

**VALOR NUTRICIONAL DE DIFERENTES HÍBRIDOS DE MAÍZ EN AVES**

Tesina

de la alumna

**ANA LAURA TASSAROLO**

Este trabajo ha sido presentado como requisito

para la obtención del título de

**INGENIERO AGRONOMO**

Carrera: Ingeniería Agronómica

Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.

Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.

Pergamino, 02 de diciembre de 2014

Trabajo Final de Grado Tassarolo, Ana Laura - UNNOBA

**VALOR NUTRICIONAL EN AVES DE DIFERENTES HÍBRIDOS DE MAÍZ**

Tesina

de la alumna

**ANA LAURA TASSAROLO**

Director: **MV, DR. BERNARDO F. IGLESIAS**

Carrera: Ingeniería Agronómica

Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.

Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.

Pergamino, 02 de diciembre de 2014

### **Agradecimientos**

- A la Comunidad Educativa de la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, por darme la posibilidad de formarme como profesional y darme las herramientas para construir mi futuro profesional.
- A la Sección Avicultura del INTA – EEA Pergamino, por abrirme sus puertas para desarrollar las prácticas de la tesina con una gran calidez y amabilidad.
- A mi director de Tesina, Bernardo Iglesias, por el tiempo y compromiso brindado, poniéndose siempre a disposición sin importar día ni horario y enseñándome a través de su experiencia la manera de transitar los primeros pasos de esta profesión.
- A mis padres Carlos y Silvia por el amor con el que me criaron, por predicar con el ejemplo sobre la importancia del respeto, los valores y por sobre todo por demostrarme que en base al esfuerzo y a la tenacidad todo se puede lograr.
- A mis hermanos de sangre Lorena y Daniel, mis hermanos de corazón Analía y Mauricio, por ser los pilares fundamentales para seguir adelante, por apoyarme con amor en este camino y por darme los tesoros de mi vida, mis sobrinos, Agustina, Facundo, Luciano y Sol.
- A Mariana por darme su apoyo durante todos estos años y por acompañarme incondicionalmente, dándome siempre una palabra de aliento.
- A Vanesa quien me acompañó en este largo proceso con su profesionalismo y cariño, por enseñarme a confiar en mi capacidad, sin dejarme bajar los brazos, más allá de los obstáculos que se interpusieron en mi trayecto.
- A Ana Paula, quien compartió conmigo este desafío, alentándome y dándome siempre su confianza para llegar a esta meta.

### **Resumen**

El grano de maíz constituye un pilar fundamental en la alimentación aviar. Dentro del aporte nutricional que hace este cereal, el más importante es la energía, proporcionada a través del almidón y del aceite. El almidón es el polisacárido de reserva de la mayoría de los granos. Está constituido por dos compuestos, amilosa y amilopectina, que se encuentran en distintas proporciones según el tipo de grano. En la actualidad existen diversos germoplasmas de maíz, pero dos de ellos son los más frecuentes, el Flint y el Semidentado. Conocer el aporte de cada uno de ellos y en especial de los híbridos que los conforman es crucial para ajustar las dietas de los animales de producción, sobre todo en el caso de las aves. Por tal motivo, el objetivo de este trabajo fue evaluar nutricionalmente distintos híbridos de maíz (de germoplasma Flint y Semidentados) y determinar si existen diferencias nutricionales entre los mismos. Para determinar la composición química de los maíces (materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, cenizas, fibra cruda, aminoácidos totales y digestibles) se empleó el "Análisis NIRS" basado en la absorción del infrarrojo cercano. Por otro lado la Energía se determinó utilizando gallos adultos siguiendo la metodología descrita por Sibbald (1976). Como resultado se encontró que los maíces Flint presentaron menor contenido de fibra cruda (17,3%) y peso hectolítrico más alto (4,9%) que los Semidentados, no habiéndose registrado diferencia en los demás valores del análisis proximal. De la misma manera se observó un mejor aprovechamiento de energía en los maíces Flint (+0,7 puntos porcentuales) respecto a los maíces Semidentados. En cambio, no se hallaron diferencias en el contenido de aminoácidos totales y digestibles entre germoplasmas.

### **Abstract**

Corn is one of the most important feedstuffs ingredient in the poultry nutrition. Within the nutritional contribution that the corn does, the most important is the energy, which is provided by starch and oil. The starch is the reserve polysaccharide of most of the grains. It has two chemical compounds, amylose and amylopectin. Nowadays, there are several corn germplasms, but two of them are often found in our country, the Flint and Yellow Dent Corns. Knowing the contribution of each of them, and especially the hybrids that form them is crucial to adjust the diets of farm animals, especially poultry production. For this reason, the aim of this work was to evaluate nutritionally different hybrids of corn (from Flint and Yellow Dent Corns) and to determine if any difference could be found. To determine the chemical composition of corns (dry matter, crude protein, ether extract, ash, crude fiber, total and digestible amino acids) "NIRS Analysis" was used based in the near-infrared absorption. On the other hand energy was determined using adult roosters according to the methodology described by Sibbald (1976). As a result Flint corns had less crude fiber content (17.3%) and higher bushel weight (4.9%) than the Yellow Dent Corns. No differences were found in the others parameters from proximal analysis. Alike, better use of energy was found in the Flint corns (+0.7 percentage points) than the Yellow Dent Corns. However, no differences were found in the content of total and digestible amino acids between germplasms.

**Tabla de contenidos**

Agradecimientos .....	3
Resumen.....	4
Abstract.....	5
Tabla de contenidos.....	6
Índice de Tabla.....	8
Índice de Figuras.....	9
Abreviaturas .....	10
Introducción .....	11
El cultivo de Maíz.....	12
Tipos y variedades de maíz .....	12
Escenario actual del cultivo en nuestro país.....	14
La avicultura en la Argentina .....	15
Importancia del maíz en alimentación aviar.....	18
Objetivos .....	20
General .....	21
Específicos .....	21
Materiales y Métodos.....	22
Híbridos de Maíz.....	23
Instalaciones y animales.....	24

## Trabajo Final de Grado Tassarolo, Ana Laura - UNNOBA

Mediciones.....	25
Análisis proximal o de Weende.....	25
Análisis NIRS.....	26
Aminoácidos totales y digestibles.....	26
Peso Hectolítrico.....	26
Energía.....	26
Diseño experimental y análisis estadístico.....	27
Resultados.....	29
Análisis Proximal.....	30
Energía.....	30
Aminoácidos.....	37
Discusión.....	39
Análisis Proximal.....	40
Peso hectolítrico.....	42
Energía.....	42
Aminoácidos.....	44
Conclusiones.....	45
Bibliografía citada.....	47

**Índice de Tablas**

Tabla 1.- Evolución de EB y EMV en el tiempo .....	18
Tabla 2.- Evolución de EMV/EB en el tiempo .....	18
Tabla 3.- Detalle de los híbridos de maíz analizados.....	24
Tabla 4.- Análisis proximal y peso hectolítrico .....	30
Tabla 5.- Energía según germoplasma .....	31
Tabla 6.- Contenido de energía de los híbridos analizados .....	32
Tabla 7.- Contenido de aminoácidos totales .....	37
Tabla 8.- Contenido de aminoácidos digestibles .....	37



**Índice de Figuras**

Figura 1.- Destino de la producción de maíz en la campaña 13/14 .....	15
Figura 2.- Distribución de la faena de aves por provincia en % durante el 2013 .....	16
Figura 3.- Consumo Aparente de Carne Aviar .....	17
Figura 4.- Aves Tipo Hy Line-W36 en jaulas.....	25
Figura 5.- Contenido de Energía Metabolizable Verdadera en diferentes muestras de maíz.....	33
Figura 6.- Aprovechamiento de la energía en diferentes muestras de maíz.....	34
Figura 7.- Relación peso hectolítrico y energía metabolizable verdadera.....	35
Figura 8.- Energía metabolizable verdadera en función de la energía bruta .....	36
Figura 9.- Energía metabolizable verdadera en función de la energía metabolizable verdadera calculada.....	36
Figura 10 - Contenido de aminoácidos totales en función de la proteína cruda .....	38
Figura 11- Contenido de aminoácidos digestibles en función de la proteína cruda .....	38

**Abreviaturas**

Ha: Hectárea

EB: Energía Bruta

EMV: Energía Metabolizable Verdadera

N: Nitrógeno

S: Azufre

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: Pentóxido de Fósforo

Kcal/kg: Kilocalorías por kilogramo

# **Introducción**

## **El cultivo de Maíz**

El maíz (*Zea mays L.*) es originario de Mesoamérica y existen varios centros de diversidad a lo largo de la cordillera de los Andes. Durante la selección y transformación, iniciada por los indígenas americanos hace más de 8000 años, el maíz cultivado mejoró en sus cualidades nutricionales, pero perdió la capacidad de sobrevivir en forma silvestre. A fines del siglo XV el maíz fue introducido en el continente Europeo y debido a su gran productividad y adaptabilidad se extendió rápidamente a lo largo de todo el planeta, convirtiéndose en un factor clave de la alimentación humana y animal (Gear, 2006).

El maíz es una gramínea anual, con vainas foliares que se superponen y láminas alternadas anchas. El grano se obtiene de las espigas (inflorescencias femeninas encerradas por "chalas") una vez que las mismas son fecundadas por el polen que producen las inflorescencias masculinas que se presentan en forma de panojas terminales. Las semillas son producidas mayormente por fecundación cruzada (alógama) y la polinización depende del movimiento del polen por el viento (Gear, 2006).

El maíz híbrido es la primera generación de una cruce entre líneas autofecundadas. La producción de estos involucra la obtención de líneas autofecundadas, por autopolinización controlada (Poehlman, 1965).

## **Tipos, variedades e híbridos de maíz**

Todos los maíces pertenecen a la misma especie; los tipos o razas que los diferencian corresponden a una simple clasificación utilitaria, no botánica. La clasificación se puede realizar de acuerdo a su color (maíces colorados, maíces amarillos o maíces blancos) u otras características físicas del grano, como por ejemplo, la dureza (SAGyP, 1994).

- Tipo Duro o Flint: Son aquellos maíces cuyos granos son de naturaleza córnea, predominantemente vítrea y de superficie lisa (más de la mitad de la constitución de su endosperma) (SAGyP, 1994).

Generalmente, los granos son de color colorado o anaranjado. La parte superior (opuesta al germen) o corona, no presenta hendidura. La raza representativa es Cristalino Colorado, e incluye al maíz Plata, requerido principalmente por la industria de molienda seca. Tradicionalmente se utilizaba para la obtención de polenta, pero sus usos se han multiplicado progresivamente, llegando a emplearse en alimento para animales (Gear, 2006 ).

- Tipo Dentado: Son todos aquellos maíces cuyos granos son de naturaleza almidonosa (la mitad o más de la constitución de su endosperma) y presentan una hendidura pronunciada en la corona (SAGyP, 1994).
- Tipo Semidentado: Es un grano con características intermedias a las del Duro y del Dentado.

Las diferencias en dureza endospermica, proporciones relativas de amilosa y amilopectina, contenido de aceite, carotenoides y tocoferoles dependen del tipo de maíz así como de las prácticas de manejo, el clima, el suelo, los métodos de cosecha y postcosecha. El uso que se le da al maíz está determinado principalmente por la estructura y composición del grano.

En los últimos años se observó una tendencia hacia la producción de materiales con características de calidad diferenciada para satisfacer las distintas demandas del mercado. Estas características están directamente asociadas con el uso final del producto y justifican

su comercialización con identidad preservada (especialidades), en contraposición al grueso de la producción que lo hace como “*commodities*” (Robutti, 2004).

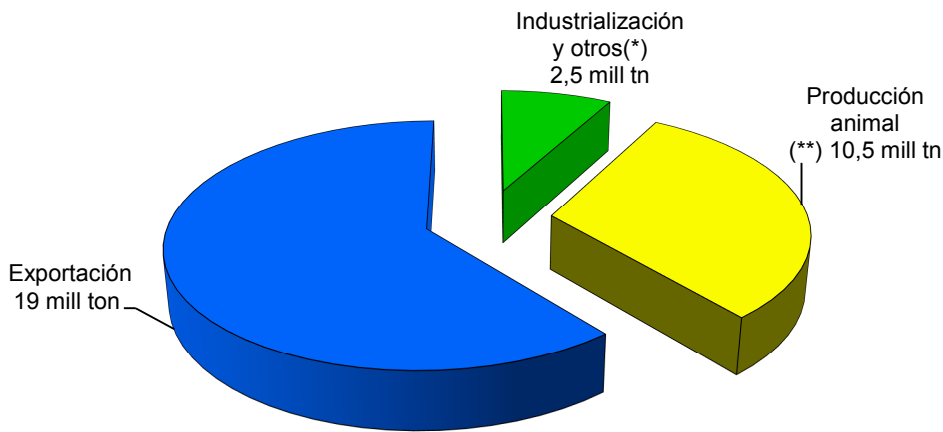
Los maíces especiales que adquieren mayor importancia en nuestro país son los maíces Flint (colorado), pisingallo y los maíces de alto valor (MAV). Los tradicionales maíces colorados argentinos, que hasta la década de '80 constituían el 100% del germoplasma nacional, fueron cruzados con germoplasma dentado amarillo americano, mejorándose sustancialmente el rendimiento del cultivo, y constituyendo la base de la mayor parte de los híbridos actuales (Eyherabide, 2007).

### **Escenario actual del cultivo en nuestro país**

El cultivo de maíz durante la campaña 13/14 ocupó una superficie de 6.100.000 ha; alcanzando una producción de 33 millones de toneladas (Maceira, 2014).

En la Figura 1 se puede observar el destino de la producción de grano de maíz.

**Figura 1.** Destino de la producción de maíz en la campaña 13/14



\* Comprende molienda seca (alimentación humana), molienda húmeda (producción de edulcorantes, etanol y otros productos) y producción de semilla.

\*\* Grano para uso ganadero directo, y para elaboración de alimentos balanceados (vacunos, aves, cerdos, etc.).  
(Adaptado de Maceira, 2014)

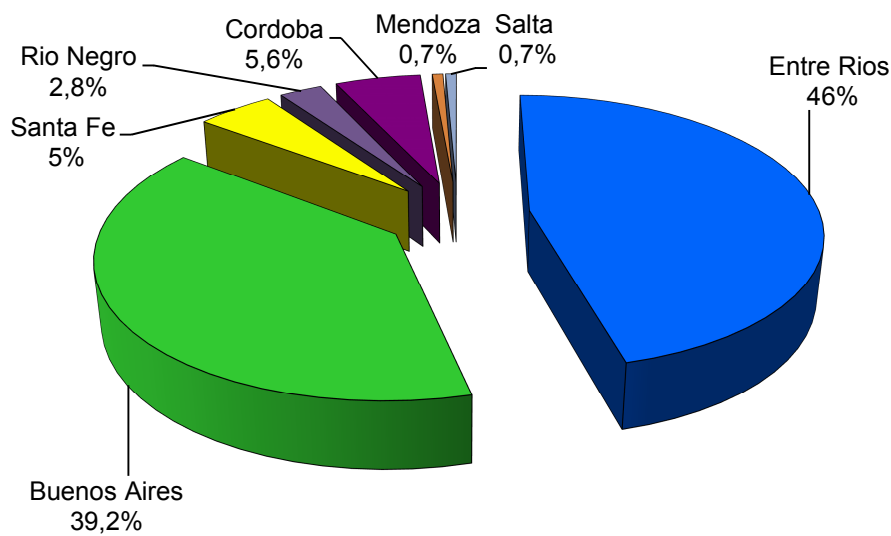
## La avicultura en la Argentina

Las aves de corral han sido desde 1857 parte del paisaje natural y un importante complemento de la economía doméstica. Hacia 1945 la población de aves era alimentada con mezclas a base de granos y la explotación en esa época se realizaba a campo y el consumo se estimaba en 3 kg/persona/año, alrededor de 1960 nace la avicultura industrial en nuestro país, y hacia 1980 surgen las empresas avícolas integradas (CEPA, 2013).

En 2013 la producción mundial de carne aviar alcanzó más de 84,5 millones de toneladas (Mair *et al.*, 2014). Argentina mantiene un espacio en el mercado internacional ocupando el 8º lugar como productor con 1,92 millones de toneladas y 6º como exportador con 370 mil toneladas. El consumo en 2013 se ubicó en los 39,5 kg/persona/año (Mair *et al.*, 2014).

En la Figura 2 se observa la participación de las provincias en la faena de aves durante el año 2013.

**Figura 2.** Distribución de la faena de aves por provincia en % durante el 2013.

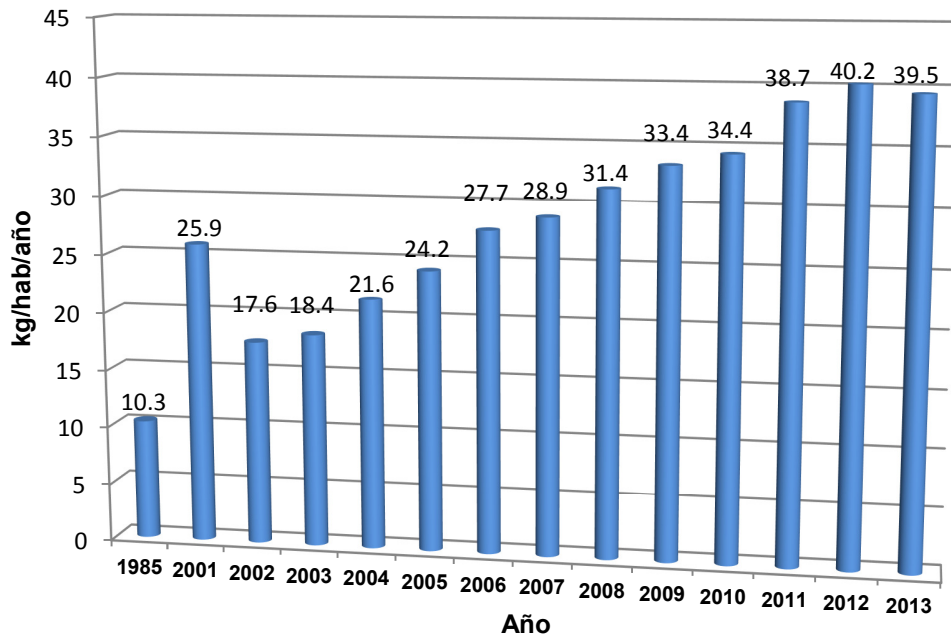


(Adaptado de Mair et al., 2014)

La Figura 3 muestra la evolución en el consumo per cápita de carne de pollo para la Argentina.



**Figura 3.** Consumo Aparente de Carne Aviar, desde 1985 hasta 2013



(Adaptado de los anuarios de MAGyP, 2014)

La carne aviar se ha convertido en una opción alimentaria mundialmente atractiva en función de diferentes factores tales como: valor proteico, calidad de producto, sabor y costo (IICA, 2010).

La Argentina podría ser el segundo exportador después de Brasil, para esto se debe sostener y aumentar el proyecto de crecimiento, mantener el status sanitario y fomentar el crecimiento de las producciones de proteína vegetal (IICA, 2010).

### Importancia del maíz en alimentación aviar

El grano de maíz es uno de los principales ingredientes de los piensos, muy apreciado por su aporte energético, palatabilidad, escasa variabilidad de su composición química y bajo contenido de factores anti-nutricionales (de Blas *et al.*, 2010).

El maíz es la principal fuente de energía en la alimentación de los animales e interviene aproximadamente en el 50% de las raciones. La energía del grano de maíz tiene dos orígenes principales: el almidón y el aceite. El almidón tiene alta digestibilidad en aves (90 a 95%) y representa el 90% de la energía del maíz, mientras que el aceite contribuye con el restante 10% (Moraes & Vartorelli, 2006).

**Tabla 1.- Evolución de la energía bruta y la energía metabolizable verdadera en el tiempo**

Tipo de Maíz	EB (kcal/kg)			EMV (kcal/kg)		
	1991	1998	2007	1991	1998	2007
<b>Amarillo</b>	3949	3963	3940	3516	3600	3545
<b>Colorado</b>	4080	4016	3954	3723	3664	3600
<b>Diferencia</b>	131	53	14	207	64	55

Datos referidos a 88% de Materia Seca. 1991 (Bonino *et al.*, 1991); 1999 (Schang *et al.*, 1999); 2007 (Azcona *et al.*, 2007).

**Tabla 2.- Evolución del aprovechamiento de la energía en el tiempo**

Tipo de Maíz	EMV/EB (%)		
	1991	1998	2007
<b>Amarillo</b>	89,0	90,9	90,0
<b>Colorado</b>	91,3	91,2	91,0
<b>Diferencia</b>	2,3	0,3	1,0

1991 (Bonino *et al.*, 1991); 1999 (Schang *et al.*, 1999); 2007 (Azcona *et al.*, 2007).

El diferencial en términos de EMV entre ambos germoplasmas muestra una tendencia decreciente a través de los años (Azcona *et al.*, 2007) (Tabla 1). Esto podría deberse al cruzamiento de materiales colorados con amarillos para mejorar los rendimientos de los

primeros (Eyherabide, 2007), o bien al menor rendimiento por hectárea que los colorados presentan y por ende un mayor contenido de nutrientes por kilogramos de alimento (Azcona *et al.*, 2007).

El maíz posee entre un 6 y un 11% de proteína, siendo deficitario en aminoácidos esenciales, como la lisina y el triptófano (de Blas *et al.*, 2010).

Otro nutriente de importancia en el maíz es la xantófila. La presencia de este pigmento en las dietas de aves tiene como objetivo aumentar la pigmentación de la piel y principalmente de la yema de los huevos. En determinados mercados, por característica cultural, el consumidor tiene preferencia por pollo y yema de huevo más pigmentada, aún a pesar de que esto no traiga ningún beneficio nutricional (Lázaro & Mateos, 2008).

Siendo el maíz el principal ingrediente en raciones de monogástricos, y dadas las particularidades de cada uno de los germoplasmas (Flint y Semidentado), es necesario contar con información generada con híbridos locales que permita valorizar correctamente cada uno de ellos.

# **Objetivos**

### **General**

Caracterizar nutricionalmente distintos híbridos de maíz tanto Flint como Semidentado.

### **Específicos**

- Realizar el análisis proximal por NIRS de diferentes híbridos de maíz.
- Determinar el contenido de Energía Metabolizable Verdadera en gallos de diferentes híbridos de maíz.

# **Materiales y Métodos**

### **Híbridos de maíz**

Se analizaron 9 híbridos de maíz Semidentado y 9 de maíz Flint (Cuadro 3). Los diferentes híbridos de maíz fueron cultivados en un mismo ambiente y con las condiciones óptimas de humedad y fertilidad de suelo.

La siembra se realizó en microparcels el día 1° de noviembre de 2010, el cultivo fue regado según necesidad. Se realizó una fertilización en siembra con 210 kg/ha de urea aplicada en el entresurco y 169 kg/ha de una mezcla química, compuesta por aproximadamente 6% de N, 33 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 40% de S, aplicada en forma adyacente a la línea de siembra. Se controlaron malezas con: 1 kg/ha de atrazina + 1,6 L/ha de acetochlor + antídoto en pre-siembra. En sexta hoja, se aplicó 1 kg/ha de atrazina con caño de bajada.

La cosecha fue realizada el 27 de abril de 2011.

El desgrane se realizó en el mes de abril, mediante una desgranadora de espigas individuales dispuesta en las instalaciones del Sector Maíz del INTA – EEA Pergamino. Hasta el momento del análisis las muestras fueron conservadas en freezer a -20 °C.

**Tabla 3.-** Detalle de los híbridos de maíz analizados

<b>Tipo</b>	<b>Semillero</b>	<b>Identificación</b>
<b>SD</b>	ACA	2001MG
<b>SD</b>	Dow	M510 HXRR
<b>SD</b>	Illinois	I887MG
<b>SD</b>	KWS	KM3601MGCL
<b>SD</b>	Monsanto	DK747MGRR2
<b>SD</b>	Nidera	AX852MG
<b>SD</b>	Nidera	AX881HCLMG
<b>SD</b>	Pioneer	P2053Y
<b>SD</b>	Syngenta	NK900TDMAX
<b>F</b>	ACA	2002
<b>F</b>	ACA	929
<b>F</b>	FR	FR4024
<b>F</b>	FR	FR Exp. 9167
<b>F</b>	ProduceM	Prozea 30
<b>F</b>	ProduceM	EG806
<b>F</b>	ProduceM	EG807
<b>F</b>	Rusticana	Exp.4590
<b>F</b>	Rusticana	Exp.NT426

SD: Semidentado; F: Flint.

### **Instalaciones y animales**

Se utilizaron 38 gallos de la línea Hy Line-W36, de 1 año de edad; los cuales fueron alojados en jaulas individuales en las instalaciones de la sección Avicultura del INTA – EEA Pergamino (Figura 4).



**Figura 4.-** Aves empleadas en los estudios de energía metabolizable.



Se analizaron los 18 híbridos de maíz con 4 réplicas (gallos) cada uno, en dos series en el tiempo de dos gallos cada una. El diseño del ensayo fue en bloques completos aleatorizados, tomándose como bloque cada una de las dos series, donde cada gallo constituyó una unidad experimental.

## **Mediciones**

### **Análisis proximal o de Weende**

En dicho análisis el alimento se particiona en 5 fracciones: cenizas, extracto etéreo, proteína cruda, fibra cruda y extractivo libre de nitrógeno (Olvera Novoa *et al.*, 1993).

Para la determinación de estas fracciones se puede emplear la química húmeda tradicional, aunque durante la década pasada, emerge un nuevo concepto de análisis basado en la absorción en la región del Infrarrojo Cercano (NIRS).

## **Análisis NIRS**

Este análisis se basa en que cada constituyente químico de los alimentos presenta características específicas de absorción, como consecuencia de excitaciones de vibración molecular, debidas a extensión y flexión de enlaces C–H, N–H y O–H en la región del infrarrojo cercano (780 – 3000 nm) (Wikipedia, 2014).

Esto permite la caracterización de alimentos y productos de forma rápida (Garrido *et al.*, 1996) y sin el empleo de combustibles, pero requiere de calibraciones específicas para cada nutriente en los diferentes ingredientes.

Para la determinación del análisis proximal por NIRS las muestras fueron molidas y analizadas en un NIRS modelo FOSS 5000 (Dinamarca) con ecuación de calibración  $cornc7.eqa$ .

## **Aminoácidos totales y digestibles**

Fueron determinados por NIRS en las mismas corridas realizadas para el análisis proximal.

## **Peso Hectolítrico**

El Peso Hectolitríco se determinó empleando un higrómetro Delver modelo HD-1021-USB.

## **Energía**

Los valores de EMV y el aprovechamiento de la energía (EMV/EB) se determinaron utilizando gallos adultos siguiendo la metodología descrita por Sibbald (1976). Las aves fueron alojadas en jaulas individuales y ayunadas durante 24 hs para asegurar el vaciado del

tracto gastrointestinal. Transcurrido este tiempo, a un grupo de aves se les suministro 40 g de material a analizar, mientras que otro grupo siguió en ayunas para calcular la pérdida de energía de origen endógeno. Las excretas de sendos grupos recolectadas durante 48 hs se secaron en estufa Dalvo (Ojalvo S.A. – Santa Fe, SF, Argentina) a 60°C durante 48-72 hs. Posteriormente se determinó la EB tanto de los ingredientes como de las excretas con una bomba calorimétrica isoperibólica Parr 1261 (Parr Instrument Company – Moline, IL, USA) acorde a lo expresado en el método estándar ASTM D2015-85 (ASTM, 1987) y se calculó el contenido de Energía Metabolizable Verdadera según la siguiente ecuación:

$$EMV = \frac{EBc - (EBexc - EBend)}{AC}$$

Donde:

EMV: energía metabolizable verdadera en kcal/kg;

EBc: energía bruta consumida en kcal;

EBexc: energía bruta excretada en kcal;

EBend: energía bruta endógena en kcal;

AC: alimento consumido en kilogramos.

### **Diseño experimental y análisis estadístico**

Para los datos del análisis proximal y aminoácidos (totales y digestibles) se empleó un diseño completamente aleatorizado, mientras que para EMV y aprovechamiento de energía (EMV/EB) se empleó un diseño en bloques completo aleatorizado, donde cada gallo se consideró como una unidad experimental (utilizando 4 réplicas por material). En todos los casos los datos fueron sometidos a análisis de la varianza de una vía para análisis proximal y aminoácidos y de dos vías para energía empleando el software estadístico InfoSTAT® (Di Rienzo *et al.*, 2012); en los casos que hubo diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) las medias

fueron separadas por la prueba de comparación de rangos múltiples de Duncan (Leon Harter, 1960).

# **Resultados**

## Análisis Proximal

En cuanto a los valores de materia seca, proteína cruda, extracto etéreo y cenizas de ambos germoplasmas, no se detectaron diferencias significativas.

Con respecto a la fibra cruda, se observó que los materiales Flint presentaron menor contenido ( $p \leq 0,05$ ).

En peso hectolítrico se observó que todos los maíces, estuvieron por encima de 75 y los maíces Flint mostraron un peso hectolítrico 4,9% superior a los Semidentados (Tabla 4).

**Tabla 4.-** Análisis proximal y peso hectolítrico

<b>Materiales</b>	<b>MS</b> %	<b>PC</b> %	<b>EE</b> %	<b>Ceniza</b> %	<b>FC</b> %	<b>PH</b> kg/hl
<b>1.- Semidentado</b>	85,8	9,85	4,12	1,16	2,25a	76,2b
<b>2.- Flint</b>	85,7	10,40	4,48	1,20	1,86b	79,9a
<b>CV%</b>	0,9	8,1	13,3	15,0	15,7	2,6
<b>Probabilidad</b>	0,80	0,17	0,23	0,64	0,03	<0,01

MS: Materia Seca; PC: Proteína Cruda; EE: Extracto Etéreo; FC: Fibra Cruda; PH: Peso Hectolítrico.

Medias en una misma columna con diferente letra difieren estadísticamente ( $p \leq 0,05$ ). Datos estandarizados al 88% de Materia Seca.

## Energía

No se hallaron diferencias en términos de EB entre los materiales analizados, en tanto que los maíces de germoplasma Flint presentaron mayor contenido de EMV (50 Kcal/kg;  $p \leq 0,05$ ) que aquellos de germoplasma Semidentado, gracias a una mejora de 0,7 puntos porcentuales en la utilización de la EB ( $p \leq 0,05$ ) (Tabla 5 y Figura 5 y 6).

**Tabla 5.-** Energía según germoplasma

<b>Materiales</b>	<b>EB</b>	<b>EMV</b>	<b>EMV/EB</b>
	<b>kcal/kg</b>	<b>kcal/kg</b>	<b>%</b>
<b>1.- Semidentado</b>	3999	3632b	90,8b
<b>2.- Flint</b>	4025	3682a	91,5a
<b>CV%</b>	0,9	1,5	1,3
<b>Probabilidad</b>	0,12	<0,01	0,02

EB: Energía Bruta; EMV: Energía Metabolizable Verdadera; EMV/EB: Coeficiente de aprovechamiento de la EB. Medias en una misma columna con diferente letra difieren estadísticamente ( $p \leq 0,05$ ). Datos estandarizados al 88% de Materia Seca.

Al analizar la EMV de los 18 híbridos por separado se pudo observar que ciertos materiales de características Flint no difieren demasiado en términos de EMV respecto de algunos materiales Semidentado (Tabla 6), si bien el mayor valor de energía se encontró en el híbrido EG806 con características Flint; no se observaron diferencias significativas entre este material y los híbridos NK900TDMAX y 2001MG; ambos con características de Semidentado.

**Tabla 6.-** Contenido de energía de los híbridos analizados

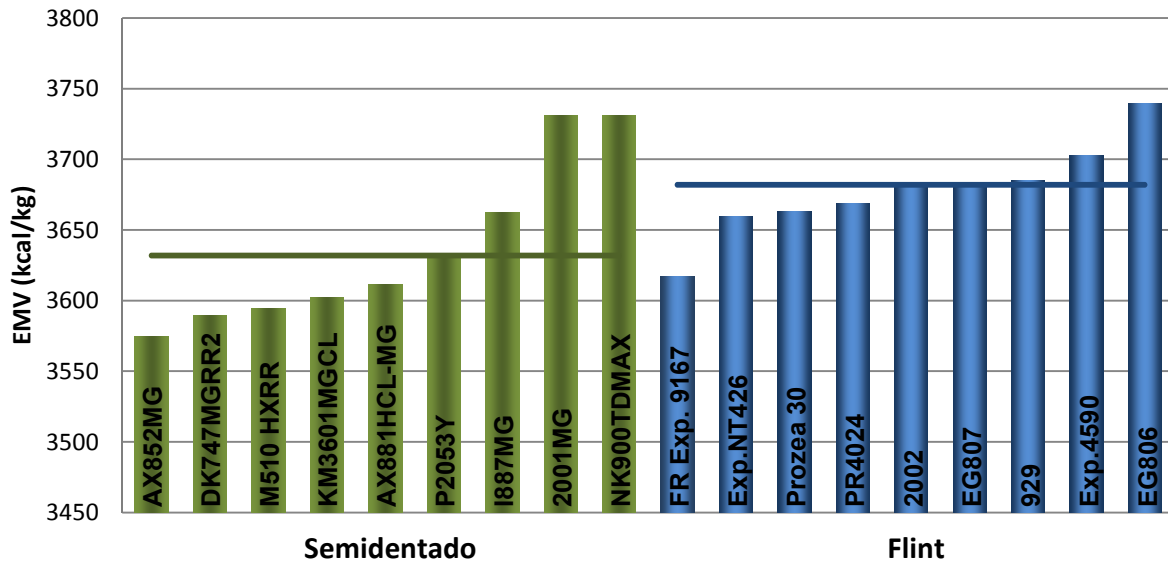
	<b>Materiales</b>	<b>EB</b>	<b>EMV</b>	<b>EMV/EB</b>
<b>Semidentado</b>	<b>AX852MG</b>	3954	3575e	90,4bcd
	<b>DK747MGRR2</b>	4005	3590de	89,6d
	<b>M510 HXRR</b>	3991	3595cde	90,1cd
	<b>KM3601MGCL</b>	3995	3602cde	90,2bcd
	<b>AX881HCL-MG</b>	3960	3612bcde	91,2abcd
	<b>P2053Y</b>	3944	3631bcde	92,1abc
	<b>I887MG</b>	4037	3662abcde	90,7bcd
	<b>2001MG</b>	4049	3731a	92,1abc
	<b>NK900TDMAX</b>	4052	3731a	92,1abc
	<b>Flint</b>	<b>FR Exp. 9167</b>	4037	3617bcde
<b>Exp.NT426</b>		4019	3660abcde	91,1abcd
<b>Prozea 30</b>		4058	3663abcde	90,3bcd
<b>FR4024</b>		3999	3669abcd	91,7abcd
<b>2002</b>		4060	3681abcd	90,7bcd
<b>EG807</b>		3985	3681abcd	92,4ab
<b>929</b>		4042	3685abc	91,1abcd
<b>Exp.4590</b>		4010	3703ab	92,3abc
<b>EG806</b>		4013	3740a	93,2a
<b>CV%</b>		--	1,4	1,4
<b>Probabilidad</b>	--	<0,01	0,01	

EB: Energía Bruta; EMV: Energía Metabolizable Verdadera; EMV/EB: Coeficiente de aprovechamiento de la EB.

Medias en una misma columna con diferente letra difieren estadísticamente ( $p \leq 0,05$ ). Datos estandarizados al 88% de Materia Seca.



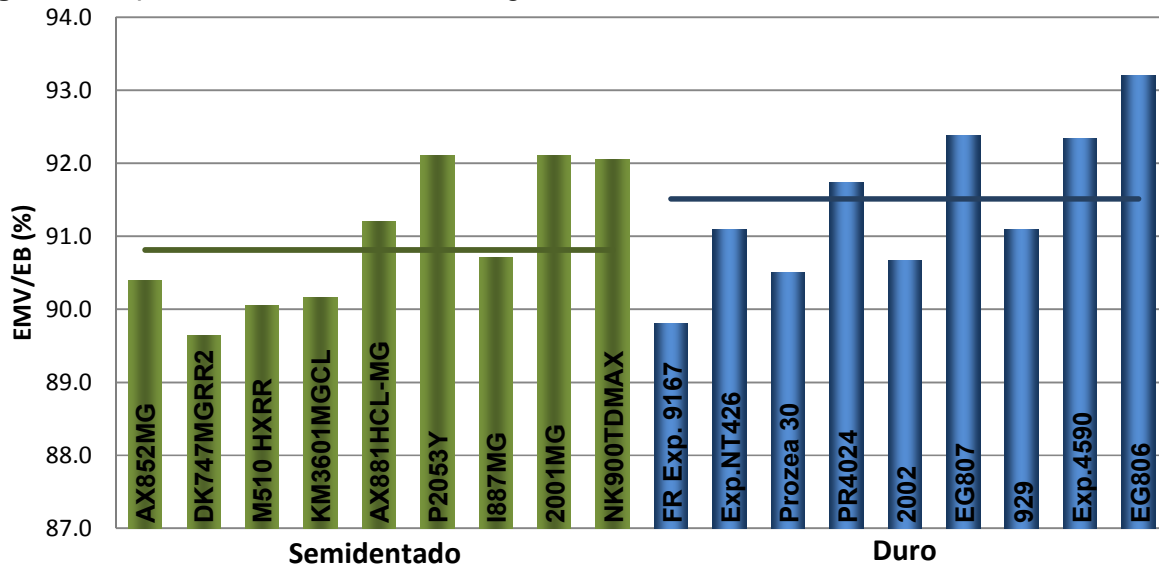
**Figura 5.-** Contenido de energía metabolizable verdadera en diferentes muestras de maíz



En barras se indican los datos individuales y en línea los promedios de cada tipo de germoplasma de maíz. Datos estandarizados al 88% de Materia Seca.

En tanto que en aprovechamiento de la energía tres maíces Semidentados (P2053Y, 2001 MG y NK900TDMAX) superaron la media de los maíces Flint (Figura 6).

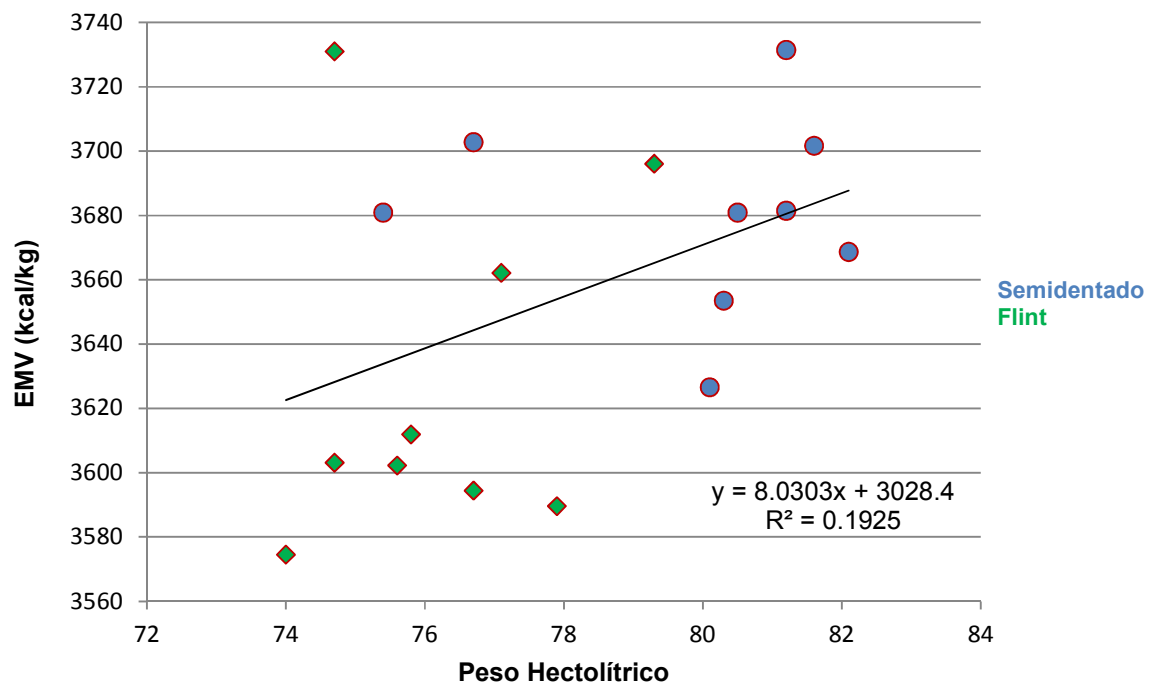
**Figura 6.-** Aprovechamiento de la energía en diferentes muestras de maíz



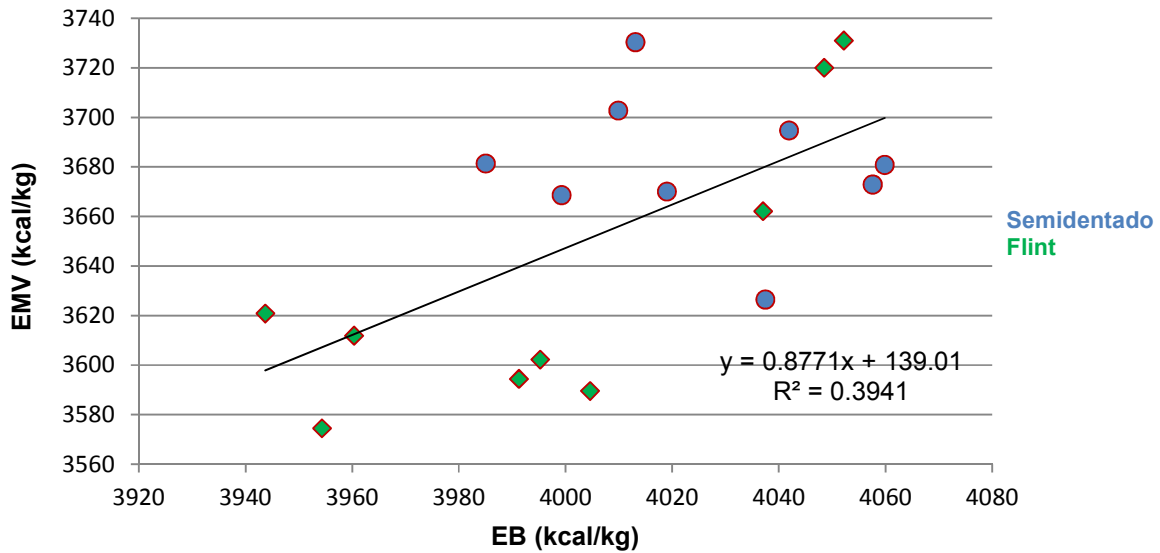
En barras se indican los datos individuales y en línea los promedios de cada tipo de germoplasma de maíz.

En la relación entre peso hectolítrico y EMV (Figura 7) se pudo observar que el  $R^2$  de la misma fue bajo (19%). Mientras que al analizar la correlación entre EB y EMV (Figura 8) el  $R^2$  ascendió al 39%. Pero si se multiplica el valor de EB por el coeficiente de aprovechamiento de la energía para cada tipo de germoplasma (Semidentado: 90,8% y Flint: 91,5%) y se correlaciona con EMV, la misma alcanza un valor de 46% (Figura 9).

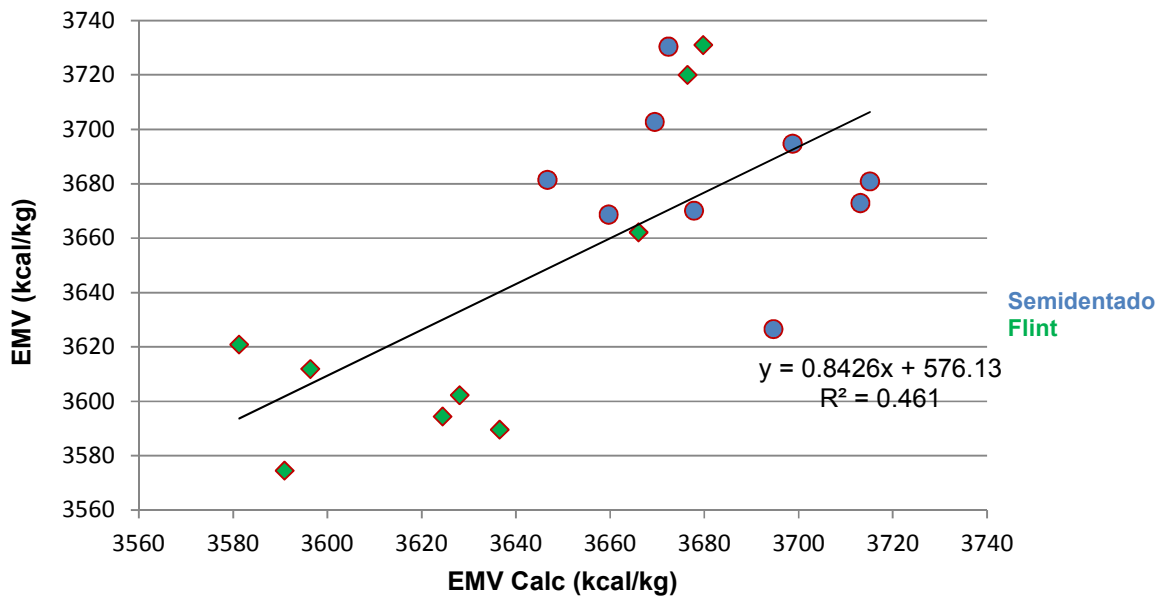
**Figura 7.-** Relación peso hectolítrico y energía metabolizable verdadera



**Figura 8.-** Energía metabolizable verdadera en función de la energía bruta



**Figura 9.-** Energía metabolizable verdadera en función de la energía metabolizable verdadera calculada



## Aminoácidos

No se hallaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en términos de aminoácidos totales, ni digestibles entre ambos germoplasmas (Tablas 7 y 8).

**Tabla 7.-** Contenido de aminoácidos totales (%)

<b>Materiales</b>	<b>Met+Cis</b>	<b>Lis</b>	<b>Tre</b>	<b>Arg</b>	<b>Val</b>	<b>Iso</b>	<b>Leu</b>	<b>His</b>
<b>1.- Semidentado</b>	0,392	0,269	0,346	0,440	0,448	0,333	1,257	0,277
<b>2.- Flint</b>	0,414	0,268	0,361	0,449	0,471	0,356	1,368	0,291
<b>CV%</b>	7,7	5,0	7,4	6,3	8,3	9,3	10,6	7,4
<b>Probabilidad</b>	0,15	0,86	0,22	0,51	0,21	0,16	0,11	0,16

Datos estandarizados al 88% de Materia Seca.

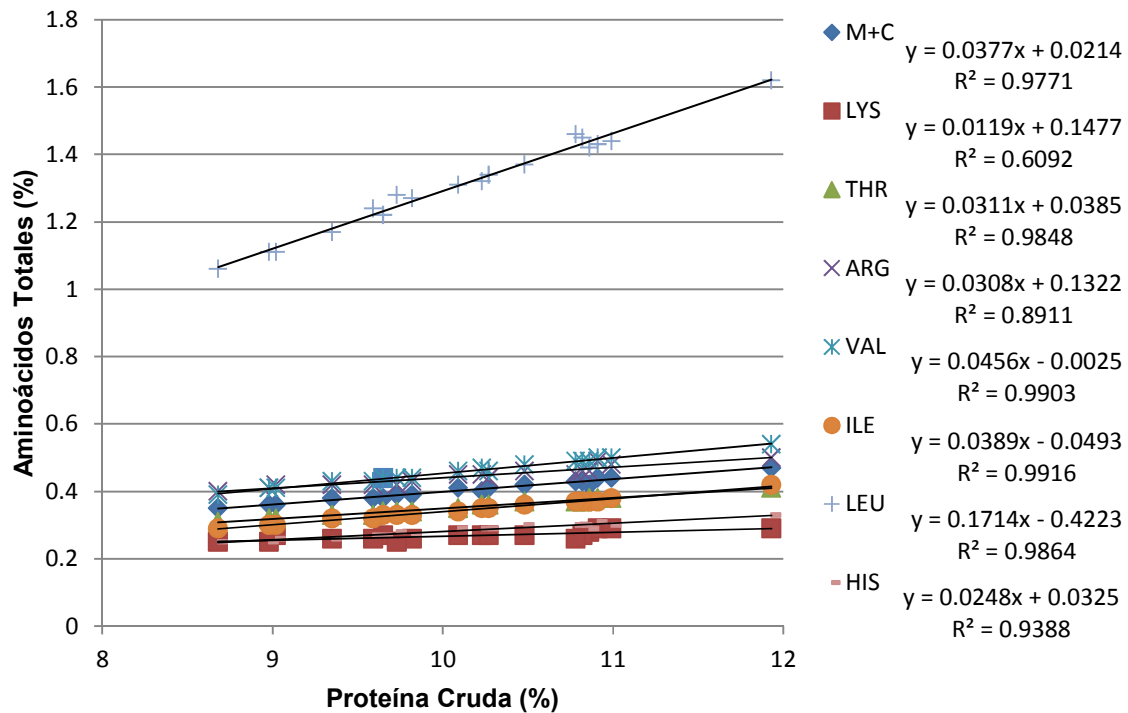
**Tabla 8.-** Contenido de aminoácidos digestibles (%)

<b>Materiales</b>	<b>Met+Cis</b>	<b>Lis</b>	<b>Tre</b>	<b>Arg</b>	<b>Val</b>	<b>Iso</b>	<b>Leu</b>	<b>His</b>
<b>1.- Semidentado</b>	0,353	0,247	0,294	0,409	0,412	0,317	1,181	0,263
<b>2.- Flint</b>	0,373	0,246	0,307	0,418	0,434	0,338	1,286	0,277
<b>CV%</b>	7,7	5,0	7,4	6,3	8,3	9,3	10,6	7,4
<b>Probabilidad</b>	0,15	0,87	0,22	0,52	0,21	0,16	0,11	0,17

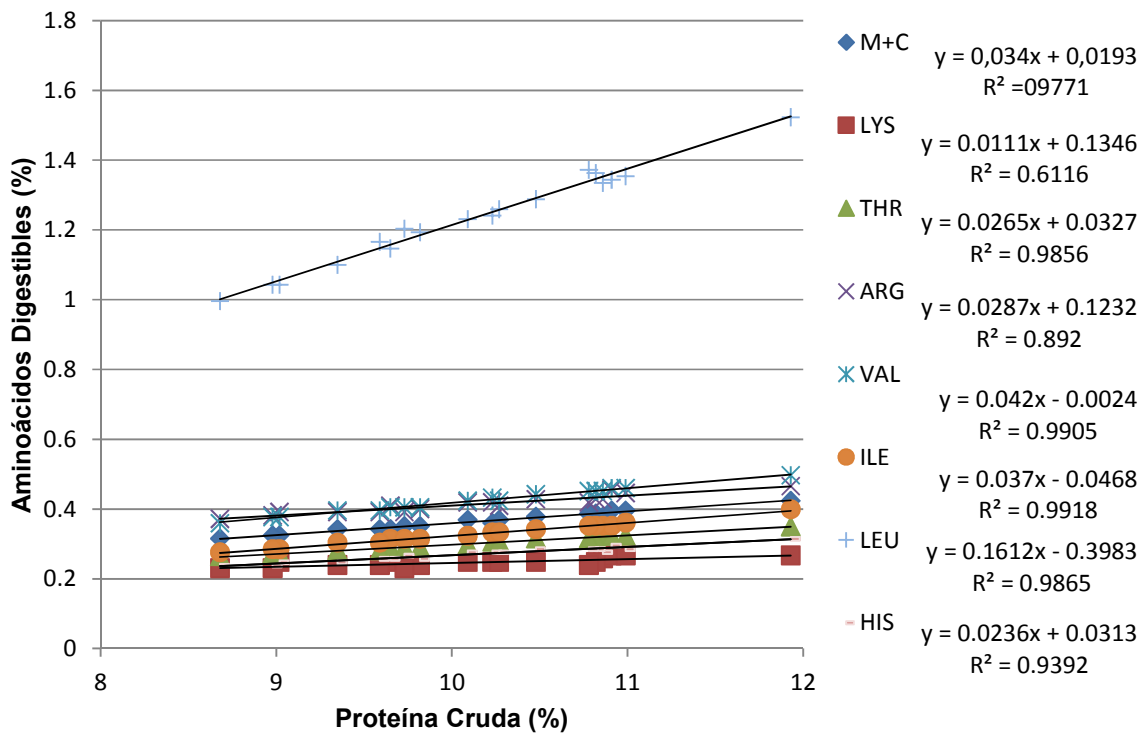
Datos estandarizados al 88% de Materia Seca.

Se encontró buena correlación entre el contenido de proteína cruda y el contenido de aminoácidos totales y digestibles (Figura 10 y 11), excepto para lisina, todos los aminoácidos presentaron una correlación igual o superior al 90%. Esto permitiría, ante la falta de un análisis específico de aminoácidos, poder estimar el contenido de los mismos con un alto grado de precisión.

**Figura 10.-** Contenido de aminoácidos totales en función de la proteína cruda



**Figura 11.-** Contenido de aminoácidos digeribles en función de la proteína cruda



# **Discusión**

### **Análisis Proximal**

Se encontraron diferencias entre germoplasmas en fibra cruda, pero no así en proteína cruda, extracto etéreo y cenizas (Tabla 4).

No obstante, aparecen trabajos donde hubo diferencias entre los mismos, sobre todo en proteína cruda (Azcona & Schang, 1994; Bonino *et al.*, 1991; Brun, 1988; Eyherabide, 2007) donde las diferencias fluctuaron entre 0,4 y 1,5 puntos porcentuales. Finalmente, Azcona & Schang (1994) reflejan cómo, a través de los años, el contenido de proteína de los maíces muestra una tendencia decreciente (año 1970: 12,5%; 1975: 11%; 1980: 9,5; 1994: 8,5%). Estos datos no tendrían concordancia con los obtenidos en el presente trabajo, dado que aquí, los maíces fueron cultivados bajo condiciones óptimas de producción, mientras que en el trabajo antes mencionado los autores contaron con material de acopio. No obstante, los híbridos modernos con mayor rendimiento, tendrían una menor porcentaje de proteína por un efecto de dilución (Savin & Sorlino, 2003).

En cuanto a tablas extranjeras no aparecen valores para maíces Flint pero sí para materiales Semidentados en las tablas brasileras (Rostagno *et al.*, 2005) y se le asigna al maíz una proteína cruda de 7,88%, dato menor al hallado en el presente trabajo; posiblemente debido a que los materiales en cuestión recibieron una fertilización y riego óptimos, mientras que los utilizados en las tablas fueron de acopio y los suelos donde se cultivan son típicamente ferralsoles, los cuales presentan una limitada fertilidad, son químicamente pobres y de bajo contenido de materia orgánica. En cuanto a las tablas españolas (de Blas *et al.*, 2010), la proteína cruda del maíz ronda el 7,5%, valor más bajo, incluso que el de las tablas brasileras, lo cual no podría asociarse al tipo de suelo, ya que en



España, los suelos típicos son los inceptisoles, cuya principal característica es el alto contenido de materia orgánica, con lo que se podría pensar en que la diferencia se debería al tipo de híbridos sembrados en dicha zona, a la fertilización y/o al riego.

En el extracto etéreo no se observaron diferencias entre germoplasmas en el presente trabajo, al igual que otros autores (Azcona *et al.*, 2007). No obstante, Según Bonino & Azcona (1980) los maíces Flint presentan un mayor porcentaje de aceite, con un mayor contenido de ácidos grasos palmítico, esteárico, oleico, linoleico y esto denota su importancia en la utilización de dicho germoplasma en la alimentación de aves para producción de huevos.

En cuanto a maíces extranjeros, Sibbald (1979) muestra al maíz canadiense amarillo con 4,58% de extracto etéreo, valor mayor que el citado para el maíz Semidentado del presente trabajo y muy cercano al del maíz Flint. En las tablas españolas (de Blas *et al.*, 2010) aparece el maíz nacional con 3,6% de extracto etéreo, valor inferior al hallado en maíces similares (Semidentado) del presente trabajo.

El contenido de cenizas hallado en el presente trabajo no mostró diferencias entre germoplasmas y estuvo en concordancia con Azcona *et al.* (2007) donde el valor más alto corresponde a los maíces Flint y las diferencias halladas entre materiales fueron de 0,02 puntos porcentuales en dicho trabajo y 0,04 puntos en el presente trabajo.

Respecto de resultados extranjeros, Sibbald (1979) le asigna un valor de 1,66% de ceniza al maíz amarillo canadiense, 0,5 puntos por encima del valor encontrado en el presente trabajo. Mientras que los españoles (de Blas *et al.*, 2010) cita igual valor que el hallado para el maíz Semidentado (1,20%).

Para fibra cruda, en promedio los híbridos de maíces Flint presentaron un menor contenido respecto a los maíces Semidentados. Este dato difiere de lo encontrado por Azcona *et al.* (2007), posiblemente debido a que los materiales de dicho trabajo provenían de maíces de acopio de diferentes regiones, mientras que los del presente fueron cultivados en un mismo ambiente. Similar valor de fibra cruda fue hallado por Bonino *et al.* (1991), en este caso los materiales analizados también provinieron de acopio.

En lo que respecta a datos extranjeros, Sibbald (1979) encontró para el maíz amarillo canadiense un valor de fibra cruda intermedio entre los maíces Flint y Semidentados analizados en el este trabajo (1,94%).

Por otra parte, De Dios *et al.* (1990) citan otras ventajas del maíz Flint como ser su mayor dureza, lo cual lo hace menos propenso a quebrarse o partirse por efecto de la cosechadora, carga y descarga; mayor contenido de pigmento (xantofila) importante para la coloración de la piel del pollo y de la yema de huevo; menor flotación y una menor susceptibilidad a la rotura en el secado natural.

### **Peso hectolítrico**

El peso hectolítrico (Tabla 4) fue más alto en los maíces Flint en concordancia con lo hallado por otros autores (Azcona *et al.*, 2007; Azcona & Schang, 1994; De Dios *et al.*, 1990).

### **Energía**

En el presente trabajo la EMV (Tabla 5) de los materiales Flint fue 50 Kcal/kg mayor que la de los Semidentados, gracias a una mejora de 0,7 puntos porcentuales en la utilización de la EB, en concordancia con los estudios realizados por otros autores (Azcona & Schang, 1994;

Azcona *et al.*, 2007; Bonino *et al.*, 1991; Cirilo, 2003; Schang, 1992). Según estos trabajos, la mejora podría deberse el mayor contenido de lípidos de los maíces Flint y la mayor proporción de amilopectina, cuya digestibilidad es mayor que la de la amilosa (Batal & Parsons, 2004; Moore *et al.*, 2008).

Cabe la pena remarcar que los materiales utilizados en el trabajo realizado por Azcona *et al.* (2007) provinieron de acopio, mientras que en el presente trabajo y el de Azcona & Schang (1994) se evaluaron materiales cultivados en un mismo ambiente.

En comparación con datos extranjeros, las tablas brasileras (Rostagno *et al.*, 2005) le asignan a su maíz amarillo una EMV de 3500 kcal/kg, mientras que Sibbald (1976) le otorga al maíz canadiense 3935 kcal/kg. Estas diferencias, ya sea por mayor o menor contenido de energía, podrían deberse a las condiciones medioambientales donde fueron cultivados dichos maíces.

El diferencial en términos de EMV entre ambos germoplasmas muestra una tendencia decreciente a través de los años (Azcona & Schang, 1994; Azcona *et al.*, 2007), pudiéndose atribuir este hallazgo al cruzamiento de materiales Semidentados, de alto potencial de producción, con los Flint, de mayor calidad nutricional (Azcona *et al.*, 2007; Eyherabide, 2007).

En cuanto a la variación de EMV entre híbridos cabe remarcar que ningún híbrido Flint se encontró por debajo de la media de los maíces Semidentados, y que existen dos híbridos Semidentados (2001MG y NK900TDMAX) que se destacaron y cuyos valores de EMV superaron la media de los Flint.

En la búsqueda de un parámetro fácil y rápido para estimar la energía del maíz, se encontró que el peso hectolítrico no tiene una buena correlación con la energía, dato similar fue hallado anteriormente (Azcona & Schang, 1994; Azcona *et al.*, 2007). Estos autores hacen referencia a utilizar la EB como indicador de la EMV, pero en el presente trabajo la correlación, aunque mejor que la de peso hectolítrico, sigue siendo baja ( $R^2$ : 0,39, Figura 8), sin embargo esta correlación se mejora ( $R^2$ : 0,46, Figura 9) cuando al valor de EB se lo multiplica por el coeficiente de digestibilidad de cada tipo de maíz (90,8% para los Semidentados y 91,5% para los Flint).

### **Aminoácidos**

En el presente trabajo, al igual que con la proteína cruda, no se encontraron diferencias significativas en los valores de aminoácidos totales y digestibles entre germoplasmas (Tablas 7 y 8). No obstante, en los maíces Flint se encontraron valores mayores de aminoácidos que en que los maíces Semidentados, en concordancia con lo hallado por diversos autores (Azcona & Schang, 1994; Azcona *et al.*, 2007; Bonino *et al.*, 1991; Schang, 1992).

En cuanto a datos extranjeros, en las tablas brasileras (Rostagno *et al.*, 2005) y las españolas (de Blas *et al.*, 2010), el contenido de aminoácidos totales y digestibles para el maíz es menor al hallado en el presente trabajo, en concordancia con el nivel de proteína cruda, el cual pudo verse afectado negativamente por las condiciones medioambientales del lugar donde fueron cultivados, mientras que los maíces del presente trabajo contaron con condiciones óptimas de fertilización y riego.

# **Conclusiones**

En base a los resultados obtenidos se puede concluir que:

- ✓ En promedio los híbridos de maíces Flint presentaron menor contenido de fibra cruda (17,3%) y peso hectolítrico más alto (4,9%) que los Semidentados. No se hallaron diferencias en cuanto a materia seca, proteína cruda, extracto etéreo y cenizas entre ambos materiales.
- ✓ No se observaron diferencias en EB entre germoplasmas, sin embargo los maíces Flint mostraron 50 kcal/kg más de EMV gracias a una mejora de 0,7 puntos porcentuales en el aprovechamiento de la EB.
- ✓ No se encontró una buena correlación entre peso hectolítrico y EMV, sin embargo es aceptable utilizar el valor de EMV obtenido de multiplicar la EB del material por el coeficiente de aprovechamiento de cada tipo de germoplasma.
- ✓ No se hallaron diferencias entre germoplasmas en cuanto al contenido de aminoácidos totales, ni digestibles.
- ✓ Se encontró buena correlación (superior al 90% para la mayoría de los aminoácidos) para estimar el contenido de aminoácidos totales y digestibles con el valor de proteína cruda.
- ✓ Por todo esto, se puede culminar diciendo que cada híbrido tiene valores de energía y demás características que le son particulares y merecen ser tenidos en cuenta a la hora de su elección, sumado las características agronómicas que este posea.

# **Bibliografía**

- ASTM International. 1987. ASTM Standard D 2015-85. Standard test method for gross calorific value of coal and coke by the adiabatic bomb calorimeter. Aprobado 1987. ASTM International, West Conshohocken, PA, USA.
- Azcona JO & Schang MJ. 1994. Valoración biológica de distintos tipos de maíz para su utilización en la alimentación de aves. *Balanceados Argentinos* 78: 6-35.
- Azcona JO, Iglesias BF, Morao LR, Schang MJ. 2007. Composición de ingredientes argentinos: Maíz y soja. En: *I Congreso Argentino de Nutrición Animal*. Pp 89-96. 18 y 19 de octubre. Buenos Aires, Argentina.
- Batal AB & Parsons CM. 2004. Utilization of various carbohydrate sources as affected by age in the chick. *Poultry Science* 83: 1140-1147.
- Bonino MF & Azcona JO. 1980. Usos del maíz en la alimentación de las aves. En: *II Congreso Nacional de Maíz*. 28 de octubre al 1° de noviembre. AIANBA, Pergamino (BA), Argentina.
- Bonino MF, Schang MJ, Azcona JO, Sceglio OA, *et al.* 1991. Tabla de composición de ingredientes Argentinos. *Balanceados Argentinos* 63: 31-70.
- Brun EL. 1988. Rendimiento de grano y respuesta nitrogenada en los EEUU y en Argentina de poblaciones de maíz con diferentes proporciones de germoplasma flint y dentado. En: *IV Congreso Nacional del Maíz*. 8 al 11 de noviembre. Pergamino (BA), Argentina.
- CEPA. Centro de Empresas Procesadoras Avícolas. 2013. Evolución de la Avicultura. Online: [http://www.aviculturaargentina.com.ar/institucional.php?s=evolucion\\_de\\_la\\_avicultura](http://www.aviculturaargentina.com.ar/institucional.php?s=evolucion_de_la_avicultura). Acceso: 14-Jun-2014.



- Cirilo AG, Masague A, Tanaka W. 2003. Influencia del manejo del cultivo en la calidad del grano de maíz colorado duro. *Revista de Tecnología Agropecuaria* 24: 6-9.
- de Blas C, Mateos GG, García-Rebollar P. 2010. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos. 3ª ed. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 502 pp.
- De Dios JC, Puig C, Robutti JL. 1990. Caracterización de la calidad del maíz Argentino. *Informe Técnico* 241. INTA - EEA Pergamino.
- Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. 2012. InfoStat. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Eyherabide G. 2007. Estrategias públicas de investigación y desarrollo en mejoramiento de maíz. Análisis retrospectivo y expectativas futuras. Online: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/27756>. Acceso: 20-Abr-2014.
- Garrido A, Gómez A, Guerrero JE, Fernández V. 1996. NIRS: Una tecnología de apoyo para la alimentación animal. En: *XII Curso de Especialización FEDNA*. 7 y 8 de Noviembre Madrid, España.
- Gear JRE. 2006. El cultivo de maíz en la Argentina. En: *Maíz y Nutrición. Informe sobre los usos y las propiedades nutricionales del maíz para la alimentación humana y animal*. Volumen II. Pp 4-8. ILSI Argentina. Buenos Aires, Argentina.
- IICA, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 2010. El mercado de la carne aviar en los países del CAS. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Santiago, Chile. 64 pp.

- Lázaro R & Mateos GG. 2008. Normas FEDNA para la formulación de piensos: Necesidades nutricionales para avicultura: Pollos de carne y aves de puesta. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid. 73 pp.
- Leon Harter H. 1960. Critical Values for Duncan's New Multiple Range Test. *Biometrics* 16(4): 671-685
- Maceira JC. 2014. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Informe Mensual Estimaciones-May-2014. On line: [http://64.76.123.202/site/agricultura/informacion\\_agropecuaria/03=estimaciones\\_agricolas/03-informe%20mensual/index.php](http://64.76.123.202/site/agricultura/informacion_agropecuaria/03=estimaciones_agricolas/03-informe%20mensual/index.php). Acceso: 19-Ago-2014.
- Mair G, Beczkowski G, Bernardino M, Lamelas K. 2014. Anuario 2013. *Boletín Avícola* 71.
- MAGyP, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 2014. Informes - Anuarios. On line: <http://www.minagri.gob.ar/site/ganaderia/aves/02-informes/index.php>. Acceso: 21-Ago-2014.
- Moraes L & Vartorelli F. 2006. Particularidades nutricionales del grano de maíz en la alimentación de aves. En: *Maíz y Nutrición. Informe sobre los usos y las propiedades nutricionales del maíz para la alimentación humana y animal*. Volumen II. Pp 39-41. ILSI Argentina. Buenos Aires, Argentina.
- Moore SM, Stalder KJ, Beitz DC, Stahl CH, Fithian WA, Bregendahl K. 2008. The correlation of chemical and physical corn kernel traits with production performance in broiler chickens and laying hens. *Poultry Science* 87: 665-676.

- Olvera Novoa MA, Martínez Palacios CA, Real de León E. 1993. Capítulo 3: Análisis proximales. En: *Manual de Técnicas para Laboratorio de Nutrición de Peces y Crustáceos*. Proyecto Aquila II. Documento de campo n° 7. On line: <http://www.fao.org/docr/field/003/ab489s/AB489S00.htm>. Acceso: 20-ago-2014.
- Poehlman JM. 1965. Mejoramiento genético del maíz. En: *Mejoramiento Genético de las Cosechas*. Pp 263-264. Universidad de Missouri. Editorial Limusa-Wiley S.A. México.
- Robutti JL. 2004. Calidad y usos del maíz. *IDIA XXI* 4: 100-104.
- Rostagno H, Teixeira AL, Lopes DJ, Gomes P, de Oliveira R, Lopes D. 2005. Tablas brasileñas para aves y cerdos. Composición de alimentos y requerimientos nutricionales (2ª edición). Departamento de Zootecnia, UFV, Viçosa, Brasil. 186 pp.
- SAGyP, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. 1994. Norma XII. En Resolución SAGyP N° 1075/94.
- Savin R. & Sarlino DM. 2003. Capítulo N° 3: Calidad de los granos y estimadores más comunes. En: *Producción de Granos, Bases funcionales para su manejo*: Pp 25-46. Facultad de Agronomía-UBA. Editorial Facultad de Agronomía-UBA. Buenos Aires.
- Schang MJ. 1992. Trends in the production of balanced feeds with emphasis on the quality of full fat soy, corn and sorghum. En: *Dynamic ideas for a dynamic world. International Technical Symposia Proceedings*. Pp 137-145. Ixtapa, Guerrero México, Curaçao, Netherlands Antilles.
- Schang MJ, Azcona JO, Sceglia OA, Borrás F, Rodríguez S, Yanigro S. 1999. Tablas de composición de ingredientes argentinos. *Balanceados Argentinos* 63: 32-70.

Sibbald IR. 1976. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. *Poultry Science* 55: 303-308.

Sibbald IR. 1979. Bioavailable amino acids and true metabolizable energy of cereal grains. *Poultry Science* 58: 934-939.

Wikipedia. 2014. Espectroscopia del infrarrojo cercano. On line: [http://es.wikipedia.org/wiki/Espectroscopia\\_del\\_infrarrojo\\_cercano](http://es.wikipedia.org/wiki/Espectroscopia_del_infrarrojo_cercano). Acceso: 13-ago-2014.