingredientes y valor nutritivo calculado de la dieta basal (tal como ofrecido).....	41
<b>Tabla 8.</b> Análisis químico proximal y energético de la dieta basal .....	42
<b>Tabla 9.</b> Análisis químico proximal y energético de la dieta experimental (60 % dieta basal y 40% paprika molida) .....	42
<b>Tabla 10.</b> Análisis químico proximal y energético del fruto seco de la Paprika .....	44
<b>Tabla 11.</b> Coeficientes de digestibilidad aparente del fruto de Paprika seca (base seca)...	50

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Anatomía de la Paprika (Nuez et al., 1996) .....	13
Figura 2. Estructuras comunes de: a) capsaicinoides b) capsinoides .....	22
Figura 3. Ruta de la biosíntesis de los capsaicinoides .....	23
Figura 4: Paprika Parcialmente seca.....	38
Figura 5: Molienda de la Paprika .....	39
Figura 6: Alimento mezclado (60% SPT y 40% Paprika).....	39
Figura 7: Jaula metabólica.....	40
Figura 8: Colección de Heces .....	45
Figura 9: Rotulado de Heces .....	45
Figura 10; Muestra de Heces .....	46
Figura 11 Método de Kjeldahl.....	46

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Análisis Químico Proximal Porcentual del Subproducto de Trigo, Paprika y Mezcla SPT (60%) Con Paprika Molida (40%).....	64
Anexo 2: Análisis Químico Proximal de las Heces (Base Seca).....	65
Anexo 3: Cantidad de Subproducto de Trigo (SPT) Ingerido por Cuy (Base Seca).....	67
Anexo 4: Cantidad de Heces Excretadas de los Animales Alimentados con Subproducto de Trigo (Base Fresca y Base Seca) .....	69
Anexo 5: Nutrientes Ingeridos y Nutrientes Excretados del Alimento Basal (Subproducto de Trigo) ( Base Seca).....	71
Anexo 6: Coeficiente de Digestibilidad del Alimento Basal Subproducto de Trigo (SPT).....	72
Anexo 7: Cantidad de Mezcla Paprika + SPT Ingerido por Cuy (Base Seca) .....	73
Anexo 8: Cantidad de Heces Excretadas de los Animales Alimentados con la Mezcla Paprika + Afrecho (Base Fresca y Base Seca) .....	75
Anexo 9: Nutrientes Ingeridos y Nutrientes Excretados de la Mezcla Paprika + SPT (Subproducto de Trigo) (Base Seca).....	77
Anexo 10: Coeficiente de Digestibilidad de la Mezcla Paprika y Subproducto de Trigo (SPT) .....	78
Anexo 11: Coeficiente de Digestibilidad de la Paprika.....	79
Anexo 12 Energía Digestible del Alimento Basal (Subproducto de Trigo) (Base Seca).....	80
Anexo 13: Energía Digestible de la Mezcla (Paprika y Subproducto de Trigo) (Base Seca).....	81
Anexo 14: Energía Digestible de la Paprika (Base Seca).....	82
Anexo 15: Porcentaje de Nutrientes Digestibles y Nutrientes Digestibles Totales (NDT) del Fruto de Paprika (Base Seca) .....	83

## I. INTRODUCCIÓN

La producción de animales menores como el Cuy (*Cavia porcellus*) cobra cada vez mayor interés en nuestro país, por ser un animal prolífico, precoz, con un manejo fácil, alto valor nutricional y sobre todo mucha rusticidad. A su vez se tienen estudios que concluyen que existe una alta demanda de esta carne en nuestro mercado que aún no ha sido explotada, así también los precios en los que fluctúa esta carne es siempre alto, por tanto esto favorece a que más personas puedan introducirse en esta crianza y finalmente la comercialicen ya sea en el mercado nacional o tal vez en el internacional, por lo anteriormente dicho, todos estos factores convierten a dicha especie en una muy llamativa, atractiva y rentable para que uno pueda empezar a desarrollar esta actividad de crianza.

Sin embargo, no todo es positivo, un factor en contra es el suministro de forraje diario y para esto uno debería contar con producción propia, esto sería lo ideal para llevar a cabo una crianza con esta especie, puesto que comprar forraje solo causaría elevar nuestros costos productivos.

Por lo tanto, siguiendo esta línea de optimización, se deben minimizar los costos de producción para que se pueda llegar a tener un precio competitivo respecto a otras especies y así también pueda llegar a más consumidores. Por todo lo dicho anteriormente necesitamos probar alimentos no convencionales, subproductos, descartes o no usados aun en esta especie, necesitamos conocer su valor nutricional y realizar pruebas nutricionales con estos animales, para poder tener una ventaja competitiva frente al resto ya sea en la parte económica mediante un costo de alimento más bajo o tal vez mediante un alimento que sea muchísimo más digestible que los ya conocidos por todos y usarlo como un suplemento en el alimento. Es así que se elige a la Paprika como ingrediente para caracterizarlo y evaluarlo en la alimentación de estos, por su alto contenido de proteína y un altísimo contenido de Vitamina C.

El objetivo del presente trabajo es: determinar los coeficientes de digestibilidad y estimar la energía digestible de la paprika (*Capsicum annuum*) a través de ensayos de digestibilidad *in vivo* en cuyes.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. USO DE PÁPRIKA

La páprika constituye uno de los alimentos naturales empleados con más profesión puesto que es utilizada como condimento y también como colorante ya que posee la capacidad de modificar el color, sabor, mejorar el aspecto y conferir características particulares a los alimentos. En cuanto a sus derivados tecnológicos como colorantes, los tenemos en una gran variedad de productos, por citar algunos; derivados cárnicos, salsas, bebidas refrescantes, entre otros más.

La Páprika seca y molida es de igual forma un aderezo y un ingrediente saborizante, desde la década de los 50, los primeros extractos de páprika fueron producidos por la industria alimenticia en respuesta a la demanda por su:

- Color consistente y fuerte.
- Calidad microbiológica superior.
- Reducido espacio de almacenaje.
- Larga vida de anaquel.
- Compatibilidad con otras especias y extractos colorantes.

En la actualidad se promueve una política de preservación del medio ambiente, además la tendencia organoléptica al uso de colorantes naturales a nivel mundial es cada vez mayor, gracias a esto el nivel de reemplazo de la paprika por los colorantes artificiales es cada vez mayor.

#### 2.1.1 NOMBRE, ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DE LA PÁPRIKA

El nombre científico del ají paprika es *Capsicum annuum*. Su nombre tiene aparentemente origen en la palabra Greco-Latina Peperi-Piper.

Existen vestigios que muestran la antigüedad de los ajíes en el Perú según el investigador Junius Bird se hallaron restos de ajíes en Huaca Prieta, yacimiento arqueológico que data del año 2500 A.C. y se ubica en el departamento de la Libertad. América es considerada el centro de origen del ají páprika. Se dice que fue sembrado en diversos lugares de Sudamérica, para

luego difundirse por América del Norte, antes de la llegada de los europeos. Algunos autores han opinado que podría haber sido nativo de la India. Sin embargo, la historia dice que el ají paprika se remonta desde Cristóbal Colón quien ofrendó a los Reyes Católicos en 1493 esta planta y su exótico fruto traídos del Nuevo Mundo.

Uno de los países que más ha desarrollado la Páprika desde su aparición a mediados del siglo XVI ha sido Hungría. Su desarrollo como un cultivo a gran escala se remonta a fines del siglo XVIII.

### 2.1.2 VARIEDADES

Las variedades de Páprika cultivadas actualmente en Perú, son las siguientes:

- Papri King
- Papri Queen
- Sonora

**Papri King:** El fruto producido por esta variedad tiene una longitud promedio de 15.2 a 20.3 cm. El fruto es de paredes delgadas con un excelente color rojo y bajos niveles de capcicina (picante) en la mayoría de las condiciones de cultivo. El secado no requiere mayor esfuerzo. Papri King alcanza niveles ASTA 220/280 u.

**Papri Queen:** Produce frutos de paredes delgadas, de largo ligeramente menor que Papri King pero de hombro mucho más ancho; de buena capacidad de secado. Alcanza niveles ASTA 200/300 u con menos de 500 grados Scoville.

**Sonora:** Pimiento tipo Anaheim, está caracterizado por excelentes cosechas de frutos grandes y uniformes. Produce frutos de 20.3 x 3.8 cm. con dos celdas lisas y de paredes gruesas. Es una planta erecta, de tamaño mediano y precoz. El fruto es rojo oscuro en su madurez y alcanza muy altos niveles ASTA Es excelente para procesamiento con 300 a 600 Scoville (una forma de medida para ver la cantidad de picante que contiene el producto).

### 2.1.3 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE PAPRIKA POR CADA 100 G

**Tabla 1:**

Composición nutricional de Capsicum annuum por cada 100gr. (SIICEX, 2015)

NUTRIENTE	VALOR POR 100 g
<b>Proximales</b>	
Agua	9,54 g
Energía	289 Kcal
Energía	1.209 KJ
Proteínas	14,76 g
Total lípidos (grasa)	12,95 g
Ceniza	7,02 g
Carbohidratos, por diferencia	55,74 g
Fibra, total dieta	37,4 g
Azúcares totales	10,34 g
Sacarosa	0,81 g
Glucosa (dextrosa)	2,63 g
Fructosa	6,71 g
Galactosa	0,19 g
<b>Minerales</b>	
Calcio, Ca	177 mg
Hierro, Fe	23,59 mg
Magnesio, Mg	185 mg
Fósforo, P	345 mg
Potasio, K	2.344 mg
Sodio, Na	34 mg
Zinc, Zn	4,06 mg
Cobre, Cu	0,607 mg
Manganeso, Mn	0,843 mg
Selenio, Se	4,0 mcg
<b>Vitaminas</b>	
Vitamina C, total ácido ascórbico	71,1 mg
Tiamina	0,645 mg
Riboflavina	1,743 mg
Niacina	15,320 mg
Ácido pantoténico	1,780 mg
Vitamina B-6	4,020 mg
Folato, total	106 mcg
Biotina	7,1 mg
Vitamina A, IU	52.735 UI
Vitamina E (alpha-tocoferol)	29,83 mg
Vitamina K (floquinona)	80,3 mcg
<b>Lípidos</b>	
Ácido grasos, total saturados	2,100 g
12:00	0,230 g
14:00	0,520 g
16:00	0,960 g
18:00	0,330 g
Ácidos grasos, total monoinsaturados	1,230 g
18:1 Indiferenciados	1,110 g
Ácidos grasos, total poliinsaturados	8,320 g

## **2.1.4 ESPECIFICACIONES Y USOS**

Seca entera para mesa

- Características: Valorada por su buen tamaño (10-12 cm.) y buena apariencia.
- Coloración: no se requiere nivel de ASTA (\*) específico.
- Humedad máxima: 12% H.R
- Uso: Consumo directo.

(\*) American Spicetrade Association-ASTA. Parámetro que indica la intensidad de color a mayor graduación de ASTA, mayor intensidad de rojo.

Seca Prensada

- Características: entero
- Coloración: de 110 a 350 u ASTA (depende del uso una vez molido).
- Humedad máxima: 12% H.R
- Uso: sirve de materia prima en el procesamiento de páprika molida

Polvo Molido Características

- Coloraci3n: Como saborizante de 110 a 200 u ASTA Como oleoresina de+ de 250 ASTA
- Humedad máxima: 12% H.R.
- Uso: como saborizante y oleoresina

## **2.1.5 ESTACIONALIDAD DE LA COSECHA**

### **a) Estacionalidad de la cosecha en el Perú**

La cosecha peruana de aj páprika se produce todo el año por lo que hay disponibilidad permanente para la exportaci3n, el calendario de cosecha varía de acuerdo a la zona productora, así se tiene que los valles de Chiclayo, Chao, Vir y Santa, producen partir de enero. Despu complementan Ica, Tacna, Barranca y Arequipa y continúan Piura y Chiclayo.

La estacionalidad es distinta para cada departamento dependiendo de sus factores como clima, temperatura, etc. El Perú presenta ventajas comparativas en relaci3n a los principales productores y exportadores mundiales como México. El Páprika Peruano llega a los 230

ASTA, las variedades de Ají Páprika producidas en el Perú son: Papri King, Papri Queen y Sonora, producidas de forma continua durante el año, aunque con un pico de marzo a julio, lo que permite un suministro regular de producto recién procesado al mercado internacional, a diferencia de los principales países productores.

## **b) CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS**

Perú tiene una topografía compleja y una amplia variedad de microclimas, que oscilan de caluroso y seco en la costa del Pacífico a templado en los valles andinos, frío en las tierras altas y caliente y húmedo en la Amazonia. La variabilidad climática interanual en Perú está impulsada principalmente por el Niño/Oscilación Sur, así como por los movimientos del aire y las temperaturas del agua dentro y por encima de los océanos Pacífico y Atlántico. Las amenazas más importantes inducidas por esos fenómenos incluyen sequías, inundaciones y heladas, así como olas de frío y de calor y fuertes vientos. Las temperaturas han aumentado 0,2 °C por década durante los últimos 40 años en la mayor parte del territorio. El promedio de precipitaciones ha aumentado en la costa y en los Andes del norte y ha disminuido en la parte norte de la Amazonia.

El cultivo del Páprika se desarrolla favorablemente en climas tropicales y semi tropicales como los climas que tiene el Perú.

Como se ha mencionado anteriormente, una de las principales ciudades que se considera apropiada para la cosecha de páprika, tanto por el clima como por los espacios, es Ica.

Este departamento, cuenta con climas tropicales y semi tropicales que son los climas que se necesitan para la siembra de Páprika. Cabe añadir que la siembra del cultivo de páprika se desarrolla en los meses de agosto hasta noviembre y los meses de febrero, abril hasta mayo y el mes de julio; es decir, casi todo el año y el clima es apropiado para la cosecha de este producto.

Entonces por la intensidad del sol, el secado de la páprika se hace al natural, puesto que la temperatura es adecuada para este. Lo colocan en los cerros y lo dejan ahí. Esto brinda ventajas en cuanto a calidad con respecto a otros países que exportan páprika, que deben realizar el secado en hornos, restándole grados ASTA a sus productos.

### **c) Normas de calidad e inocuidad del Ají Páprika**

El método más aceptado internacionalmente que determina analíticamente la calidad del ají paprika está fijado por la American Spice Trade Association (ASTA), la cual establece los grados ASTA en base al color de la muestra.

Adicionalmente, es importante considerar los siguientes estándares de calidad para la exportación de páprika de mesa:

- Firmeza, es decir que no sea suave y evitar su excesivo secado.
- Bien formada, lo cual significa que no esté muy torcida, apretada o seriamente dañada.
- Buen color, significa que por lo menos el 90% de su superficie debe tener un color rojo de mediano a intenso, no debe predominar el color verde en el resto de la superficie.

Si bien la valoración en el mercado se determina por sus atributos organolépticos (sabor, olor) y por la presencia mínima de residuos tóxicos, la calidad del producto está dada fundamentalmente por la intensidad del color, la ausencia de impurezas (especialmente polvillo) y un adecuado grado de molienda.

Cuando la páprika es cultivada se divide en tres calidades, mesa, prensa y rescate. Para entender como ocurre esta división en el campo se propondrá un ejemplo. En el supuesto de que se cuente con una hectárea de campo, en donde se producen siete toneladas de páprika, la proporción de calidades para la primera cosecha sería de tres toneladas de mesa (43%), tres de prensa (43%) y una de rescate (14%) aproximadamente. Para las siguientes, la proporción de mesa se reduce casi a 0%; ya que, entre los tres mencionados, éste es el producto de mejor calidad visual y mayor precio en el mercado. La páprika de mesa es exportada en cajas, donde luego las empresas compradoras del producto solo disponen de empacarla en bolsas (principalmente) para su venta en mercados y supermercados. Una menor parte de este producto es usado para la producción de oleorresina, con demanda en diversos países. La páprika de prensa es usada para producir el producto en polvo, mediante un proceso de molido, con el que muchas empresas del país no cuentan. Parte de este producto molido es vendido a otras industrias, como por ejemplo la de embutidos, en donde utilizan la páprika molida mezclada con otras especias como insumo. La otra parte es

venta como producto final en casi todo el mundo. Finalmente se encuentra la de descarte; que, al ser un producto de muy baja calidad, tiene dos usos principales. Es usado para ser mezclado con el producto de prensa a moler en proporciones que no afecten la calidad del producto final y para su venta en el mercado local.

### 2.1.6 SUPERFICIE DE AJÍ PAPRIKA SEMBRADA EN EL PERÚ

El área total del cultivo de paprika en el Perú para el año 2010, se estima en 20,100

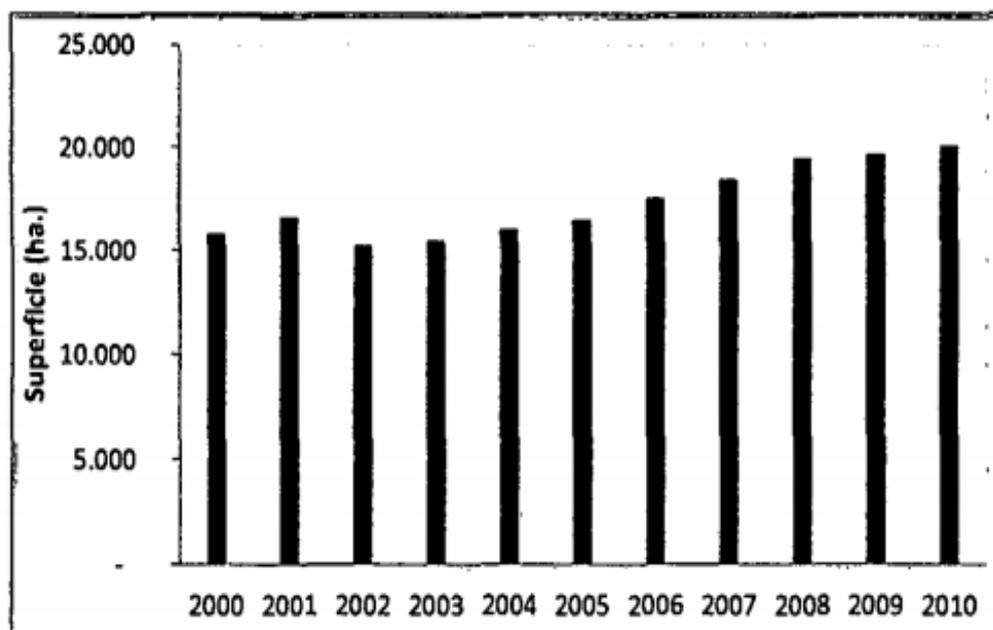
hectáreas, según fuente de la Dirección General de Información Agraria del Ministerio de Agricultura. (Campaña agrícola del año 2010).

La época de siembra de la páprika en la zona norte (Desde Tumbes a Chao-Vir) se realiza de marzo a junio, mientras que, en la zona de la costa central comprendida entre Chimbote a Cañete, la siembra se realiza desde agosto a diciembre, ya que necesita una temperatura de 20 a 25 C para que sea tima la siembra. Finalmente, en la zona Sur (desde Cañete a Tacna), la siembra se realiza en los meses de Julio a octubre. En el gráfico N 01 podemos observar las superficies de aj paprika sembrada en el Perú durante los años 2000-2010.

**Gráfico 1.**

*Superficie (ha) de Aj Páprika sembrada en el Perú entre 2000-2010.*

*(MINAGRI, 2012)*



### **2.1.7 PRODUCCIÓN DE AJÍ PÁPRIKA EN EL PERÚ**

La paprika ha sido introducida en la década del 90 como cultivo de exportación utilizando semillas importadas. Actualmente, ya se siembran miles de hectáreas en diversas regiones agrarias de la costa peruana, desde Tacna hasta Piura. Los departamentos con mayores áreas de producción son Tacna, Arequipa, Moquegua, Ica, Lima, La Libertad, Lambayeque y Piura.

En cuanto a la caracterización de la producción de tierras utilizadas que disponen para el cultivo, el tamaño de hectáreas que disponen para el cultivo de ají paprika se encuentra como mínimo, menos de 40 hectáreas y 200 hectáreas como máximo.

En relación a las variables de producción (costos de producción, materia prima, mano de obra, etc.) estas pueden variar dependiendo del clima y de las diferentes zonas y/o regiones de producción del Perú.

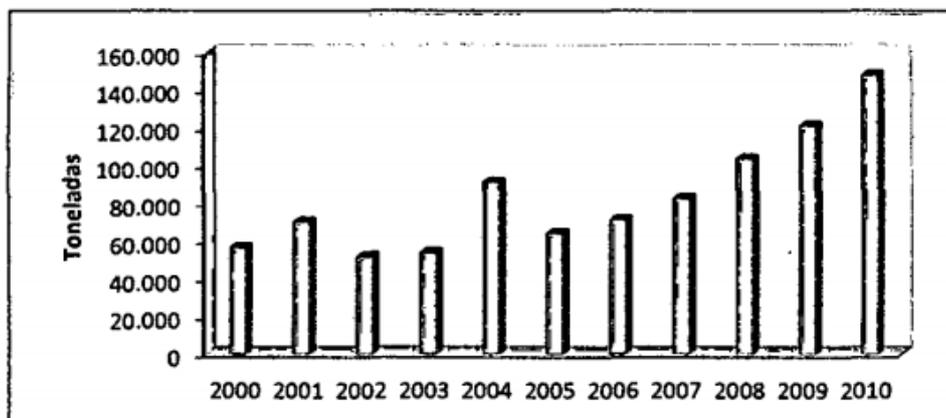
El aumento de la producción nacional ha sido consecuencia del rápido crecimiento de la demanda internacional unido a la ventaja comparativa que tiene nuestro país dada las condiciones climáticas favorables que permiten cosechas constantes a lo largo del año, dependiendo de la zona de producción.

Por otra parte, el Perú, por su condición de país andino es beneficiario de la Ley de Preferencias Arancelarias del Sistema Generalizado de Preferencia (SGP), programa que otorga condiciones preferenciales a los productos exportados por la Comunidad Andina hacia la Unión Europea. Por esta razón, las exportaciones de páprika (en sus diversas presentaciones) hacia este mercado están exentas del pago de derechos arancelarios.

En el grafico N° 02 se puede observar que la producción nacional de ají paprika ha tenido un crecimiento sostenido en los años 2005 al 2010; y en los años 2000 al 2004 existen fluctuaciones, llegando a producir en el año 2000 un total de 56,690 toneladas métricas; mientras que en el año 2010 se llegó a producir 147,936 toneladas métricas de ají paprika. Por otra parte, el inicio del cultivo de páprika en el Perú, se realizó en la zona de Villacuri, en el departamento de Ica, en el año 1994. Esta nueva situación fue impulsada por España, productor tradicional de este ají dulce y uno de sus mayores consumidores.

**Gráfico 2.**

*Producción de Ají Paprika (tn) en el Perú entre 2000-2010 (MINAGRI, 2012)*



### 2.1.8 PRODUCCIÓN POR DEPARTAMENTOS

El ají páprika se produce hasta los 2,000 msnm, en quebradas y/o valles interandinos, aunque las condiciones óptimas se encuentran por debajo de los 1,000 msnm.

Las zonas de producción más comunes a lo largo de la costa peruana son las siguientes: Piura, Motupe, Olmos, Chao, Vir, Chimbote, Huarmey, Barranca, Supe, Huacho, Huaral, Huaura, Sayán, Canete, Chincha, Ica, Nazca, Arequipa, Moquegua y Tacna.

En el cuadro 1 se puede observar la producción nacional de aj paprika por departamentos en los años 2005 - 2010.

**Cuadro 1.**

*Producción nacional de aj paprika por departamentos entre los años 2005 – 2010 (MINAGRI, 2012)*

DEPARTAMENTO	2005	2006	2007	2008	2009	2010
AREQUIPA	17,584	18,436	20,100	25,200	27,230	32,450
LIMA	14,812	15,290	15,490	17,190	20,290	22,820
ICA	10,547	13,350	13,290	16,300	18,590	20,450
ANCASH	7,214	6,258	9,300	12,625	15,300	19,500
PIURA	5,698	8,737	9,100	11,290	13,100	17,540
LAMBAYEQUE	4,165	2,909	4,500	6,900	8,592	11,976
LA LIBERTAD	2,284	1,900	4,100	6,350	8,480	10,200
TACNA	2,032	3,200	3,958	4,890	6,940	9,500
OTROS	1,064	1,320	2,870	2,800	3,690	3,500
<b>TOTAL</b>	<b>64,300</b>	<b>71,400</b>	<b>82,708</b>	<b>103,545</b>	<b>121,278</b>	<b>147,936</b>

Arequipa es el departamento con mayor producción de ají paprika. El ají paprika arequipeño posee alta calidad, por lo que es considerado superior en comparación con otros departamentos y por su buena calidad es el que más demanda internacional posee y por lo tanto es el que más se exporta. Para el año 2010 la producción nacional de paprika fue de 147,936 toneladas de las cuales el 94,5% fue destinado para la exportación; y solo un 5.5% para consumo nacional.

### 2.1.9 RENDIMIENTO

En el gráfico 3 se observa que el rendimiento promedio anual nacional por hectárea para el año 2000 fue de 3.59 toneladas; este rendimiento ha venido creciendo llegando a tener un rendimiento de 7.36 toneladas para el año 2010. Arequipa, es el departamento con mayor rendimiento en sus tierras llegando a tener para el año 2010 un rendimiento de 9 toneladas por hectárea.

**Gráfico 3.**

*Rendimiento por hectárea de Ají Paprika en el Perú*

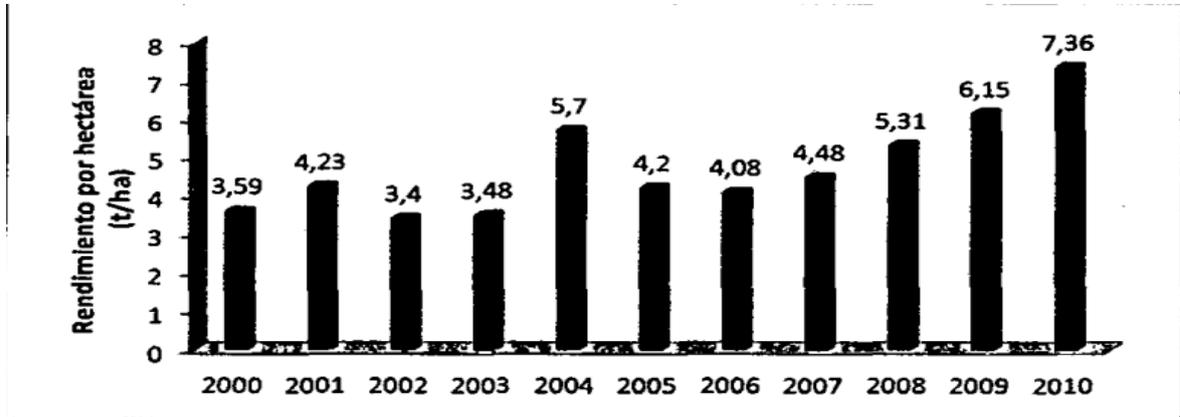
(MINAGRI, 2012)

Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Rendimiento por hectárea (tn.)	3.59	4.23	3.4	3.48	4.2	4.008	4.48	5.31	6.15	7.36

En el Gráfico 4 se puede observar que el rendimiento nacional de producción promedio anual por hectárea ha mostrado un comportamiento creciente a lo largo del periodo 2000-2010, duplicando el rendimiento al final del periodo y mostrando solo dos caídas significativas en los años 2002 y 2005. Esta situación se atribuye a las buenas prácticas de cultivo que han mejorado anualmente a través la utilización de semillas certificadas y a las exigencias de los mercados de exportación.

**Gráfico 4.**

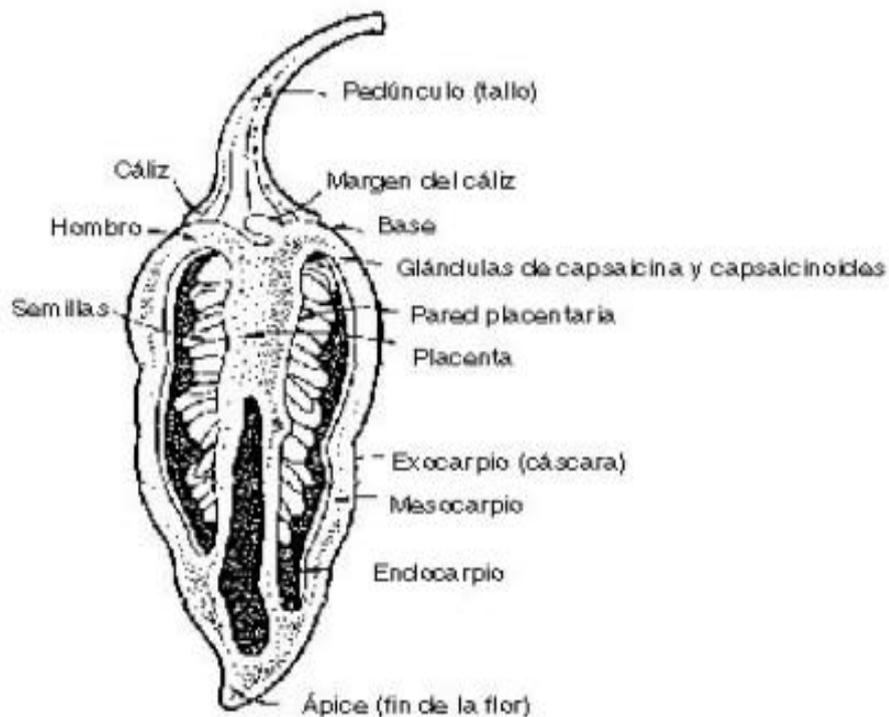
*Rendimiento de ají paprika por hectárea en el Perú*  
(MINAGRI, 2012)



## 2.2.PLANTA DE PAPRIKA

El fruto de Paprika botánicamente se define como baya. Se trata de una estructura hueca, llena de aire, con forma de cápsula. Verosímilmente a esta peculiaridad se debe al nombre científico *Capsicum* (del griego Kapsakes, cápsula) (Nuez *et al.*, 1996).

**Figura 1.** Anatomía de la Paprika (Nuez *et al.*, 1996)



La baya está constituida por un pericarpio grueso y jugoso y un tejido placentario que se une a las semillas. El pericarpio está formado por tres capas: el epicarpo o capa externa, el mesocarpo o zona carnosa intermedia y el endocarpo o capa membranosa interna (Nuez *et al.*, 1996).

Este mismo autor comenta que en sus frutos pueden distinguirse para efectos prácticos una región capsular externa, correspondiente al pericarpio, y un eje. El eje está formado por el pedúnculo rematado por el cáliz y su prolongación dentro del fruto, el corazón. Este está formado por el tejido placentario y las semillas. En la región capsular externa se puede distinguir tres partes: base, cuerpo y ápice (Nuez *et al.*, 1996) (Figura 1).

En cuanto a la base del fruto, esta forma un conjunto con el extremo del pedúnculo y los tejidos desarrollados a partir del receptáculo floral, pudiendo ser cóncava, convexa o plana. Su cuerpo presenta una superficie suave, frecuentemente asurcada y con depresiones o rugosidad transversal. La sección transversal puede ser circular o poligonal. La sección longitudinal presenta una gran variedad de formas, desde rectangulares, triangulares o circulares a espirales e irregulares (Nuez *et al.*, 1996).

En cuanto a los frutos inmaduros, se pueden observar considerables diferencias de color, desde colores pálidos (blanco-amarillento, verde-amarillento) hasta colores oscuros (verde oscuro-amarillento, verde, verde-azulado, verde-marrón). En el estado completamente maduro se distinguen dos grupos principales: amarillos y rojos. En ciertas variedades también se dan frutos de un intenso color violeta-marrón. En todos los casos, se encuentra una amplia gama de tonalidades (Nuez *et al.*, 1996).

En cuanto al grosor del pericarpio, este varía enormemente con el tipo de uso. En los chiles usados como hortaliza suele preferirse un pericarpio carnoso y jugoso; en los chiles para especia la carne es más delgada, con un mayor contenido en materia seca (Nuez *et al.*, 1996). Finalmente, la cavidad del fruto; esta es la parte interior al pericarpio. La placenta con las semillas y las costillas o septos sobresalen dentro de ella formando el corazón. El corazón está cubierto por el tejido placentario. Su forma está relacionada con la forma del fruto, siendo globosa en los frutos semiesféricos, alargada-cónica en los rectangulares y en forma de cono corto en los frutos prismáticos (Nuez *et al.*, 1996).

### 2.2.1 TAXONOMÍA

Todas las formas de pimiento, chile o ají utilizadas por el hombre pertenecen al género *Capsicum*. El nombre científico del género deriva del griego: según unos autores de Kapso (picar), según otros de Kapsakes (cápsula). Este género se incluye en la extensa familia de las Solanáceas como vemos a continuación, (Nuez *et al.*, 1996):

**División: Spermatophyta**

**Línea XIV: Angiospermae**

**Clase A: Dicotyledones**

**Rama 2: Malvales-Tubiflorae**

**Orden XXI: Solanales (personatae)**

**Familia: Solanaceae**

**Género: *Capsicum***

Actualmente se considera que esta familia está formada por unos 90 géneros, los cuales se encuentran divididos entre 2 subfamilias: Solanoideae y Cesteroideae. La diferencia entre estas dos subfamilias se basa en diferentes modelos de desarrollo del embrión.

El género *Capsicum* pertenece a la tribu más grande de la subfamilia Solanoideae, la cual es Solaneae. Esta tribu contiene alrededor de 1250 especies encuadradas en 18 géneros: entre ellos, aparte de *Capsicum*, hay otros géneros en los que se incluyen especies cultivadas muy importantes como: *Solanum*, *Lycopersicon*, *Cyphomandra*, *Physalis*, etc. La taxonomía dentro del género *Capsicum* es muy compleja, debido a la gran variabilidad de las formas existentes en las especies cultivadas y a la diversidad de criterios utilizados en la clasificación (Nuez *et al.*, 1996).

### 2.2.2 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS Y AGRONÓMICAS

#### a) Descripción botánica

La Paprika según (Gallardo-Guerrero *et al.*: 2010), en su descripción botánica se resuelve del siguiente modo:

- Plantas autóгамas o ligeramente autoalógamas, de porte erecto y hasta 1,5 m de altura, anuales, bienales o perennes y muy ramificadas.
- Hojas ovadas de porte entero y ápice acuminado.

- Peciolo de 1-16 cm.
- Flores solitarias con los pedicelos sin construcción.
- Cáliz sin dientes o con dientes de hasta 0,5 mm.
- Corola rotada o subrogada y de color verde, blanco, violeta o purpúreo.
- Estambres insertos en la base de la corola.
- Anteras ovado-lanceoladas y azules o purpúreas.
- Baya madura de color rojo o anaranjado, de forma muy variable y de 3-20 cm de longitud.
- Semillas amarillentas o cremosas ( $2n=24$ )
- Se encuentra en Europa, América templada y tropical.

#### **b) Caracteres morfológicos**

Es una planta herbácea anual, posee un sistema radicular pivotante y profundo, además se encuentra provisto de un número elevado de raíces adventicias y tiene un tallo de porte erecto que llega a alcanzar entre 0,5 hasta 1,5 m de altura, que se lignifica cuando tiene una determinada edad.

#### **Hoja**

Posee unas hojas simples, de forma lanceolada o obovada, formadas por el peciolo, largo, que une la hoja con el tallo y la parte expandida, la lámina foliar o limbo. Esta tiene un borde entero o apenas situado en la base (Nuez *et al.*, 1996).

#### **Flor**

Las flores son los órganos reproductores de las plantas, siendo hermafroditas en esta planta, esto es, una misma flor que produce gametos masculinos y femeninos.

En las formas domesticadas de *Capsicum annuum* las flores aparecen solitarias en cada nudo. Sin embargo, hay poblaciones en que las flores son producidas en pares o en racimos más numerosos, estas se encuentran unidas al tallo por un pedúnculo o pedicelo de 10 a 20 mm de longitud. Están constituidas por un eje o receptáculo y apéndices foliares que constituyen las partes florales, siendo estas; el cáliz, constituido por 5-8 sépalos, la corola formada por 5-8 pétalos, el androceo por 5-8 estambres y el gineceo por 2-4 carpelos (Nuez *et al.*, 1996).

## **Semilla**

Las semillas son redondeadas de pequeño tamaño y se insertan sobre una placenta cónica de disposición central en el interior de la baya. En un gramo se pueden encerrar 150-300 semillas con un poder germinativo de 4 años. (Gallardo-Guerrero *et al.* 2010). Por su parte (Nuez *et al.*, 1996) menciona que la mayoría de las semillas se sitúan en la región de la placenta central (corazón), a su vez que todas las especies cultivadas de *Capsicum* tienen semillas de color amarillo y su peso y tamaño están correlacionados con el tamaño del fruto.

## **Fruto**

A excepción de algunos *Capsicum* sp. de interés ornamental, donde toda la planta tiene valor, en la paprika el único órgano que tiene importancia económica es el fruto. Este se desarrolla a partir del gineceo de la flor y, más concretamente, a partir del ovario fecundado. No obstante, otras estructuras florales como el pedúnculo, receptáculo y cáliz están presentes en el fruto maduro (Nuez *et al.*, 1996).

### **c) Caracteres fisiológicos**

En el cultivo del pimiento se pueden delimitar claramente las siguientes fases:

- Germinación
- Crecimiento vegetativo
- Floración
- Fructificación y maduración.

Es un cultivo que no presenta latencia seminal, aunque en ocasiones se observa una tardanza mayor de lo normal en su germinación tras su siembra. Parece ser que esta tardanza varía con las condiciones ambientales de temperatura y humedad, de la variedad elegida y de la edad del fruto del que se han tomado las semillas, así como las condiciones de almacenamiento de las semillas. (Gallardo-Guerrero *et al.* 2010)

Las semillas puede que no sean capaces de germinar si se extraen cuando el fruto no ha alcanzado todavía una maduración avanzada. Para que se produzca la floración se necesita una cierta madurez de la planta además de las condiciones ambientales favorables. (Gallardo-Guerrero *et al.* 2010)

A su vez, se pueden aplicar sustancias que permitan favorecer la ramificación, adelantar la floración, dar algo de resistencia a la sequía, inducir la floración en la mayor parte de los brotes o mejorar el cuajado de estas flores y además inducir en la maduración de los frutos. (Gallardo-Guerrero *et al.* 2010)

Cuando hablamos de temperatura, aproximadamente unos 12°C en la noche, la planta emite más flores que cuando se somete a temperaturas nocturnas de 18°C, en cambio cuando la temperatura cae por debajo de los 10°C perjudican la viabilidad del polen, pero favorecen la formación de frutos partenocárpicos que son de pequeño tamaño y sin semilla. La aplicación de temperaturas nocturnas elevadas hasta la antesis, seguido de una bajada brusca de la floración produce que los frutos se alarguen. A su vez temperaturas altas y con poca luminosidad al principio de floración provocan la caída de estas. (Gallardo-Guerrero *et al.* 2010).

### **2.2.3 VALOR NUTRICIONAL DE LA PÁPRIKA**

El contenido nutrimental del pimiento es alto en comparación con otras hortalizas de amplio consumo, como por ejemplo el tomate, como se aprecia en la tabla 2.

(Nuez *et al.*, 1996). divide a los componentes que determinan el valor nutrimental del pimiento en dos grupos. En uno engloba a aquellos que fijan su valor biológico, sabor específico, color y uso como condimento. A este grupo pertenecen las vitaminas, la capsaicina, los pigmentos y varios compuestos volátiles. En el otro grupo se enmarca a los azúcares, la fibra, las proteínas, los minerales y a cierto tipo de ácidos orgánicos.

**Tabla 2** Composición promedio del valor nutricional de *Capsicum annuum*

<b>Paprika</b>	
<b>Valor Nutricional por 100 g (3.5 oz)</b>	
<b>Energía</b>	20 kcal
<b>Carbohidratos</b>	4.64 g
<b>Azúcar</b>	2.40 g
<b>Fibra para dieta</b>	1.7 g
<b>Grasa</b>	0.17 g
<b>Proteína</b>	0.86 g
<b>Vitaminas</b>	
<b>Vitamina C</b>	(>100%) 80.4 mg
<b>Tiamina (B1)</b>	(5%) 0.057 mg
<b>Riboflavina (B2)</b>	(2%) 0.028 mg
<b>Niacina (B3)</b>	(3%) 0.480 mg
<b>Vitamina B6</b>	(16%) 0.224 mg
<b>Ácido Fólico (B9)</b>	(3%) 10 µg
<b>Vitamina A</b>	(2%) 18 µg
<b>Vitamina E</b>	(2%) 0.37 mg
<b>Vitamina K</b>	(7%) 7.4µg
<b>Minerales</b>	
<b>Calcio</b>	(1%) 10 mg
<b>Hierro</b>	(3%) 0.34 mg
<b>Magnesio</b>	(3%) 10 mg
<b>Fosforo</b>	(3%) 20 mg
<b>Potasio</b>	(3%) 175 mg
<b>Sodio</b>	(3%) 3 mg
<b>Zinc</b>	(2%)

Según la FAO (2009) los pimientos secos (*Capsicum annuum*) contienen 12,8% de proteínas, 11,9% de grasa, 56,2% de carbohidratos y 22,5% de fibra. El polvo de paprika

mostró un contenido de carbohidratos similar (alrededor del 55%) y un contenido lipídico más bajo (alrededor del 8%), pero valores más altos de fibra (alrededor del 36%) y proteínas (alrededor del 21%).

Según la USDA (2009) en el caso del azúcar total, se observó una diferencia significativa entre los tiempos de muestreo, con un máximo obtenido en noviembre (11,19%). El valor energético de la paprika varia de 1498 a 1573 kJ 100 g<sup>-1</sup> DW, mientras que la FAO (2009) mencionó un valor de aproximadamente 1384 kJ 100 g<sup>-1</sup> DW.

#### **a) Ácidos grasos**

Los ácidos linoleico, oleico y palmítico fueron los ácidos grasos predominantes en los polvos de pimentón. Los otros ácidos grasos se encuentran en porcentajes inferiores. Los ácidos grasos insaturados representaron (84.7-88.6%) del total de ácidos grasos presentes en la páprika, con predominio de ácido linoleico insaturado (70.3-71.7%). En cuanto a la composición de ácidos grasos del polvo de páprika, estos se encuentran relacionados directamente entre la mezcla del pericarpio y las semillas. El origen del ácido linoleico se origina principalmente en las semillas, las cuales constituyen el 60 % del peso total del fruto seco y que llega a contener de 12 a 26 % de aceite, este es rico en ácidos grasos insaturados; linoleico (73.2 %) y oleico, con pequeñas cantidades de mirístico (0.2 %), palmítico (15.9 %) y esteárico (2.9 %), todos estos aceites contribuyen a su gran valor nutritivo. La relación entre ácidos grasos saturados e insaturados en los polvos de paprika osciló entre 0,13 y 0,17. Se cree que el predominio de ácidos grasos insaturados está relacionado con la estabilidad del producto en polvo (Pérez-Gálvez, *et al*, 1999).

#### **b) Proteínas**

La conservación mediante el calor puede provocar cambios tanto deseables como no deseables en la calidad nutritiva de las proteínas. Siendo susceptibles no solamente al calor sino también a la oxidación, ambientes alcalinos y a la reacción con otros componentes del alimento tales como azúcares reductores y productos que oxidan los lípidos. La calidad total de proteína bruta suele aparecer relativamente sin modificar por efecto del tratamiento

térmico, aunque puede experimentar la lixiviación hacia el componente líquido de algunos productos (Desrosier, 1993).

#### **c) Carbohidratos y fibra**

La mayor parte de los azúcares sencillos están representados por la glucosa (90-98 %), el resto es sacarosa. La pectina también es un carbohidrato importante y está presente en un 3-7 %. El contenido en fibra del pimiento es de aproximadamente el 20-24 % de la materia seca. (Pérez-Gálvez, *et al*, 1999).

#### **d) Vitaminas**

Podemos encontrar las vitaminas A, C, B1, B2 y P. El contenido de vitamina A elevado, estimándose que con 3-4 g de paprika se cubren los requerimientos diarios de vitamina A de una persona adulta. Encontramos a la vitamina A en forma de provitaminas, las cuales son transformadas en vitamina A en el hígado de humanos y animales. Estas provitaminas son  $\alpha$  y  $\beta$  caroteno y la criptoxantina. De estas tres la más importante es el  $\beta$  caroteno, porque se encuentra en mayor proporción y porque de cada molécula se obtienen dos de vitamina A, mientras que el  $\alpha$  caroteno y la criptoxantina solo proporciona una molécula de vitamina A por molécula de provitamina.

Otra vitamina que encontramos con un alto contenido es la vitamina C (entre 70-300 mg/100 g de peso fresco), aunque hay diferencias grandes entre variedades, ya que las variedades de color verde generalmente contienen más vitamina C que las de color amarillo, el contenido de esta vitamina se ve afectado por varios factores de tipo agronómico como son: cultivo realizado al aire libre o en invernadero, riego, estado de madurez del fruto, entre otros más (Nuez *et al.*, 1996).

Las concentraciones de vitamina C en paprika oscilaron entre 1360 y 2020 mg 100 g<sup>-1</sup> DW, lo que coincide con los valores obtenidos por Kim *et al.* (2011) (1987 mg 100 g<sup>-1</sup> DW). Sin embargo, los niveles de vitamina C varían mucho entre los cultivares. Por ejemplo, los genotipos de pimiento dulce cosechados en la etapa roja utilizada para el procesamiento de pimentón pueden mostrar valores que van desde 647 a 2135 mg 100 g<sup>-1</sup> DW. (Díaz *et al.*, 2004).

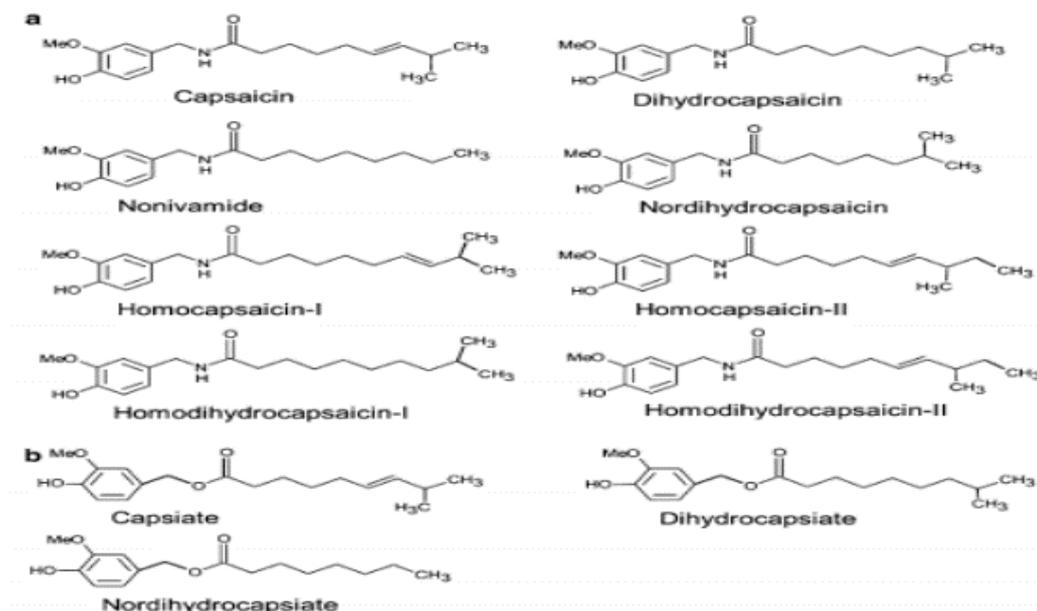
### e) Capsaicinoides

La sensación típica de ardor causada por la paprika o pimentones se debe a la presencia de capsaicinoides, un grupo de amidas de ácidos aromáticos derivados de la fenilalanina y la leucina o valina (Govindarajan, 1986; Alpizar *et al.*, 2002; Ben *et al.*, 2006; Paran *et al.*, 2007; Aza-González *et al.*, 2010; Gutiérrez-Carvajal *et al.*, 2010).

Los Capsaicinoides son exclusivamente sintetizados en el fruto de la planta de paprika, específicamente en la placenta, donde se acumulan en vesículas (Stewart *et al.* 2007). Como es el caso de muchos metabolitos secundarios, la acumulación de capsaicinoides y la actividad de sus enzimas de biosíntesis son sensibles a las condiciones ambientales (Johnson y Decoteau 1996, Harvell y Bosland 1997, Sung *et al.*, 2005).

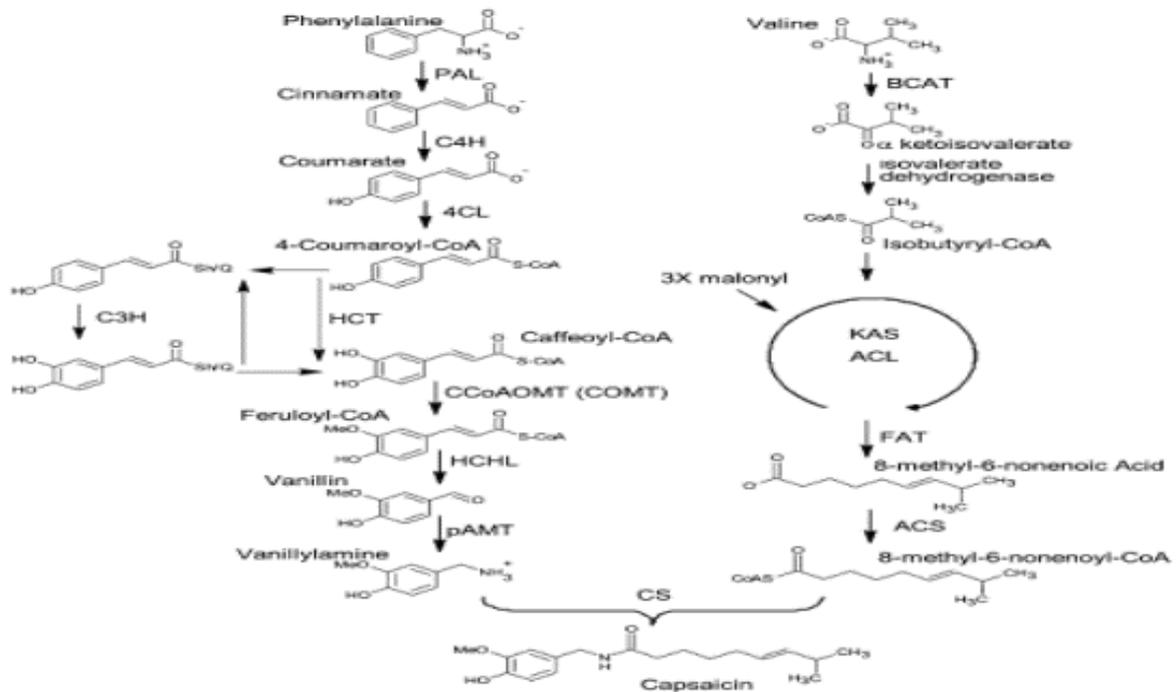
Aunque hay 12 compuestos capsaicinoides diferentes en la paprika, el sabor picante viene de los dos capsaicinoides principales, la capsaicina y dihidrocapsaicina, estos se muestran en la figura 2 (Alpizar *et al.*, 2002; Díaz *et al.*, 2004; Aza-González *et al.*, 2010). La capsaicina es el principio picante de la paprika, encontrándose ausente en las variedades dulces. Es una sustancia de naturaleza alcaloide. Más concretamente se trata de un protoalcaloide, cuya fórmula empírica es  $C_{18}H_{27}O_3N$ . La fracción vanillilamina de capsaicinoides se deriva de la fenilalanina sintetizados por la vía shikimato, mientras que la fracción de ácidos grasos ramificados se deriva de valina. La ruta de biosíntesis de la capsaicina es relativamente bien caracterizada y la observamos en la siguiente figura 3 (Díaz *et al.*, 2004).

**Figura 2.** Estructuras comunes de: a) capsaicinoides b) capsinoides (Asa-Gonzalez *et al.*, 2010)



**Figura 3.** Ruta de la biosíntesis de los capsaicinoides

(Aza *et al.*, 2010)



El contenido de capsaicina es mayor en la placenta, en donde representa un 2.5 % de la materia seca, mientras que el contenido medio del fruto es del 0.6 %, el de las semillas del 0.7 % y el del pericarpio del 0.03 %. Su contenido depende de la variedad y de los cambios de los factores ambientales básicos (Nuez *et al.*, 1996).

El picor se hereda como rasgo dominante. Un alelo dominante en el locus C, recientemente localizado en el cromosoma dos de la paprika, es esencial para la acumulación de capsaicinoides. La condición homocigótica recesiva (cc), da lugar a una completa falta de capacidad para sintetizar capsaicinoides (Blum *et al.*, 2003; Díaz *et al.*, 2004). Sin embargo, el locus C sólo determina la ausencia o presencia de sabor picante, y el grado de pungencia se hereda cuantitativamente y es regulado por el medio ambiente (Díaz *et al.*, 2004).

Recientemente, los capsaicinoides entraron en el centro de atención debido a su amplia gama de beneficios médicos, incluyendo el alivio del dolor (Knotkova *et al.*, 2008), la regulación de la presión arterial (Vaishnav y Wang, 2003), distribución de la grasa (Leung, 2008) y prevención del cáncer (Surh, 2003). Además, hay informes que la capsaicina tiene actividad anti-bacteriana que es suficiente para proporcionar un anti-incrustante para recubrimiento de alimentos (Xu *et al.*, 2005).

## f) Pigmentos

Por su composición química, los pigmentos contenidos en la paprika se incluyen dentro del grupo de los carotenoides. Los carotenoides son pigmentos amarillos, rojo-anaranjados o rojos, que pueden encontrarse en las hojas, junto con la clorofila, o en otras partes de la planta, tales como raíces, frutos, etc. Los carotenoides son mezclas de varias estructuras químicas. (Díaz *et al.*, 2004).

Los pigmentos del fruto de paprika se pueden dividir en tres grupos:

- Pigmentos principales o característicos: capsantina ( $C_{40}H_{38}O_3$ ) y capsorubina ( $C_{49}H_{60}O_4$ ), que son los que dan el color rojo.
- Pigmentos con efecto de provitamina: criptoxantina ( $C_{40}H_{56}O$ ) y  $\beta$ -caroteno ( $C_{40}H_{56}$ ).
- Otros pigmentos carotenoides: zeaxantina ( $C_{40}H_{56}O$ ) y luteína ( $C_{40}H_{56}O$ ).

### 2.3. FACTORES ANTINUTRICIONALES DE LA PÁPRIKA

Todos los tipos de taninos, aunque tienen características constitutivas muy diferentes, comparten la capacidad de unirse a proteínas. Un nivel moderado de taninos se asocia con la protección de la proteína al ataque ruminal por parte de las bacterias y un mayor aporte de proteína para producción de carne y leche. Los taninos también han manifestado propiedades antiempaste, antiparasitarias y de disminución de la contaminación ambiental por menor emisión de metano y nitrógeno al ambiente.

Recientemente se ha detectado también un efecto positivo de los taninos sobre la calidad de la carne. Esayas *et al.* (2011) encontró 0.142, 0.164 and 0.148 mg/100 g en tres diferentes variedades de *Capsicum annum*, mientras que no se detectaron cantidades de fitasas en ninguna de las muestras. El efecto positivo de los taninos se traduciría en una utilización más eficiente de la proteína que no sólo aumentaría la respuesta animal sino también disminuiría la contaminación ambiental de nitrógeno y metano.

## **2.4.DIGESTIBILIDAD Y DIGESTIBILIDAD APARENTE**

### **2.4.1 FUNDAMENTOS Y FACTORES QUE AFECTAN LA DIGESTIBILIDAD**

La escogencia o selección de un forraje o alimento para cuyes, que pueda suplir adecuadamente sus necesidades nutricionales, depende no sólo del conocimiento que se tenga de su composición química, de su disponibilidad en el medio y palatabilidad, sino además del grado de aprovechamiento que el animal tenga del alimento, es decir de su digestibilidad (Caycedo, 2000).

De la ingesta total, una parte del alimento no es absorbido, sino que atraviesa el tracto digestivo sin ser utilizado, por lo que aparece en las heces. Como las sustancias no digeridas no son asimiladas por el organismo, constituyen una pérdida de nutrientes (Cañas, 1998). Una fracción del nitrógeno, las grasas, los carbohidratos y los elementos inorgánicos que aparecen en las heces proviene de fuentes endógenas; es decir, células desprendidas de la mucosa intestinal y secreciones digestivas (nutrientes metabólicos fecales). De esta manera, las heces contienen residuos de alimento sin absorber y fuentes endógenas de nitrógeno, carbono y elementos inorgánicos.

El término digestibilidad aparente toma en cuenta tanto los residuos de alimento no absorbidos como los componentes de las heces que son de origen endógeno (Church *et al.*, 2002). Por el contrario, si a las heces se les restan los nutrientes metabólicos fecales se obtiene la digestibilidad real. Desde el punto de vista nutricional, es más relevante hablar de digestibilidad aparente debido a que la porción de nutrientes metabólicos fecales también forma parte del requerimiento de mantenimiento que está incluido en la dieta (Cañas, 1998). En la Tabla 1 se presentan los valores de digestibilidad aparente de diferentes alimentos con espárragos.

La digestibilidad es una medida biológica de la calidad de los alimentos y en ella intervienen un gran número de factores (Fonnesback *et al.*, 1981; citados por Cañas, 1998) que se clasifican en:

Composición del alimento: Cañas (1998) sostiene que la digestibilidad de un alimento está estrechamente relacionada con su composición química, como son los niveles de proteína, carbohidratos y extracto etéreo, tipo de carbohidratos estructurales y de minerales. La

fracción de la fibra cruda es la que tiene la mayor influencia en la digestibilidad, la que a su vez está influenciada tanto por la cantidad como por la composición química de la fibra. Los métodos modernos de análisis de alimentos persiguen diferenciar las fracciones correspondientes a la pared celular y al contenido celular. Este último, se digiere casi totalmente (es decir, su digestibilidad real es igual al 100%), aunque la digestibilidad aparente resulta 10-15% más baja, debido a la excreción de productos metabólicos en el intestino. La digestibilidad de las paredes celulares es mucho más variable ya que depende del grado de lignificación, que en términos químicos se expresa por el contenido en lignina de la fibra ácido detergente (Mc Donald, 2002).

**Tabla 3.** Valores de digestibilidad de diferentes alimentos en el cuy

Alimentos	% Digestibilidad							Autor
	Ms	Pc	Fc	Ee	Eln	Ceniza	Mo	
Kudzú	-	61.86	26.52	23.91	73.80	-	-	Chauca <i>et al</i> (1978)
Broza henificada de espárrago	38.26	61.68	36.22	29.35	76.00	-	-	Landeo (1992)
Afrechillo	61.17	78.13	60.11	33.24	92.84	-	61.09	
Heno de alfalfa	59.82	58.98	40.71	23.36	78.89	-	59.69	Ninanya (1991)
Hoja de camote	74.08	72.07	59.40	70.85	81.39			
Maíz chala	50.19	62.58	46.91	45.78	43.35	-	-	
Alfalfa	60.67	64.96	32.27	40.92	75.14	-	-	Saravia <i>et al.</i> (1992)
Panca de maíz	28.20	47.10	6.10	55.80	35.30	22.20	28.80	Caballero (1992)
Hoja de morera	69.40	75.55	81.68	21.50	86.82	13.71	-	Zevallos (1994)s

La digestibilidad de los alimentos también puede reducirse como consecuencia de las deficiencias o excesos de nutrientes u otros componentes. Por ejemplo, los componentes que se unen a las proteínas y aminoácidos como los taninos, reducen su digestibilidad (Mc Donald, 2002).

En general, los granos de cereales y otras fuentes de azúcares o almidones tienen buena digestibilidad en todas las especies de animales de granja. Posiblemente, los granos menos digestibles son la avena y cebada por su gran porción fibrosa. Las pastas proteicas y las harinas de carne y pescado tienen también buena digestibilidad para todas las especies. Los alimentos que más varían en digestibilidad son los forrajes, y el principal causante de dicha variabilidad es el estado de madurez, pues a medida que la planta madura disminuye su contenido de proteína y de azúcares y se eleva el de fibra (principalmente celulosa y lignina), lo que lleva consigo una disminución gradual de la digestibilidad (Shimada, a 2003).

- **Composición de la ración**

La digestibilidad de un alimento es afectada no solo por su propia composición, sino también por la composición de otros alimentos consumidos (Cañas, 1998).

Church *et al.* (2002) señalan que un fenómeno común observado en los datos sobre la digestibilidad es que las mezclas de alimentos no siempre dan los resultados que se predecirían tomando como base los valores de la digestibilidad de los componentes individuales de la mezcla. Esta respuesta se conoce como efecto asociativo o no aditivo. Este tipo de respuesta se observa con frecuencia, en particular en animales herbívoros que dependen en gran medida de la fermentación microbiana. Los componentes de la dieta de prueba que estimulan la actividad fermentadora por lo general son la causa de la mayor digestibilidad.

- **Preparación del alimento**

Los tratamientos más comunes a que se someten los alimentos son el picado, troceado, aplastamiento, molienda y cocción (Mc Donald, 2002). Así, la molienda de los granos aumenta la digestibilidad, sin embargo, esto incrementa también la velocidad a la que pasa el alimento por el tubo gastrointestinal, por lo que el efecto neto es la disminución ligera de la digestión (Shimada, 2003).

El picado de los forrajes como ocurre con la paja de cereales es una medida que tiende a evitar la selección. El tamaño óptimo de las partículas de una dieta es el que permite aumentar la digestibilidad del alimento (Cañas, 1998).

- **Factores del animal**

La digestibilidad es más una propiedad del alimento que del consumidor, pero ello no implica que un alimento suministrado a diferentes animales tenga la misma digestibilidad (Cañas, 1998).

Shimada (2003) señala que es común que los cerdos y las aves digieran más eficientemente aquellos alimentos con gran contenido de proteína y baja cantidad de fibra, mientras que los rumiantes son notorios por su capacidad de aprovechamiento de los alimentos fibrosos con bajo contenido proteico. Además de las diferencias entre especies, dentro de cada una de ellas existen diversas etapas productivas que muestran hábitos y requerimientos alimenticios diferentes; por ende, la digestibilidad de un mismo alimento puede variar.

Por otro lado, Campos (2007) sostiene que la menor eficiencia enzimática por parte de animales jóvenes genera una digestión deficiente, debido a la poca actividad funcional realizada por su aparato digestivo. Por lo tanto, la digestibilidad de los nutrientes aumenta con la edad de los animales.

La variabilidad entre animales en las pruebas de digestibilidad tiende a ser más baja en las pruebas de crecimiento. En consecuencia, comúnmente bastan de 4 a 6 animales por tratamiento para detectar diferencias entre dietas (Church *et al.*, 2002).

- **Nivel de alimentación**

Cañas (1998) señala que un aumento de la cantidad de alimento consumido produce una mayor velocidad de paso del mismo, que a su vez está expuesto un menor tiempo a las enzimas digestivas. Esto produce una disminución de la tasa de degradación del alimento dando origen a una disminución de la digestibilidad. Por esta razón, los ensayos de digestibilidad se deben realizar a dos niveles de consumo. El primero, es al nivel máximo (*Ad libitum*) y el segundo a nivel mínimo (nivel de mantención), a fin de poder medir el aprovechamiento real de un alimento.

Según Mc Donald (2002) *et al.*, las reducciones en la digestibilidad debidas al aumento en el ritmo de paso son mayores para los componentes de los alimentos de digestión más lenta, es decir, los componentes de la pared celular.

A medida que la digestibilidad del forraje aumenta, el consumo voluntario de éste también aumenta, existiendo por tanto una relación directa entre ambos parámetros (Minson, 1999; citado por Escudero, 2005).

## **2.4.2 ENSAYO DE DIGESTIBILIDAD**

Consiste en una prueba con animales, en la que se suministra una cantidad conocida del alimento cuya digestibilidad se desea determinar. Esto se hace por un periodo de tiempo determinado previamente y una vez que el animal está acostumbrado a la dieta se recogen las heces. Además, se debe proporcionar agua ad libitum durante todo el período del ensayo (Cañas, 1998).

En los experimentos de digestibilidad el alimento en estudio se administra a los animales en cantidades conocidas, determinándose la excreción fecal. Se emplean varios animales debido, en primer lugar, a que los animales, aunque sean de la misma, edad y sexo, presentan pequeñas diferencias en su capacidad digestiva y, en segundo lugar, porque las repeticiones permiten detectar los posibles errores en las determinaciones (Mc Donald *et al.*, 2002).

Se recomienda mantener una ingestión diaria de alimento constante a fin de reducir al mínimo la variación día a día de la excreción fecal. El tiempo necesario para que los residuos de alimento atraviesen el conducto gastrointestinal es de 1 a 2 días o menos en el caso de la mayoría de los no rumiantes. Por tanto, es necesario un periodo preliminar de 3 a 10 días para limpiar el conducto gastrointestinal de residuos de alimento ingeridos antes de la prueba y permitir que el animal se adapte a la nueva dieta. Luego del período preliminar de adaptación viene un periodo de recolección de 4 a 10 días (Church *et al.*, 2002).

Cañas (1998) sostiene que el ensayo debe hacerse con al menos tres repeticiones y se toma el promedio de todas las mediciones para contrarrestar la variación normal existente entre animales. Se lleva un registro diario de consumo y de las heces, que deben ser recolectadas en un 100%. Para el ensayo se utilizan jaulas de digestibilidad que disminuyen la movilidad del animal. Estas deben tener piso ranurado para evitar el exceso de humedad y recoger las heces.

## **2.5. ENERGÍA BRUTA Y ENERGÍA DIGESTIBLE APARENTE**

La energía bruta es la energía que desprende un alimento al quemarse totalmente en una bomba calorimétrica. Es el parámetro aproximado de energía, que se obtiene en forma rápida en un laboratorio equipado con el mencionado aparato, sin necesidad de efectuar estudios con animales, y tiene la desventaja de que no indica la disponibilidad o el aprovechamiento

de la energía por parte del animal que la ingiere en el alimento (Shimada, 2003). En general, se estima que las proteínas, carbohidratos y los lípidos liberan 5.7, 4.1 y 9.4 kcal/g, respectivamente, al oxidarse en la bomba. Esto se expresa en la ecuación para la determinación de la Energía Bruta (Anexo I).

Una vez que un alimento se consume y se somete a los procesos de degradación gastrointestinal, el remanente se elimina en las heces. Si al valor de EB se le resta la energía contenida en la materia fecal, se obtiene el parámetro llamado energía digestible aparente, que es indicativo de la energía disponible para el animal (Shimada, 2003).

En el Tabla 4 se muestran los valores de energía digestible para diversos alimentos utilizados en el cuy.

**Tabla 4** Energía digestible de diferentes alimentos en el cuy

	<b>E.D (Kcal/g)</b>	<b>Autor</b>
Maíz chala	1.89	Saravia, <i>et al.</i> {1992}
Alfalfa	2.56	
Hoja de camote	3.08	
Panca de maíz	1.28	Caballero (1992)
Sub-producto de trigo	3.22	Correa (1994)
Heno de alfalfa	2.48	
Maíz chala	2.38	
Hoja de morera	3.17	Zevallos (1994)

## **2.6. FISIOLÓGÍA DIGESTIVA Y REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DEL CUY**

### **2.6.1 ASPECTOS FISIOLÓGICOS DEL CUY**

El cuy está clasificado dentro del grupo de los monogástricos herbívoros y por consiguiente realizan fermentación post gástrica con una gran capacidad de consumo de forraje (Van Soest 1991; citado por Vergara, 1992).

Posee un estómago donde se inicia la digestión enzimática y un ciego desarrollado funcional donde se realiza la fermentación a través de la flora bacteriana y protozoarios, siendo las primeras altamente predominantes. Ambas clases de microorganismos son los responsables de la fermentación de alimentos fibrosos (Caycedo, 2000).

El movimiento de la ingesta a través del estómago e intestino delgado es rápido, no demora más de dos horas en llegar la mayor parte de ésta al ciego. Sin embargo, el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer en el parcialmente por 48 horas. Se conoce que la celulosa en la dieta retarda los movimientos del contenido intestinal permitiendo una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes, siendo en el ciego e intestino grueso donde se realiza la absorción de los ácidos grasos de cadenas cortas.

La absorción de los otros nutrientes se realiza en el estómago y en el intestino delgado, incluyendo los ácidos grasos de cadenas largas (Hagen y Robison, 1953; citados por Gómez y Vergara, 1993).

La mayor acción fermentadora ocurre en el ciego y continúa en el colon y recto, siendo aproximadamente 66% la capacidad digestiva en estos dos compartimentos, estando por encima del conejo que cuenta con un 51% de dicha capacidad. Dos horas después de la ingesta de alimento ocurre un significativo incremento de la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV) con una consecuente acidificación de lo ingerido. La intensa absorción de AGV y agua a nivel del colon proximal sugiere una analogía funcional entre esta porción del intestino del cuy y el omaso de los rumiantes (Esquerre *et al.*, 1974; citados por Inga, 2008).

Gómez y Vergara (1993) señalan que el ciego de los cuyes es menos eficiente que el rumen debido a que los microorganismos se multiplican en un punto que sobrepasa al de la acción de las enzimas proteolíticas. A pesar de que el tiempo de multiplicación de los microorganismos del ciego es mayor que la retención del alimento, esta especie lo resuelve por mecanismos que aumentan su permanencia y en consecuencia la utilización de la ingesta.

## **2.6.2 NECESIDADES NUTRITIVAS DEL CUY**

Las necesidades nutricionales de los cuyes van a depender de diversos factores como: edad, genotipo, estado fisiológico y medio ambiente (Vergara, 1992). Esta especie presenta una gran capacidad de consumo, presentando consumos promedios de materia seca que van desde 30.14 a 78.9 g/día (Paredes *et al.*, 1972; Tamaki, 1972; citados por Campos, 2007).

El consumo del alimento puede estar influenciado por el tipo de forraje, nivel energético, consumo voluntario del alimento, temperatura ambiental, comportamiento individual, estrés y otros (Caycedo, 2000).

En el Tabla 5 se presentan los requerimientos recomendados para cuyes en crecimiento por el NRC (1995) y en el Tabla 6 se presentan los estándares nutricionales para cuyes mejorados en crecimiento explotados en régimen intensivo en nuestro país.

El requerimiento de energía citado por Caycedo (2000) para las etapas de gestación, lactación y crecimiento fue de 2800 3000 y 2800 Kcal de ED/kg, respectivamente, mientras que el NRC (1995) sugiere valores de 3000 Kcal de ED/ Kg para la fase de crecimiento en cuyes de laboratorio.

Al evaluar raciones con diferente densidad energética se encontró mejores ganancias de peso y mayor eficiencia de utilización de alimentos con las dietas de mayor densidad energética. Por lo tanto, los cuyes responden eficientemente al suministro de alta energía (Zaldívar y Vargas, 1969; citado por Campos, 2007).

**Tabla 5.** Contenido de nutrientes recomendados por el NRC para la alimentación de cuyes en crecimiento (base fresca)

<b>NUTRIENTES</b>	<b>CANTIDAD</b>
Energía Digestible, kcal/kg	3000
Proteína %	18
Fibra %	10
Ácido graso insaturado %	<1.0
<b>Aminoácidos</b>	
Arginina %	1.2
Histidina %	0.35
Lisina %	0.84
Metionina %	0.6
<b>Vitaminas</b>	
Vitamina A, UI/kg	1000
Vitamina D, UI/kg	7
Vitamina E, UI/kg	50
Vitamina C, mg/kg	200
Vitamina B12, mg/kg	10
Colina g/kg	1
<b>Minerales</b>	
Calcio %	0.8-1.0
Fósforo %	0.4-0.7
Cobre, mg/kg	6
Fierro, mg/kg	50
Selenio, mg/kg	0.1

Requerimientos mínimos, no incluye márgenes de seguridad.

Cantidades adicionales pueden ser necesarias para cuyes en reproducción

**Tabla 6.** Estándares nutricionales para cuyes mejorados en crecimiento explotados en régimen intensivo (base fresca)

<b>Energía Digestible</b>	<b>Mcal/kg</b>	<b>2.8</b>
Fibra	%	8
Proteína	%	18
Lisina	%	0,83
Metionina	%	0.36
Met. + Cist	%	0.74
Arginina	%	1.17
Treonina	%	0.59
Triptófano	%	0.18
Calcio	%	0.8
Fósforo	%	0.4
Sodio	%	0.2
Vitamina C	mg/Kg	200

Airahuacho (2007) evaluó el efecto de diferentes niveles de energía digestible (2.7 y 2.9 Mcal de ED/kg) y densidades de nutrientes (100, 110 y 120%, respecto al NRC) y observó que las mejores ganancias diarias (15.5 g/animal) se lograron con el nivel de 120% de densidad de nutrientes y 2.9 Mcal de ED/kg, no ocurriendo lo mismo en las dietas<; con 2.7 Mcal de ED/kg, ya que la cantidad de energía digestible inferida fue deficiente para los procesos de síntesis cárnica.

Con respecto a la proteína, estudios realizados en el Perú indican que el rango que mejora el consumo de materia seca, ganancia de peso y conversión alimenticia se encuentra de 14 a 18%. Samamé (1983) indica que los mejores resultados se obtienen con un rango amplio de 14 a 18%, mientras que, los resultados obtenidos por Bocanegra (1972) y Oñate (1990), ambos citados por Campos (2007), establecen que con el nivel de 14% de proteína se obtiene los mejores rendimientos productivos.

Se han logrado adecuados rendimientos con 17% de proteína para la etapa de crecimiento, 16% para desarrollo y engorde y 1 8% para hembras en gestación y lactancia, en raciones mixtas con forraje y suplemento concentrado (Caycedo, 2000). Según el NRC (1995); citado

por Vergara (2008), un nivel de 18% de proteína es adecuado para satisfacer los requerimientos del crecimiento para cuyes de laboratorio.

En cuanto a los requerimientos de aminoácidos, algunos de ellos son sintetizados y otros deben ser adicionados con la ración, entre ellos se encuentran la metionina, lisina, arginina, treonina, triptófano, valina, leucina, isoleucina, fenilalanina e histidina. Se ha sugerido que los requerimientos de metionina más cistina y de lisina en la etapa de crecimiento (21 a 49 días) es de 0.43% y 0.68% y en la etapa de acabado (49 a 91 días) es de 0.31% y 0.58%, respectivamente (Vargas, 1988; citado por Campos, 2007). Por otro lado, Remigio (2006) indica un rango de 0.71 % a 0.79% de metionina más cistina y de 0.78% a 0.84% de lisina en dietas; peletizadas con 2.75 Kcal ED/g.

Cuando se trabajó con tres niveles de lisina (0.78, 0.84 y 0.90%) y tres de aminoácidos azufrados (0.63, 0.71 y 0.79%) se generaron mayores ganancias de peso con los niveles de 0.78% de lisina y 0.71% de aminoácidos azufrados, así como con el nivel de 0.84% de lisina y 0.79% de aminoácidos azufrados, correspondiendo estos niveles a una relación de aminoácidos azufrados y de lisina alrededor de 91 a 94%, siendo superior a la relación de 71% que repone el NRC de 1995 (Remigio, 2006).

Por otro lado, cuando se evaluaron dos niveles de energía y proteína, la mayor ganancia de peso (14.18 g/animal/día) fue obtenida con la dieta de 2.8 Mcal de ED/ Kg, seguida por otra de 3.0 Mcal de ED/Kg (13.19 g/anim al/día), ambas con 18% de proteína; atribuyendo este resultado a la relación de aminoácidos azufrados y de lisina que fue de 74% y 71 % respectivamente (Torres, 2006; citado por Inga, 2008).

En relación a las necesidades de fibra, se recomienda que ésta se encuentre en el rango de 9 a 18% (Moreno, 1989; Hidalgo *et al.*, 1995). Los porcentajes de fibra de concentrados utilizados para la alimentación de cuyes están entre 5 y 18%. Cuando se trata de alimentar a cuyes como animal de laboratorio, donde recibe como alimento una dieta balanceada, ésta debe tener porcentajes altos de fibra. El suministro de fibra en un alimento balanceado pierde importancia cuando los animales reciben una alimentación mixta (Chauca, 1997; citado por Ciprian, 2005).

Se ha encontrado valores de coeficiente de digestibilidad de la fibra para la harina de heno de alfalfa, afrechillo y maíz grano molido de 40.71, 60.11 y 59.06% respectivamente, lo que indica que los cuyes tienen alta capacidad de utilización de la fibra principalmente por la

digestión microbiana realizada a nivel del ciego y colon produciendo ácidos grasos que podrían contribuir significativamente en satisfacer los requerimientos de energía (Humala, 1971; citado por Ciprian, 2005).

Según De Blas (1989); citado por Villafranca (2003), cuando el porcentaje de fibra es adecuado se mantiene una velocidad de paso normal, ya sea por la repleción digestiva o por su acción de lastre y estimulante del peristaltismo.

La fibra es importante en la composición de las raciones no sólo por la capacidad de los cuyes en digerirla, sino que su inclusión es necesaria para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el pasaje del contenido alimenticio a través del tracto digestivo (INIA - CIID, 1996; citado por Villafranca, 2003).

Con respecto a los minerales, se mencionan 11 elementos inorgánicos para cuyes en crecimiento; calcio, fósforo, magnesio, potasio, manganeso, zinc, cobre, hierro, yodo, selenio y cromo, los cuales han sido investigados bajo condiciones de laboratorio, indicando rangos que precisen su requerimiento (Campos, 2007). El NRC (1995) recomienda para cuyes en crecimiento niveles de 0.8 - 1.0% de calcio, 0.4-0.7% de fósforo, 6 mg/Kg de cobre, 50 mg/Kg de fierro y 0.1 mg/Kg de selenio.

Con respecto a los requerimientos de vitaminas, el NRC (1995) recomienda un nivel de 200 mg/Kg de vitamina C para cuyes en crecimiento. Moreno (1989), afirma que el requerimiento de vitamina C no debe ser menor a 10 mg/día e Hidalgo *et al.* (1995), indican un requerimiento de 7 mg/día. Mientras que, Benito *et al.* (2008) citados por Vergara (2008) recomiendan niveles de 30 mg de vitamina C en el alimento de inicio 20 mg en el de crecimiento, 15 mg en el de acabado y 15 mg en el de reproductores por cada 100 g de alimento.

Los cuyes no pueden sintetizar ácido ascórbico debido a la deficiencia de la enzima L-gulonolactona oxidasa. La carencia de esta vitamina produce pérdida del apetito, disminución del crecimiento, heridas en la mucosa bucal y parálisis de los miembros posteriores, puesto que la imposibilidad de formación de colágeno determina defectos estructurales en huesos, cartílagos y tejido conectivo y muscular (Mc Donald *et al.*, 1995).

En cuanto a los requerimientos de vitamina A, de acuerdo con Bentley y Margan (1945) citados por la NRC (1995) con 6.6 mg de retinol o 28.0 mg de B-carotenos por kilogramo

de alimento, el cual puede satisfacer sus requerimientos por simple asimilación de B-carotenos, constituyente normal de la dieta.

El requerimiento de Vitamina B1 (Tiamina) es de 2 mg/kg de alimento para óptimo crecimiento, el requerimiento de Vitamina B2 (Riboflavina) es de 3 mg/kg de alimento y de Vitamina B6 (Piridoxina) es de 2 a 3 mg/kg de alimento, su deficiencia produce anorexia y retardo en el crecimiento (NRC, 1995). El requerimiento de vitamina B12 (Cobalamina) parece ser satisfechos por la síntesis bacteriana siempre que la dieta contenga adecuada cantidad de cobalto (Ciprian, 2005).

El requerimiento de vitamina D es de 0.025 mg/kg de alimento, pero cuando el nivel de calcio y fósforo de la dieta está bien balanceado, aparentemente el cual no requiere vitamina D adicional (NRC, 1995).

## **2.7.UTILIZACIÓN DE LA PAPIRIKA EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL**

El-Deek *et al.* (2012) realizaron un diseño experimental para determinar el efecto de la inclusión de dos niveles de paprika en aves de engorde alimentadas con dietas maíz-soya (AP; 1,5 y 3 g / kg de dieta) como promotor de crecimiento no antibiótico (no-AGP), así mismo se evaluó y comparó la inclusión de Oxitetraciclina (OTC; 0,1 g / kg) como agente promotor de crecimiento (AGP) en el rendimiento del crecimiento, calidad de carcasa, calidad de la carne, lípidos plasmáticos y la respuesta inmunológica.

La suplementación con paprika tuvo un efecto significativamente positivo en el aumento de peso corporal, mientras que la Oxitetraciclina (OTC) no afectó la ganancia de peso corporal (BWG) en comparación al tratamiento control. La paprika aumentó el consumo de alimento, en comparación con el control y la Oxitetraciclina (OTC). La paprika picante (PP) (1.5 g/kg) y Oxitetraciclina (OTC) disminuyeron significativamente el porcentaje de grasa abdominal. Además, 1.5 y 3 g de PP/kg de dieta disminuyeron significativamente el porcentaje de molleja y el triglicérido en plasma de pollos de 45 días. Así mismo se observó una disminución significativa en el sabor, color y aceptabilidad de la carne de pechuga debido a la suplementación de 3 g de PP/kg de dieta, mientras que 1.5 g de PP u OTC a 0.1 g/kg de dieta aumentaron significativamente el sabor, sabor, ternura, color y aceptabilidad de la carne de muslo. En conclusión, PP (Paprika Picante) a 1.5 g/kg podría usarse como AGP (Agente Promotor de Crecimiento) como alternativa para pollos de engorde sin efecto negativo en los estándares de carcasa.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR Y FECHA DE ESTUDIO

El trabajo experimental se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Evaluación Biológica de Alimentos y los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA), ambos correspondientes al Departamento de Nutrición de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina, entre los meses de octubre y diciembre del 2014.

La etapa previa al experimento, en la cual se realizó el procesamiento de la Paprika, se llevó a cabo de la siguiente manera: la Paprika se obtuvo completa con pedúnculo, a esta se le realizó un secado en estufa y luego paso a molerse, posteriormente el secado fue realizado en estufa y finalmente se terminó con la molienda, estos procesos se realizaron en el Laboratorio de Secado y Molienda perteneciente a la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina, y los observamos en las siguientes figuras 4, 5 y 6.

**Figura 4:** Paprika Parcialmente seca



Fuente: Elaboración propia

**Figura 5:** Molienda de la Paprika



Fuente: Elaboración propia

**Figura 6:** Alimento mezclado (60% SPT y 40% Paprika)



Fuente: Elaboración propia

### 3.2. INSTALACIONES Y EQUIPOS

Los animales experimentales fueron alojados individualmente en 10 jaulas metabólicas de acero inoxidable con área de 0.11 m<sup>2</sup> cada una: 37 cm de largo por 28.5 cm de ancho y 30 cm de altura, cada una de las cuales contaba con un piso de malla de acero, comederos

metálicos incorporados y bebederos de vidrio tipo chupón de 250 ml de capacidad ubicados en la parte externa de las jaulas y se conectaban con el interior a través de un tubo de vidrio. Cada jaula contaba además con una bandeja en forma de embudo para la colección de heces y orina por separado.

**Figura 7:** Jaula metabólica



Fuente: Elaboración propia

### **3.3. ANIMALES EXPERIMENTALES**

Se utilizaron 10 cuyes machos de línea mejorada tipo 1 provenientes del Programa de Investigación y Proyección Social (P.I.P.S) en Carnes, los animales tenían aproximadamente 3 meses de edad y poseían un peso promedio de 825.5 g. Los animales fueron distribuidos al azar individualmente en cada jaula metabólica. Se formaron dos grupos de 5 animales cada uno. Un grupo recibió la dieta basal y el otro la dieta experimental.

### 3.4. DIETAS EXPERIMENTALES

- Dieta 1: 100% Dieta basal (DB)\*
- Dieta 2: 40% Paprika molida + 60% Dieta basal= Dieta experimental
- (DE) \*Dieta basal: Subproducto de trigo. En los Cuadros 10 y 11 se presentan la composición química de la dieta basal y de la dieta experimental, respectivamente.

**Tabla 7.** Composición porcentual de los ingredientes y valor nutritivo calculado de la dieta basal (tal como ofrecido)

<b>INGREDIENTES</b>	<b>%</b>
<b>Afrecho</b>	62.01
<b>Hominy feed</b>	15.00
<b>Forraje seco de maíz</b>	10.00
<b>Torta de soya</b>	7.50
<b>Heno de alfalfa</b>	4.00
<b>Carbonato de Calcio</b>	1.00
<b>Fosfato dicálcico</b>	0.10
<b>Sal</b>	0.30
<b>Metionina</b>	0.05
<b>Proapak</b>	0.04
<b>TOTAL</b>	100.00
<b>VALOR NUTRITIVO</b>	
<b>CALCULADO</b>	
<b>Materia seca (%)</b>	88.55
<b>Proteína cruda (%)</b>	17.25
<b>Fibra cruda (%)</b>	9.25
<b>Calcio (%)</b>	0.55
<b>Fósforo disponible (%)</b>	0.34
<b>Energía Digestible (Kcal/Kg)</b>	2845.79

**Tabla 8.** Análisis químico proximal y energético de la dieta basal

<b>COMPONENTES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>BASE PARCIALMENTE SECA (TAL COMO OFRECIDO)</b>	<b>BASE SECA</b>
<b>HUMEDAD</b>	(%)	7.15	0.00
<b>MATERIA SECA</b>	(%)	92.85	100.00
<b>PROTEINA CRUDA/1</b>	(%)	14.55	15.67
<b>FIBRA CRUDA/1</b>	(%)	9.15	9.85
<b>EXTRACTO ETEREEO/1</b>	(%)	3.67	3.95
<b>ELN/1</b>	(%)	61.19	64.89
<b>CENIZAS/1</b>	(%)	5.23	5.63
<b>MATERIA ORGANICA</b>	(%)	87.62	94.37
<b>ENERGIA BRUTA/2</b>	Kcal/g		4.78

FUENTES: (1) Análisis Proximal, realizado en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) (2) Estimada a través de la ecuación del AEC (1978) (ANEXO I)

**Tabla 9.** Análisis químico proximal y energético de la dieta experimental (60 % dieta basal y 40% paprika molida)

<b>COMPONENTES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>BASE PARCIALMENTE SECA (TAL COMO OFRECIDO)</b>	<b>BASE SECA</b>
<b>HUMEDAD</b>	(%)	9.72	0.00
<b>MATERIA SECA</b>	(%)	90.28	100.00
<b>PROTEÍNA CRUDA/1</b>	(%)	16.29	18.04
<b>FIBRA CRUDA/1</b>	(%)	16.38	18.14
<b>EXTRACTO ETÉREO/1</b>	(%)	5.32	5.89
<b>ELN/1</b>	(%)	45.11	49.97
<b>CENIZAS/1</b>	(%)	7.18	7.95
<b>MATERIA ORGÁNICA</b>	(%)	83.1	92.05
<b>ENERGÍA BRUTA/2</b>	Kcal/g		4.78

FUENTES: (1) Análisis Proximal, realizado en el Laboratorio de Evaluación Nutrición de Alimentos (LENA)

(2) Estimada a través de la ecuación del AEC (1978) (ANEXO I)

### **3.5. PÁPRIKA EN ESTUDIO**

En el presente estudio se utilizó el fruto de Paprika (*Capsicum annuum L. var longum*) de descarte proporcionado por una gestión propia. El procesamiento de la Paprika fue el siguiente: Inicialmente fue secado en sombra, luego fue llevado a estufa y posteriormente fue molido.

Se utilizó para la molienda el molino del Laboratorio de Secado y Molienda perteneciente a la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

En la Tabla 10 se presenta el AQP de la Paprika Seca.

Se evaluó la Paprika Seca en forma combinada con la dieta basal. La mezcla de la dieta experimental se realizó en la mezcladora perteneciente al Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

### **3.6. PRUEBA DE CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD**

El experimento constó de dos períodos: un período de adaptación y un período de colección de heces. En el primer período el objetivo fue acostumbrar a los cuyes al manejo, instalaciones, tipo de alimento y determinar el consumo diario promedio. Esta etapa tuvo una duración de 17 días. Durante los primeros 7 días se realizó un cambio gradual del alimento, suprimiendo poco a poco el consumo de SPT a los 10 animales y aumentando el nivel de Paprika molida dentro del concentrado a cinco de ellos, hasta conseguir el nivel requerido (40%). El otro grupo de cinco cuyes solo consumió la dieta basal.

**Tabla 10.** Análisis químico proximal y energético del fruto seco de la Paprika

<b>COMPONENTES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>BASE SECA OFRECIDO)</b>	<b>PARCIALMENTE (TAL COMO</b>	<b>BASE SECA</b>
<b>HUMEDAD</b>	(%)		6.45	-
<b>MATERIA SECA</b>	(%)		93.55	100
<b>PROTEINA CRUDA/1</b>	(%)		18.62	19.9
<b>FIBRA CRUDA/1</b>	(%)		24.24	25.91
<b>EXTRACTO ETEREO/1</b>	(%)		6.53	6.98
<b>ELN/1</b>	(%)		34.53	36.91
<b>CENIZAS/1</b>	(%)		9.63	10.29
<b>MATERIA ORGANICA</b>	(%)		83.92	89.71
<b>ENERGIA BRUTA/2</b>	Kcal/g			3.42

FUENTES: (1) Análisis Proximal, realizado en el Laboratorio de Evaluación Nutrición al de Alimentos (LENA) (2) Estimada a través de la ecuación del AEC (1978) (ANEXO I)

En los 10 días siguientes del período de adaptación, se determinó el consumo voluntario de alimento mediante la diferencia del alimento ofrecido menos el residuo cada 24 horas.

El período de colección de heces tuvo una duración de 5 días, durante el cual también se registró el consumo de alimento (Anexos III y VII). Se realizó la colección total de heces (Anexo IV y VIII), utilizando las bandejas en forma de embudo de cada jaula metabólica. Las heces de cada animal fueron pesadas diariamente y refrigeradas en bolsas de polietileno individualmente. Una muestra de las heces (5 gramos) fue secada en la estufa (105 °C por 5 horas) para determinar la humedad inicial. Las heces restantes de cada animal fueron mezcladas (pool de heces/animal), secadas y molidas (2 mm) para el análisis químico proximal.

**Figura 8:** Colección de Heces



Fuente: Elaboración propia

**Figura 9:** Rotulado de Heces



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 10;** Muestra de Heces



Fuente: Elaboración Propia

La cantidad diaria de alimento ofrecido a cada animal fue de 49.5 g. suministrándose una vez al día a la misma hora (9 a.m.). Diariamente se suministró agua limpia y fresca *Ad libitum*. Para el pesaje del alimento y de las heces se utilizó una balanza electrónica de marca OHAUS, modelo GT 2100, de 0.1 g de sensibilidad.

### **3.7. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL**

Las muestras de la dieta basal, dieta experimental y heces colectadas en la prueba de digestibilidad fueron sometidas al análisis químico proximal utilizando las técnicas establecidas por la A.O.A.C. (1980).

**Figura 11** Método de Kjeldahl



Fuente: Elaboración propia

### 3.8.CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD

En base a los resultados obtenidos en la prueba de consumo, recolección de heces y en los análisis proximales respectivos de las dietas y las heces, se determinó el coeficiente de digestibilidad aparente (CDA) de los nutrientes, aplicando el método directo para la dieta basal y la dieta experimental (Anexos V y X). Los coeficientes de digestibilidad de la paprika seca (Anexo XI) se determinaron utilizando el método indirecto, mediante las fórmulas descritas por Crampton y Harris (1974):

- Método directo:

$$\text{CDA (\%)} = \frac{(\text{Nutriente ingerido} - \text{nutriente en heces}) \times 100}{\text{Nutriente ingerido}}$$

- Método indirecto:

$$D = \frac{100 (T-B) + B}{S}$$

Dónde:

D = Coeficiente de digestibilidad del alimento en estudio

B = Coeficiente de digestibilidad de la dieta basal

T = Coeficiente de digestibilidad de la dieta experimental

S = Nivel de sustitución de la dieta basal por el alimento en estudio

Los cálculos de digestibilidad se realizaron en base al 100% de materia seca.

### 3.9.ESTIMACIÓN DE LA ENERGÍA DIGESTIBLE

Para el cálculo de la energía digestible, se estimó previamente la energía bruta (Anexo 1), multiplicando los porcentajes de la fracción proximal de las dietas y de las heces con sus valores calóricos promedios (proteína: 5.7 Kcal/g; extracto etéreo: 9.3 Kcal/g; ELN y fibra: 4.1 Kcal/g); según AEC (1978). Luego, en base a su contenido energético se determinó la energía digestible del alimento mediante la fórmula descrita por Crampton y Harris (1974):

$$ED = \frac{EB - EH \times Qh}{Ia}$$

### 3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizaron los siguientes parámetros estadísticos:

- Promedio ( $\bar{X}$ )
- Desviación Estándar (D.E.)
- Coeficiente de Variabilidad (C.V. %)

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. DIGESTIBILIDAD DE LA PAPRIKA

En el siguiente Cuadro I se presentan los coeficientes de digestibilidad aparente de la materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, ceniza y extracto libre de nitrógeno del fruto de Paprika seca y en el gráfico 1 se muestran los valores de digestibilidad aparente del Kudzu, la alfalfa, broza henificada de esparrago, heno de alfalfa y hoja de camote comparados al fruto de Paprika seca.

Los coeficientes de digestibilidad de la materia seca 69.77% y materia orgánica 70.36% obtenidos en este experimento son mayores respecto al heno de alfalfa (59.82% y 59.69%), estudiada por Ninanya (1991). *Así mismo*, el coeficiente de digestibilidad de materia seca (69.77%) es mayor a la alfalfa (60.77%), reportada por Saravia, *et al.* (1992) y a la broza henificada de esparrago (38.26%) encontrada por Vilcapoma (1990), pero menor a la hoja de camote (74.08%) reportada por Saravia *et al.* (1992).

El coeficiente de digestibilidad de la proteína cruda fue 86.76%, superior a la alfalfa (64.96%) reportada por Saravia *et al.* (1992), al heno de alfalfa (59.98%) citado por Ninanya (1991), a la hoja de camote (72.07%) reportada por Saravia *et al.* (1992), al Kudzu (61.82%) estudiado por Chauca *et al.* (1978) y a la broza henificada de esparrago (61.68%) encontrada por Vilcapoma (1990).

El coeficiente de digestibilidad de la fibra cruda (40.85%) el cual fue superior al heno de alfalfa, pero por muy poco (40.71%) estudiado por Ninanya (1991). Así también se encontró que fue superior a la alfalfa (32.27%) estudiada por Saravia *et al.* (1992), al kudzu (26.52%) citado por Chauca *et al.* (1978) y a la broza henificada de esparrago (36.22%) encontrada por Vilcapoma (1990). Sin embargo, tuvo una menor digestibilidad que la hoja de camote (59.40%) reportada por Saravia *et al.* (1992)

La digestibilidad de la fibra depende del grado de maduración, es decir del contenido de la pared celular y el grado de lignificación del forraje, el cual también varía de una especie a otra. El contenido de taninos también afecta la digestibilidad, ya que estos se ligan a la fibra y se hace más resistente a la degradación por los microorganismos. Los taninos libres también pueden inactivar a los microorganismos y a sus enzimas (Esparza y Marín, 2004)

Respecto a la digestibilidad del extracto etéreo (89.32%) se encontró un valor superior al heno de alfalfa (23.36%), reportado por Ninanya (1991). Además, fue superior a la alfalfa (40.92%) estudiada por Saravia *et al.* (1992), a la broza henificada de esparrago (29.35%) encontrada por Vilcapoma (1990), al kudzu (23.91%) estudiado por Chauca *et al.* (1978) y a la hoja de camote (70.85%) reportada por Saravia *et al.* (1992)

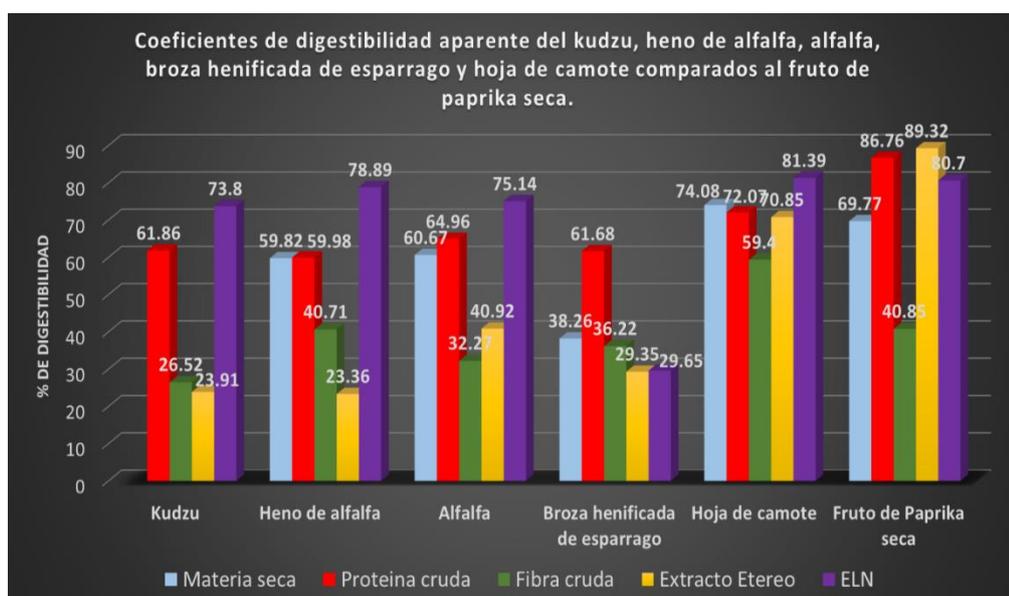
En cuanto a la digestibilidad de ELN se determinó un valor de 80.70%, el cual fue superior al valor reportado para el heno de alfalfa (78.89%) por Ninanya (1991), también fue superior a la alfalfa (75.14%) citada por Saravia *et al.* (1992), a la broza henificada de esparrago (29.65%)

**Tabla 11.** Coeficientes de digestibilidad aparente del fruto de Paprika seca (base seca)

PARAMETROS	% DIGESTIBILIDAD	C.V(%)
MATERIA SECA	69.77	4.88
MATERIA ORGANICA	70.36	4.91
PROTEINA CRUDA	86.76	7.02
EXTRACTO ETEREO	89.32	11.89
FIBRA CRUDA	40.85	12.53
CENIZA	69.56	8.44
EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO	80.7	3.48

**Gráfico 5.**

Coeficiente de digestibilidad aparente del Kudzu, heno de alfalfa, alfalfa broza henificada de esparrago y hoja de camote comparados al fruto de paprika seca



- El coeficiente de digestibilidad de la fibra cruda fue 40.85%, respecto a la digestibilidad del extracto etéreo 89.32%
- En cuanto a la digestibilidad del ELN se determinó un valor de 80.7% y la digestibilidad de la ceniza fue de 69.56%

#### **4.2.ENERGÍA DIGESTIBLE DE LA PÁPRIKA SECA**

La energía digestible (ED) obtenida para el fruto seco de Paprika fue de 3.42 Kcal/g en base seca, el cual es muy similar al valor obtenido en el alimento basal 3.43 Kcal/g.

## V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- Los coeficientes de digestibilidad del fruto seco de Paprika fueron: Materia seca: 69.77%, materia orgánica: 70.36%, proteína cruda: 86.76%, extracto etéreo: 89.32%, fibra cruda: 40.85%, ceniza: 69.56%, extracto libre de nitrógeno: 80.70%.
- La energía digestible del fruto seco de Paprika fue de 3.42 Kcal/g.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Bajo las condiciones en las que se realizó el experimento se recomienda:

- Utilizar los coeficientes de digestibilidad de los nutrientes y el valor de energía digestible del fruto seco de Paprika determinados en el presente trabajo.
- El contenido de nutrientes y la digestibilidad del fruto seco de Paprika la convierten en una muy buena alternativa para suplementar en los lugares en los que abunde su producción y se pueda obtener grandes cantidades de Paprika de descarte a un bajo costo.
- Realizar estudios que permitan determinar el nivel de inclusión más óptimo del fruto seco de Paprika en la alimentación en cuyes en crecimiento, engorde y reproducción.
- Realizar ensayos de digestibilidad y consumo voluntario del fruto seco de Paprika en otras especies.
- Realizar pruebas evaluando el aporte de Vitamina C en el Cuy debido a las grandes cantidades que esta contiene.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**A.O.A.C.** 1980. Official Methods of Analysis. Association of Oficial Analytical Chemist. 13° edición. Washington D.C. USA.

**AIRAHUACHO, F.** 2007. Evaluación de dos niveles de energía digestible en base a los estándares nutricionales del NRC (1995) en dietas de crecimiento para cuyes (*Cavia Porcellus L.*) Tesis para optar por el título de Magister Scietiae. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

**ALIMENTATION EQUILIBRE COMMENTRY – “AEC”.** 1978. Animal Feeding Energy, Aminoacids, Vitamins, Minerals. Document N° 4. Francia.

**ALPIZAR, L.; TRUJILLO, J.; HERRERA, F.J.** 2002. Determinación de capsaicinoides en chile habanero (*Capsicum chinense Jaq.*), colectados en Yucatán. In: Proc. 16th Int. Pepper Conf. November 10–12. Tampico, Tamaulipas, México. pp: 48–49.

**ARENAZA, M.** 1996. Determinación de la digestibilidad y energía digestible de la harina de alga (*Chara Globularis*) en el cuy. Ingeniería Zootecnia. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú.

**AZA-GONZÁLEZ, C.; NUÑEZ-PALENIUS, H. G.; OCHOA-ALEJO, N.** 2010. Molecular biology of capsaicinoid biosynthesis in chili pepper (*Capsicum spp.*), Plant Cell Reports Biotechnology.

**BANERJEE, M.; SARKAR, P.** 2003. Calidad microbiológica de algunas especias al por menor en la India. Food Research International, v. 36, pág. 469-474.

**BEN-CHAIM, A.; BOROVSKY, Y.; FALISE, M.; MAZOUREK, M.; KANG, B.C.; PARAN, I.; JAHN, M.** 2006. QTL analysis for capsaicinoid content in *Capsicum*. Theory Apply Genet, 113: 1481-1490.

**BLUM, E.; MAZOUREK, M.; O'CONNELL, M.; CURRY, J.; THORUP, T.; LIU, K.; JAHN, M.; PARAN, I.** 2003. Molecular mapping of capsaicinoid biosynthesis genes and quantitative trait loci analysis for capsaicinoid content in *Capsicum*. *Theory Appl Genet*, 108:79–86.

**BODGAN A. V. & SKERMAN, P.J.** 1997. Pastos tropicales y plantas de forraje (pastos leguminosos).

**BUCKENHÜSKES, H. J.** 2003. Requisitos actuales sobre el polvo de pimentón para la industria alimentaria.

**CABALLERO, N.** 1992. Valor nutricional de la panca de maíz, consumo voluntario y digestibilidad en el cuy (*Cavia porcellus*). Facultad de Zootecnia. Universidad Agraria La Molina. Lima Perú.

**CAMPOS L, J.** 2007. Evaluación nutricional del frijol mucuna (*Stizolobium deeringianum*) y su uso en la alimentación de cuyes en crecimiento y engorde. Tesis para optar por el título de Magíster Scientíae. Lima- Perú. Universidad Nacional Agraria La Malina.

**CAÑAS, R.** 1998. Alimentación y Nutrición Animal. 2da Edición. Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile.

**CAYCEDO V, A.** 2000. Experiencias investigativas en la Producción de Cuyes. Contribución al desarrollo técnico de la explotación. Universidad de Nariño. Colombia.

**CHAUCA, L; SARAVIA, J; AGUSTÍN, A.** 1978. Digestibilidad de kudzu, maicillo y gramalote en cuyes. Avances en Investigación-Ministerio de Agricultura y Alimentación. Perú. v.8 (1-2) p. 27-30.

**CHURCH, D.C.; POND, W.G. Y POND, K R.** 2002. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2da Edición. México, D.F.- México. Editorial Limusa, S.A.

**CIPRIÁN, R.A.** 2005. Evaluación del tamaño de partícula y nivel de fibra en el concentrado para cuyes (*Cavia porcellus L.*) en crecimiento. Tesis para optar por el título de Ingeniero Zootecnista. Lima- Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.

**COLLERA-ZÚÑIGA, O.; GARCÍA F.; MELÉNDEZ, R.** 2005. Food Chemistry, 90:109–1140.0.

**CORREA, S.H.** 1994. Determinación de la digestibilidad de insumos energéticos proteicos y fibrosos en cuyes. Tesis para optar por el título de Ingeniero Zootecnista. Lima- Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.

**CRAMPTON, E; HARRIS, L.** 1974. Nutrición animal aplicada. Zaragoza- España. Editorial Acribia, S. A.

**DESROSIER, N.W.** 1993. Conservación de alimentos. 2º edición. Compañía Editorial Continental. México D.F. 22,157, 161-171, 177-188 pp.

**DÍAZ, J.; POMAR, F.; BERNAL, A.; MERINO, F.** 2004. Peroxidases and the metabolism of capsaicin in *Capsicum annuum L.* Phytochemistry Reviews 3: 141–157.

**DORANTES, L.; COLMENERO, R.; HERNÁNDEZ, H.; MOTA, L.; JARAMILLO, M. E.; FERNÁNDEZ, E.; SOLANO, C.** 2000. Inhibition of growth of some foodborne pathogenic bacteria by *Capsicum annum* extracts. International Journal of Food Microbiology, 57: 125–128.

**EL-ADAWY, T. A. Y TAHA, K. M.** 2001. Características y composición de los aceites y harinas de semillas de sandía, calabaza y pimentón. *J. Agric. Food Chem.*, 49, 1253 - 1259.

**ESAYAS, K.; SHIMELIS, A.; ASHEBIR, F.; NEGUSSIE, R.; BERHANU, T. Y GULELAT, D.** 2011. Proximate composition, mineral content and antinutritional factors of some *Capsicum (Capsicum annum)* varieties grown in Ethiopia. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*. Etiopia.

**ESCUDERO, D.** 2005. Evaluación del rendimiento y valor nutritivo del pasto "Mucuna" (*Stizolobium deeringianum*) a lo largo de su periodo vegetativo. Tesis para optar por el título de Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.

**ESCUDERO, D; BARBOZA, B; MENDIVIL, M.** 2006. La investigación participativa en los procesos de desarrollo. El caso del cultivo de la mucuna (*Stizolobium deeringianum*) en la agricultura urbana de la ciudad de Lima. Programa de Cosecha Urbana del CIP. Lima- Perú.

**ESKIN, N. A. M.; ROBINSON, D.** 2011. Food shelf life stability: Chemical, biochemical and microbiological changes. *CRC series in contemporary food Science*. Boca Raton: CRC press.

**FERNÁNDEZ - TRUJILLO, J. P.** 2006. Extracción convencional de oleorresina de pimentón dulce y picante I. Generalidades, composición, proceso e innovaciones y aplicaciones. *Grasas y Aceites*, v. 58, p. 152-163.

**GALLARDO - GUERRERO, I.** 2010. Caracterización fisicoquímica y microbiológica del proceso de deshidratación de frutos de pimiento rojo para la producción de pimentón. *LWT-Food Science and Technology*, v. 43.

**GARCÍA ECHEVARRIA, CL; BRESSANI, R.** 2006. Efecto de diversos tratamientos en la cocción del frijol Mucuna. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 56 (2):175-184.

**GÓMEZ, B; VERGARA, V.** 1993. Fundamentos de nutrición y alimentación. I Curso nacional de capacitación en crianzas familiares. Págs. 38-50. INIA-EELM-EEBI.

**GÓMEZ, C.; VERGARA, V.** 1994. Fundamentos de la nutrición y alimentación, Serie guía didáctica sobre crianza de cuyes, INIA – CIID, Lima – Perú.

**GOVINDARAJAN, V. S.** 1986. *Capsicum* - Production, Technology, Chemistry, and Quality-Part II. Processed Products, Standards, World Production and Trade. Critical Reviews Food Science Nutrition, 23: 207-288.

**GUTIÉRREZ-CARVAJAL, M. G.; MONFORTE- GONZÁLEZ, M.; MIRANDA-HAM, M. DE I; GODOY, G.; VÁZQUEZ-FLOTA, F.** 2010. Induction of capsaicinoid synthesis in *Capsicum chinense* cell cultures by salicylic acid or methyl jasmonate, *Biologia plantarum*, 54 (3): 430-434.

**HAKMAOUI, A.; OUATMANE, A.; FERNÁNDEZ - TRUJILLO, J. P.** 2013. El cultivo de la madera y la industria del pimiento en la región de TadlaAzilal. Marruecos. *Horticultura*, v. 295, p. 31-35, 2011.

**HARVELL, K. P.; BOSLAND, W.** 1997. The environment produces a significant effect on pungency of chili. *Horticultural Science*, 32: 1292-1297.

**HERRERA, G.** 1966. Pastos y forrajes. Ministerio de Agricultura. Instituto Colombiano Agropecuario. Asistencia Técnica-Manual No 10. Programa Pastos y Forrajes ICA. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Tulio Ospina, Medellín - Colombia.

**HERRERA, G; LOTERO, J; CROWDER, L.** 1966. Frecuencia de corte de leguminosas forrajeras tropicales. *Agricultura tropical*. 22 (9): 473 -483.

**INGA, R.A.** 2008. Evaluación de dos niveles de energía digestible y dos niveles de fibra cruda en dietas de crecimiento con exclusión de forraje para cuyes mejorados. UNALM. Lima – Perú.

**JOHNSON, C. D.; DECOTEAU, R.** 1996. Nitrogen and potassium fertility affects Jalapeño pepper plant growth, pod yield and pungency. HortScience, 31: 1119-1123.

**KIM J. S.; AHH, J.; LEE, S. J.; MOON, B.; HA, T. H.; KIM, S.** 2011. Phytochemicals and antioxidant activity of fruits and leaves of paprika (*Capsicum annum L.*, var. special) cultivated in Korea. Journal Food Science, 76: 193–198.

**KNOTKOVA, H.; PAPPAGALLO, M.; SZALLASI, A.** 2008. Capsaicin (TRPV1 Agonist) therapy for pain relief: farewell or revival Clinical Journal Pain, 24: 142-154.

**LANDEO, L.** 1992. Evaluación de tres niveles de heno de broza de espárrago (*Asparagus officinalis L.*) en dietas de engorde para cuyes. Tesis para optar por el título de Ingeniero Zootecnista). Lima- Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.

**LEUNG, F. W.** 2008. Capsaicin-sensitive intestinal mucosal afferent mechanism and body fat distribution. Life Science 83: 1-5.

**MC. DONALD, P; EDWARDS, R; GREENHALGH, J; MORGAN, C.** 1995. Nutrición Animal. 5ª edición. Zaragoza- España. Editorial Acribia, S. A.

**MORENO R.A.** 1989. Producción de Cuyes. Universidad Nacional Agraria la Molina. Departamento de Producción Animal. Lima – Perú

**NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC).** 1995. Nutrient Requirements of laboratory animal. National Academy of Sciences. Fourth revised edition.

**NINANYA, C.** 1991. Coeficiente de digestibilidad del heno de alfalfa, afrechillo, maíz y harina de pescado en cuyes. Lima - Perú. Universidad Nacional Agraria La Malina.

**NUEZ, F.; GIL, O. R.; COSTA, J.** 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Ediciones Mundi. Prensa. Madrid.

**PARAN, I.; BEN-CHAIM, A.; BYOUNG-CHEORL, K.; JAHN, M.; BOROVSKY, Y.; FALISE, M.; MAZOUREK, M.** 2007. *Capsicums*, Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants, 5. Theory Apply Genet, 113:1481–1490.

**PÉREZ-GÁLVEZ, A.; GARRIDO, J.; MÍNGUEZ-MOSQUERA, M. I.; LOZANO, M.; MONTERO, V.** 1999. Fatty acid composition of two pepper varieties (*Capsicum annum L.* cv. jaranda y jariza). Effect of drying process and nutritional aspects. Journal of the America Oil Chemistry Society, 76(2):205-208.

**REMIGIO, R.M.; VERGARA, V.; CHAUCA L.** 2006. Evaluación de tres niveles de lisina y aminoácidos azufrados en dietas de crecimiento para cuyes (*Cavia porcellus L.*) mejorados. Universidad Nacional Agraria la Molina. Departamento de Producción Animal. Lima – Perú

**SAMAME, J.** 1983. Niveles de energía en cuyes en reproducción y en crecimiento. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. 87 p.

**SARAVIA, J.; RAMIREZ, S.; MUSCARI, J.** 1992. Consumo voluntario y digestibilidad de cuyes de forrajes producidos en la Costa Central. En: XV Reunión APPA. Pucallpa: Asociación Peruana de Producción Animal.

**SILVA, J.J.; VERGARA, V.** 1992. Utilización de la semilla des pigmentada de achiote (sda) en la alimentación de cuyes en crecimiento y acabado. Universidad Nacional Agraria la Molina. Departamento de Producción Animal. Lima – Perú

**STEWART, C; MAZOUREK, M.; STELLARI, M.; O’CONNELL, M.; JAHN, M.** 2007. Genetic control of pungency in *Capsicum chinense* via the Pun1 locus. Journal of Experimental Botany, 58: 979–991.

**SUNG, Y.; YU- YUN, C.; NI –LUN, T.** 2005. Capsaicin biosynthesis in water stressed hot pepper fruits. Botanical Bulletin Academia Sínica, 46: 35-42.

**SURH, Y. J.** 2002. More than spice: Capsaicin in hot chili peppers makes tumor cells commit suicide. Journal of National Cancer Institute, 94: 1263–1265.

**VAISHNAVA, P.; WANG, D. H.** 2003. Capsaicin sensitive-sensory nerves and blood pressure regulation. Current Medical Chemistry, 1:177- 188.

**VERGARA, V.** 2008. Simposio Avances sobre producción de cuyes en el Perú. En XXXI Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA). La Molina UNALM. Lima-Perú.

**VILLAFRANCA A.** 2003. Evaluación de tres niveles de fibra en el alimento balanceado para cuyes en crecimiento y engorde. Tesis UNALM. Lima – Perú

**XU, Q.; BARRIOS, C. A.; CUTRIGHT, T.; NEWBY, B. M. 2005.** Assessment of antifouling effectiveness of two natural product antifoulants by attachment study with freshwater bacteria. *Environmental Science Pollut. Research* 12, 278-284.

**ZEVALLOS, L. 1994.** Evaluación Biológica de la hoja de Morera (*Morus indica*) mediante pruebas de digestibilidad y crecimiento en Cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis para optar por el título de Ingeniero Zootecnista. Lima- Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.

**Artículos de la web:**

**FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO.** Food Composition Table for Vegetables and Fruits. 2009.

Recuperado el 4 de agosto del 2017.

Disponible en : [www.fao.org/infoods/index\\_en.htm](http://www.fao.org/infoods/index_en.htm).

**U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA.** 2009. Agricultural Research Service. USDA Nutrient Database for Standard Reference. Nutrient Data Laboratory.

Recuperado el 15 de setiembre del 2017.

Disponible en <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search>

**ROJAS B, A.F. 2010.** Caracterización físico-mecánica de la semilla de vitabosa (*Mucuna deeringiana*). Medellín-Colombia. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

Recuperado el 30 de agosto del 2017.

Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/1855/1/87571797.2010.pdf>

**ROSALES, J; TANG, T. 1996.** Composición química y digestibilidad de insumas alimenticios de la zona de Ucayali. *Folia Amazónica* Vol. 8(2).

Recuperado el 01 de setiembre del 2017.

Disponible en <http://www.íiap.org.pe/Upload/Publicación/PUBL676.pdf>

**FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS –**

**FAO.** 2000. Sistema de información de los recursos del pasto (en línea).

Recuperado el 16 de agosto del 2017.

Disponible en <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/afris/es/Data/266.html>

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1:

#### Análisis Químico Proximal Porcentual del Subproducto de Trigo, Paprika y Mezcla SPT (60%) Con Paprika Molida (40%)

Componentes	Unidad	Subproducto de Trigo (SPT)		Paprika			Mezcla de SPT (60% Harina de Paprika (40%))	
		Base Fresca	Base Seca	Base Fresca	Parcialmente Seco	Base Seca	Base Fresca	Base Seca
HUMEDAD	(%)	7.15	0.00	71.42	6.45	0.00	9.72	0
MATERIA SECA	(%)	92.85	100	28.58	93.55	100	90.28	100
PROTEINA	(%)	14.55	15.67	5.69	18.62	19.90	16.29	18.04
GRASA	(%)	3.67	3.95	1.99	6.53	6.98	5.32	5.89
FIBRA	(%)	9.15	9.85	7.41	24.24	25.91	16.38	18.14
CENIZAS	(%)	5.23	5.63	2.94	9.63	10.29	7.18	7.95
ELN	(%)	61.19	64.89	10.55	34.53	36.91	45.11	49.97

**Anexo 2:****Análisis Químico Proximal de las Heces (Base Seca)**

<b>Animal N°</b>	<b>Proteína Cruda</b>	<b>Grasa Total</b>	<b>Fibra Cruda</b>	<b>Ceniza</b>	<b>ELN</b>	
			(%)			
<b>1</b>	19.15	5.22	15.25	8.32	52.06	
<b>2</b>	18.75	5.78	16.02	8.85	50.6	HECES
<b>3</b>	19.56	5.71	15.19	8.47	51.07	DE
<b>4</b>	20.41	6.12	15.12	8.34	50.01	ALIMENTO
<b>5</b>	19.05	5.71	15.39	8.28	51.57	BASAL
						(SPT)
						(1,2,3,4 y 5)
<b>6</b>	16.20	6.43	31.48	10.15	35.74	
<b>7</b>	16.92	6.22	30.98	10.18	35.70	HECES
<b>8</b>	16.43	4.99	31.81	10.12	36.66	DE
<b>9</b>	16.36	5.28	30.74	11.24	36.38	ALIMENTO
						MEZCLA
						(PAPRIKA+SPT)
						(6,7,8,9 y 10)

---

<b>10</b>	15.70	6.27	31.50	9.76	36.77
-----------	-------	------	-------	------	-------

---

**Anexo 3:**

**Cantidad de Subproducto de Trigo (SPT) Ingerido por Cuy (Base Seca)**

<b>Animal N°</b>	<b>N° Día</b>	<b>Total Alimento Ofrecido (g)</b>	<b>Alimento No Consumido (g)</b>	<b>Total Alimento Ingerido/Día (g)</b>	<b>Promedio de Alimento Ingerido/Periodo (g)</b>
<b>1</b>	1	49.5	19.56	30.22	<b>28</b>
	2	49.5	19.56	32.1	
	3	49.5	23.29	28.54	
	4	49.5	24.68	23.33	
	5	49.5	24.68	27.94	
	6	49.5	21.42	25.88	
<b>2</b>	1	49.5	29.8	24.98	<b>23.51</b>
	2	49.5	27.94	22.8	
	3	49.5	30.74	26.5	
	4	49.5	27.94	25.14	
	5	49.5	33.53	20.23	
	6	49.5	31.2	21.40	
<b>3</b>	1	49.5	17.23	31.15	<b>26.37</b>
	2	49.5	27.94	24.38	
	3	49.5	27.48	22.79	
	4	49.5	19.09	30.05	
	5	49.5	31.2	22.4	
	6	49.5	20.49	27.42	
<b>4</b>	1	49.5	13.97	35.12	<b>28.08</b>
	2	49.5	29.34	31.51	
	3	49.5	27.01	22.1	
	4	49.5	23.29	24.33	
	5	49.5	31.2	26.45	
	6	49.5	20.49	28.94	
<b>5</b>	1	49.5	11.64	38.45	<b>30.87</b>
	2	49.5	27.01	26.4	
	3	49.5	13.04	36.75	

4	49.5	25.61	27.35
5	49.5	39.12	22.47
6	49.5	13.97	33.78
<b>Promedio</b>			<b>27.37</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>2.69</b>
<b>Coefficiente de variabilidad (%)</b>			<b>9.82</b>

**Anexo 4:**

**Cantidad de Heces Excretadas de los Animales Alimentados con Subproducto de Trigo (Base Fresca y Base Seca)**

Animal N°	N° Día	Total, Heces Frescas (g)	Prom Hec/Per (g) BF	MS Heces %	Heces Base Seca
<b>1</b>	1	25.50			
	2	21.00			
	3	20.00	23.83	35.71	<b>8.51</b>
	4	29.50			
	5	24.00			
	6	23.00			
<b>2</b>	1	20			
	2	14			
	3	16.50	16.33	36.13	<b>5.90</b>
	4	18.00			
	5	14.50			
	6	15			
<b>3</b>	1	22.00			
	2	19.00			
	3	15.00	20.17	37.11	<b>7.49</b>
	4	24.50			
	5	19.50			
	6	21.00			
<b>4</b>	1	31.50			
	2	18.50			
	3	22.00	23.92	33.88	<b>8.10</b>
	4	26.50			
	5	19.00			
	6	26.00			
<b>5</b>	1	30.00			
	2	22.50			
	3	30.00	26.58	33.28	<b>8.85</b>

---

4	26.50
5	28.50
6	22.00

---

<b>Promedio</b>	<b>7.77</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>1.16</b>
<b>Coefficiente de variabilidad (%)</b>	<b>14.95</b>

---

**Anexo 5:**

**Nutrientes Ingeridos y Nutrientes Excretados del Alimento Basal (Subproducto de Trigo) ( Base Seca)**

<b>Animal</b>	<b>TOTAL DE NUTRIENTES INGERIDOS (g)</b>							<b>TOTAL DE NUTRIENTES EXCRETADOS (g)</b>						
	<b>N°</b>	<b>Materia Seca</b>	<b>Proteína Cruda</b>	<b>Grasa Total</b>	<b>Fibra Cruda</b>	<b>Ceniza</b>	<b>ELN</b>	<b>Materia Orgánica</b>	<b>Materia Seca</b>	<b>Proteína Cruda</b>	<b>Grasa Total</b>	<b>Fibra Cruda</b>	<b>Ceniza</b>	<b>ELN</b>
<b>1</b>	28	4.39	1.11	2.76	1.58	18.17	26.42	8.51	1.63	0.44	1.30	0.71	4.43	7.80
<b>2</b>	23.51	3.68	0.93	2.32	1.32	15.26	22.19	5.9	1.11	0.34	0.95	0.52	2.99	5.38
<b>3</b>	26.37	4.13	1.04	2.60	1.48	17.11	24.89	7.49	1.47	0.43	1.14	0.63	3.83	6.86
<b>4</b>	28.08	4.40	1.11	2.77	1.58	18.22	26.50	8.1	1.65	0.50	1.22	0.68	4.05	7.42
<b>5</b>	30.87	4.84	1.22	3.04	1.74	20.03	29.13	8.85	1.69	0.51	1.36	0.73	4.56	8.12

**Anexo 6:**  
**Coefficiente de Digestibilidad del Alimento Basal Subproducto de Trigo (SPT)**

<b>Animal N°</b>	<b>Materia Seca</b>	<b>Proteína Cruda</b>	<b>Grasa Total</b>	<b>Fibra Cruda (%)</b>	<b>Ceniza</b>	<b>ELN</b>	<b>Materia Orgánica</b>
<b>1</b>	69.61	62.86	59.84	52.95	55.09	75.62	70.47
<b>2</b>	74.90	69.97	63.28	59.18	60.55	80.43	75.76
<b>3</b>	71.60	64.55	58.94	56.20	57.27	77.65	72.45
<b>4</b>	71.15	62.43	55.31	55.72	57.27	77.77	71.98
<b>5</b>	71.33	65.15	58.56	55.21	57.84	77.22	72.14
<b>Promedio:</b>	<b>71.72</b>	<b>64.99</b>	<b>59.18</b>	<b>55.85</b>	<b>57.60</b>	<b>77.74</b>	<b>72.56</b>
<b>Desviación estándar:</b>	<b>1.94</b>	<b>3.01</b>	<b>2.86</b>	<b>2.24</b>	<b>1.96</b>	<b>1.73</b>	<b>1.94</b>
<b>C. de variabilidad (%):</b>	<b>2.71</b>	<b>4.63</b>	<b>4.83</b>	<b>4.01</b>	<b>3.40</b>	<b>2.23</b>	<b>2.68</b>

**Anexo 7:**

**Cantidad de Mezcla Paprika + SPT Ingerido por Cuy (Base Seca)**

Animal N°	N° Día	Total	Alimento	Total Alimento Ingerido/Día (g)	Promedio de
		Alimento Ofrecido (g)	no Consumido (g)		Alimento Ingerido/Periodo (g)
<b>6</b>	1	49.50	10.8	38.7	<b>44.1</b>
	2	49.50	1.77	47.73	
	3	49.50	0.65	48.85	
	4	49.50	3.4	46.1	
	5	49.50	5.78	43.72	
	6	49.50	8.16	41.34	
<b>7</b>	1	49.50	16.46	38.05	<b>38.74</b>
	2	49.50	2.77	46.73	
	3	49.50	5.62	43.88	
	4	49.50	17.27	32.23	
	5	49.50	14.81	34.69	
	6	49.50	17.57	36.88	
<b>8</b>	1	49.50	15.78	33.72	<b>37.55</b>
	2	49.50	7.96	41.54	
	3	49.50	15.87	33.63	
	4	49.50	19.08	39.12	
	5	49.50	12.25	37.25	
	6	49.50	18.1	40.02	
<b>9</b>	1	49.50	4	45.5	<b>44.62</b>
	2	49.50	6.05	43.45	
	3	49.50	2.79	46.71	
	4	49.50	7.03	42.47	
	5	49.50	6.37	43.13	
	6	49.50	3.07	46.43	
<b>10</b>	1	49.50	7.5	42	<b>43.3</b>
	2	49.50	4.65	44.85	
	3	49.50	5	44.5	

4	49.50	5.8	43.7
5	49.50	7.12	42.38
6	49.50	7.14	42.36
<b>Promedio</b>			<b>41.66</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>3.27</b>
<b>Coefficiente de variabilidad (%)</b>			<b>7.85</b>

**Anexo 8:**

**Cantidad de Heces Excretadas de los Animales Alimentados con la Mezcla Paprika +  
Afrecho (Base Fresca y Base Seca)**

<b>Animal N°</b>	<b>N° Día</b>	<b>Total Heces Frescas (g)</b>	<b>Prom Hec/Per (g) BF</b>	<b>MS Heces %</b>	<b>Heces Base Seca</b>
<b>6</b>	1	42.93	<b>41.37</b>	<b>31.23</b>	<b>12.92</b>
	2	45.40			
	3	40.32			
	4	41.43			
	5	37.08			
	6	41.05			
<b>7</b>	1	43.10	<b>42.62</b>	<b>26.38</b>	<b>11.24</b>
	2	45.23			
	3	41.20			
	4	39.76			
	5	47.10			
	6	39.31			
<b>8</b>	1	31.30	<b>30.61</b>	<b>36.96</b>	<b>11.31</b>
	2	32.02			
	3	34.10			
	4	27.51			
	5	29.30			
	6	29.45			
<b>9</b>	1	35.83	<b>41.99</b>	<b>30.56</b>	<b>12.83</b>
	2	40.50			
	3	37.48			
	4	42.82			
	5	49.36			
	6	45.93			
<b>10</b>	1	25.90	<b>31.06</b>	<b>39.17</b>	<b>12.16</b>
	2	26.30			

---

3	30.91
4	38.83
5	31.05
6	33.35

---

<b>Promedio</b>	<b>11.62</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>0.80</b>
<b>Coefficiente de variabilidad (%)</b>	<b>6.89</b>

---

**Anexo 9:**

**Nutrientes Ingeridos y Nutrientes Excretados de la Mezcla Paprika + SPT (Subproducto de Trigo) (Base Seca)**

Animal Nº	TOTAL DE NUTRIENTES INGERIDOS (g)							TOTAL DE NUTRIENTES EXCRETADOS (g)						
	Proteína Cruda	Grasa Total	Fibra Cruda	Ceniza	ELN	Materia Orgánica	Materia Seca	Proteína Cruda	Grasa Total	Fibra Cruda	Ceniza	ELN	Materia Orgánica	
<b>6</b>	44.1	7.96	2.60	8.00	3.51	22.04	40.59	12.92	2.09	0.83	4.07	1.31	4.62	11.61
<b>7</b>	38.74	6.99	2.28	7.03	3.08	19.36	35.66	11.24	1.90	0.70	3.48	1.14	4.01	10.10
<b>8</b>	37.55	6.77	2.21	6.81	2.98	18.76	34.56	11.31	1.86	0.56	3.60	1.14	4.15	10.17
<b>9</b>	44.62	8.05	2.63	8.09	3.55	22.30	41.07	12.83	2.10	0.68	3.94	1.44	4.67	11.39
<b>10</b>	43.3	7.81	2.55	7.85	3.44	21.64	39.86	12.16	1.91	0.76	3.83	1.19	4.47	10.98

**Anexo 10:**  
**Coefficiente de Digestibilidad de la Mezcla Paprika y Subproducto de Trigo (SPT)**

<b>Animal N°</b>	<b>Materia Seca</b>	<b>Proteína Cruda</b>	<b>Grasa Total</b>	<b>Fibra Cruda (%)</b>	<b>Ceniza</b>	<b>ELN</b>	<b>Materia Orgánica</b>
<b>6</b>	70.70	73.69	68.02	49.17	62.60	79.05	71.40
<b>7</b>	70.98	72.79	69.36	50.45	62.83	79.27	71.69
<b>8</b>	69.87	72.55	74.49	47.16	61.65	77.89	70.57
<b>9</b>	71.24	73.93	74.22	51.26	59.34	79.07	72.27
<b>10</b>	71.91	75.55	70.09	51.21	65.51	79.33	72.46
<b>Promedio:</b>	<b>70.94</b>	<b>73.70</b>	<b>71.24</b>	<b>49.85</b>	<b>62.39</b>	<b>78.92</b>	<b>71.68</b>
<b>Desviación estándar:</b>	<b>0.75</b>	<b>1.18</b>	<b>2.94</b>	<b>1.72</b>	<b>2.23</b>	<b>0.59</b>	<b>0.75</b>
<b>Coef.. de variabilidad (%):</b>	<b>1.05</b>	<b>1.61</b>	<b>4.13</b>	<b>3.46</b>	<b>3.57</b>	<b>0.74</b>	<b>1.05</b>

**Anexo 11:**  
**Coefficiente de Digestibilidad de la Paprika**

<b>Animal N°</b>	<b>Materia Seca</b>	<b>Proteína Cruda</b>	<b>Grasa Total</b>	<b>Fibra Cruda (%)</b>	<b>Ceniza</b>	<b>ELN</b>	<b>Materia Orgánica</b>
<b>6</b>	72.35	89.93	80.31	43.50	73.88	84.19	72.80
<b>7</b>	65.10	77.02	78.48	37.34	66.24	77.52	65.58
<b>8</b>	67.27	84.55	97.82	33.61	68.22	78.27	67.76
<b>9</b>	71.38	91.17	102.59	44.57	62.44	81.01	72.71
<b>10</b>	72.77	91.15	87.40	45.22	77.01	82.50	72.94
<b>Promedio:</b>	<b>69.77</b>	<b>86.76</b>	<b>89.32</b>	<b>40.85</b>	<b>69.56</b>	<b>80.70</b>	<b>70.36</b>
<b>Desviación estándar:</b>	<b>3.40</b>	<b>6.09</b>	<b>10.62</b>	<b>5.12</b>	<b>5.87</b>	<b>2.81</b>	<b>3.46</b>
<b>Coef. .de variabilidad (%):</b>	<b>4.88</b>	<b>7.02</b>	<b>11.89</b>	<b>12.53</b>	<b>8.44</b>	<b>3.48</b>	<b>4.91</b>

## Anexo 12

### Energía Digestible del Alimento Basal (Subproducto de Trigo) (Base Seca)

Animal Nº	Energía Bruta del Alimento (Kcal/G)	Energía Bruta de Heces (Kcal/g)	Cantidad de Heces (g)	Ingestión de Alimentos (g)	Energía Digestible (Kcal/g)
1	4.78	4.75	8.51	28	3.34
2	4.78	4.74	5.9	23.51	3.59
3	4.78	4.77	7.49	26.37	3.43
4	4.78	4.80	8.1	28.08	3.40
5	4.78	4.77	8.85	30.87	3.41
<b>Promedio:</b>					<b>3.43</b>
<b>Desviación estándar:</b>					<b>0.095</b>
<b>Coef. de variabilidad (%):</b>					<b>2.77</b>

(Crampton y Harris 1974)

$$ED = \frac{\text{Energía bruta del alimento} - \text{Energía bruta de heces} \times \text{cantidad de heces}}{\text{ingestión de alimentos}}$$

**Anexo 13:**  
**Energía Digestible de la Mezcla (Paprika y Subproducto de Trigo) (Base Seca)**

<b>Animal N°</b>	<b>Energía Bruta del Alimento (Kcal/g)</b>	<b>Energía Bruta de Heces (Kcal/g)</b>	<b>Cantidad de Heces (g)</b>	<b>Ingestión de Alimentos (g)</b>	<b>Energía Digestible (Kcal/g)</b>
6	4.78	4.69	12.92	44.1	3.4060
7	4.78	4.68	11.24	38.74	3.4220
8	4.78	4.62	11.31	37.55	3.3878
9	4.78	4.58	12.83	44.62	3.4630
10	4.78	4.69	12.16	43.3	3.4624
<b>Promedio:</b>					<b>3.43</b>
<b>Desviación estándar:</b>					<b>0.034</b>
<b>Coef. de variabilidad (%):</b>					<b>0.98</b>

(Crampton y Harris 1974)

$$ED = \frac{EB \text{ (Mezcla)} - EB \text{ Heces} \times \frac{\text{cantidad de heces}}{\text{ingestión de alimentos}}}{1}$$

**Anexo 14:**  
**Energía Digestible de la Paprika (Base Seca)**

Animal N°	Energía Digestible Mezcla (Kcal/g)	Energía Digestible SPT (Kcal/g)	% Dieta Basal (Afrecho)	% Sustitución (Paprika)	Energía Digestible ED (Kcal/g)
6	3.4060	3.3363	0.6	0.4	3.2106
7	3.4220	3.5905	0.6	0.4	3.1693
8	3.3878	3.4252	0.6	0.4	3.3317
9	3.4630	3.3954	0.6	0.4	3.5643
10	3.4624	3.4125	0.6	0.4	3.5372
<b>Promedio:</b>					<b>3.4226</b>
<b>Desviación estándar:</b>					<b>0.21</b>
<b>Coef. de variabilidad (%):</b>					<b>10.69</b>

(Crampton y Harris 1974)

$$\frac{\text{ED (Mezcla)} - \text{ED (Alimento basal)}}{\% \text{ de sustitución}} + \text{ED (alimento basal)}$$

**Anexo 15:**

**Porcentaje de Nutrientes Digestibles y Nutrientes Digestibles Totales (NDT) del Fruto de Paprika (Base Seca)**

<b>PROTEINA DIGESTIBLE %</b>	<b>17.27</b>
<b>EE DIGESTIBLE %</b>	<b>14.03</b>
<b>FIBRA DIGESTIBLE %</b>	<b>10.58</b>
<b>ELN DIGESTIBLE %</b>	<b>29.79</b>
<b>NDT (%)</b>	<b>71.67</b>