

## ¿El carbono y el nitrógeno del suelo afectan la calidad del trigo (*Triticum aestivum* L.)?

Ana Clara Sokolowski<sup>1</sup>, Ileana Ruth Paladino<sup>1, 2</sup>, Mónica Beatriz Barrios<sup>1</sup>, José Enrique Wolski<sup>1</sup>, María Cristina Gagey<sup>1</sup>, Javier De Grazia<sup>1</sup>, Hernán Rodríguez<sup>1</sup>, Silvina Debelis<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Lomas de Zamora. <sup>2</sup>Instituto de Suelos, CNIA, INTA. E-mail: soko576@hotmail.com

### Resumen

El cultivo de trigo se ha extendido por todo el mundo formando parte del desarrollo económico y cultural del hombre. El desarrollo de la agroindustria y la evolución en las recomendaciones nutricionales en la alimentación humana están originando mercados diferenciados de productos por calidad. Las industrias reciben exigencias de parte del consumidor, y extienden las mismas a los insumos industriales y el agricultor debe incluir los requisitos industriales como un aspecto más a considerar cuando decide producir trigo. El concepto de calidad es subjetivo y depende del fin último de la industria. En este sentido el trigo es de buena calidad molinera cuando cumple con los requisitos del molinero, o de buena calidad panadera cuando cumple con los requisitos del panadero. Dado que la mayor parte del trigo que se comercializa en la región tiene como destino la producción de harina para elaborar pan ambos requerimientos deben ser tenidos en cuenta. Las prácticas de manejo afectan al suelo y en consecuencia a los cultivos, su productividad y calidad. La fracción lábil de la materia orgánica y del nitrógeno del suelo son Indicadores de los cambios generados por el manejo. El objetivo de este trabajo fue determinar la relación entre el C y el N con la calidad de un cultivo de trigo. Sobre el suelo se determinó carbono orgánico total, carbono orgánico asociado a la fracción mineral (< 53 µm) y carbono orgánico particulado (> 53 µm); nitrógeno total, nitrógeno asociado a la fracción mineral (< 53 µm) y nitrógeno particulado (> 53 µm); sobre el grano de trigo se midieron cenizas totales (CT), trabajo de deformación (W), proteína bruta (PB), gluten (GH) y actividad amilásica (FN). De los parámetros de calidad de trigo medidos en este trabajo solo la PB y W se asociaron entre ellas y con el N y C del suelo. El N y sus fracciones afectaron el contenido de PB del grano de trigo y C del suelo y sus fracciones incidieron sobre el contenido de PB y W. Asimismo, se encontró correlación entre el C y el N del suelo.

**Palabras claves:** carbono orgánico, nitrógeno, suelo, propiedades químicas.

## Introducción

El cultivo de trigo se ha extendido por todo el mundo formando parte del desarrollo económico y cultural del hombre (Manangón Monteros, 2014). Como fuente alimenticia se puede adaptar a una gran diversidad de productos: panes de distintos tipos, galletitas saladas y dulces, tortas, bizcochuelos, pastas, pizzas, cereales de desayuno, bebidas alcohólicas como el whisky (Vázquez, 2009). La propiedad más importante de estas harinas es la capacidad de formar pan voluminoso debido a la elasticidad del gluten que contiene (Manangón Monteros, 2014).

El desarrollo de la agroindustria y la evolución en las recomendaciones nutricionales en la alimentación humana está originando mercados diferenciados de productos por calidad (Gaggioli *et al.*, 2015). En el caso de los cereales, en los últimos años se ha despertado el interés por mejorar parámetros químicos de calidad del grano de maíz pues es necesario disponer de materiales genéticos que satisfagan los requerimientos nutricionales y tecnológicos de un mercado cada vez más exigente (Corcuera *et al.*, 2016). Actualmente, se observa una tendencia hacia la producción de materiales con características de calidad diferenciada para satisfacer la demanda, asociadas con el uso final del producto y justificar su comercialización con identidad preservada en contraposición a la mayoría de la producción o “commodity”. Se necesita investigar sobre las interrelaciones entre propiedades físicas, químicas y biológicas del grano con el genotipo, el ambiente y el manejo pre y poscosecha para avanzar en nuevos usos (Robutti, 2008).

Tradicionalmente, el trigo se ha comercializado como un “producto agropecuario”, sin mayores especificaciones. En los últimos años, se convirtió en un “insumo industrial”, con requisitos específicos y cada vez más exigentes. Las industrias reciben exigencias de parte del consumidor, y extienden las mismas a los insumos industriales. Por consiguiente, el agricultor se ve en la necesidad de incluir los requisitos industriales como un aspecto más a considerar cuando decide producir trigo. Existen conceptos diferenciales de calidad: “calidad física”, “calidad comercial”, “calidad molinera”, “calidad panadera” o “calidad industrial”. Así, el trigo es de buena calidad molinera cuando cumple con los requisitos del molinero, o de buena calidad panadera cuando cumple con los requisitos del panadero. Dado que la mayor parte del trigo que se comercializa en la región tiene como destino la producción de harina para elaborar pan, cuando se dice que un trigo es de buena calidad se sobreentiende que tiene buena calidad molinera y panadera (Vázquez, 2009). Se considera, que un trigo tiene buena calidad panadera cuando tiene propiedades de extensibilidad y tenacidad que le permiten producir el pan acorde a lo que quiere el panadero y/o el consumidor. Los análisis de calidad física son los más utilizados en comercialización de trigo. Entre los análisis más comunes encontramos materias extrañas e impurezas, granos dañados o enfermos, peso hectolitrico, peso de mil granos, proteína bruta, dureza, falling number, humedad, porcentaje de extracción de harina, cenizas totales, color o gluten. Es importante el contenido de proteína bruta en grano, su composición y calidad industrial (Salomón *et al.*, 2013).

Las prácticas de manejo afectan al suelo y en consecuencia a los cultivos (Ferrerías *et al.*, 2007). El manejo (fertilización, sistema de labranza, etc.) al igual que todo tipo de estrés en la planta afecta la producción de proteínas del grano. La disponibilidad de N en el suelo tiene gran influencia en la calidad comercial e industrial de trigo (Abbate *et al.*,

2010). La calidad panadera se asocia al nivel de proteína bruta en grano y la cantidad y calidad de gluten (Alzueta *et al.*, 2008; Pinilla-Quezada y Herrera-Floody, 2008). El N tiene un rol importante en la calidad del trigo afectando el contenido de proteína bruta (Falotico *et al.*, 1999; Golik, 2009; Aillapan-Aravena, 2012). Las fracciones lábiles del carbono y nitrógeno son indicadores tempranos, y más sensibles, de los cambios en las propiedades del suelo debido a las prácticas de manejo (Carter, 2002; Galantini y Suñer, 2008; Ferrary-Laguzzi *et al.*, 2014; Bustos, 2016). Un método de fraccionamiento empleado para compartimentalizar el carbono orgánico del suelo es el propuesto por Cambardella y Elliott (1992) que plantea la separación física del carbono en una fracción lábil o carbono orgánico particulado correspondiente a la fracción entre 50  $\mu$  y 2000  $\mu$  y una fracción no lábil o asociado a la fracción mineral menor a 50  $\mu$  (Diovisalvi *et al.*, 2008).

El objetivo de este trabajo fue determinar la relación entre el C y el N del suelo con la calidad de trigo, en un ensayo bajo rotaciones de cultivos con dos sistemas de labranza.

## Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el campo experimental de la Comisión Nacional de Energía Atómica ubicado en el Partido de Ezeiza, Buenos Aires, subregión de Pampa Ondulada. El área del ensayo posee relieve normal y pendiente media del 1%, el suelo es su estado natural es un Argiacuol vértico (Soil Survey Staff, 2010), imperfectamente drenado, pH neutro a ligeramente ácido y bien provisto de materia orgánica, N y P. El ciclo agrícola presentó la siguiente rotación: trigo/soja<sup>2</sup> (2006/07); maíz (2007/08); soja<sup>1</sup> (2008/09); trigo (2009); maíz (2010/11); soja<sup>1</sup> (2012/13); maíz (2013/14); trigo (2014) y pastura (2015).

Las muestras de suelo se tomaron de manera previa a la implantación del cultivo de trigo de ciclo corto Klein, Taurus en 2014. Las determinaciones de suelo se realizaron sobre una muestra compuesta de cada parcela, en una profundidad de 0-10 cm. El Nitrógeno total se determinó por el micrometodo Kjeldhal según la SAMLA (2004). El Carbono Orgánico Total (COT) se determinó por el método de Walkey-Black (Jackson, 1976). El fraccionamiento físico de los componentes del carbono orgánico se realizó por la técnica descrita por Cambardella y Elliot (1992). Se obtuvieron dos fracciones de carbono orgánico: el Carbono Orgánico asociado a la fracción Mineral, menor a 53  $\mu$ m (COM) y el Carbono Orgánico Particulado mayor a 53  $\mu$ m (COP) y dos fracciones de N el Ni asociado a la fracción Mineral, menor a 53  $\mu$ m (NM) y el N Particulado mayor a 53  $\mu$ m (COP). Sobre cada fracción se determinó el contenido de carbono según Walkey-Black y el de N por Kjeldhal.

Para las determinaciones de calidad se cosecharon plantas dentro de una subparcela de cada parcela experimental de 2 m<sup>2</sup> y de allí se tomó una muestra representativa de 500 gr para los análisis en laboratorio. Sobre el grano entero se determinó Proteína Bruta (PB) y trabajo de deformación (W), utilizando el equipo INFRANEO y sobre el grano molido con un molino CHOPIN, se determinó el gluten como Gluten Húmedo (GH) con el equipo Perten Instruments Sistema Glutomatic 2200 y la actividad amilásica (FN) se determinó por el falling number con el equipo Perten FN 1500. La Ceniza Total (CT) se determinó con el método gravimétrico basado en la oxidación completa de la materia orgánica con mufla.

El diseño experimental consistió en bloques completos al azar (DCA) con cuatro repeticiones y dos tratamientos:

Laboreo Convencional (LC) y Siembra Directa (SD). El tamaño de cada parcela fue de 250 m<sup>2</sup>. En las parcelas bajo SD sólo se trató con 3 L\*ha<sup>-1</sup> de glifosato presiembra. Las parcelas cuyo tratamiento fue LC consistieron en una pasada de arado de reja y vertedera y dos pasadas de rastra de disco. Se analizaron los resultados de manera descriptiva utilizando el análisis de componentes principales (ACP) y la correlación entre los parámetros de suelo y de cultivo se evaluó utilizando el paquete Infostat 2013 (De Rienzo *et al.*, 2008).

## Resultados y Discusión

En la Tabla 1 se detallan los resultados acerca de las correlaciones identificadas entre las variables del suelo y las correspondientes a los granos. Al analizar las variables de calidad del grano de trigo solo hubo relación entre PB y W. Las proteínas de la harina de trigo, específicamente las proteínas del gluten le confieren a la masa una propiedad que la hace más elástica y extensible por lo cual soporta mayor W (de la Vega-Ruiz, 2009). Por lo tanto es esperable encontrar una asociación positiva entre las mismas como la observada. El W o fuerza panadera resume las propiedades que aportan las proteínas del gluten (gliadinas y gluteninas). Son estas proteínas las que le confieren extensibilidad y elasticidad o tenacidad. Cuando se comparan distintas muestras de grano de trigo de una misma variedad, es esperable que al aumentar la PB se incremente el valor W (Brach, 2017). En este sentido, para obtener un trigo con buena calidad panadera, es decir con alto valor W, es necesario elegir una variedad con buena calidad y cultivarla bajo condiciones que permitan que la PB en el grano sea alta (Vázquez, 2006).

Los resultados encontrados coinciden con los de Brach, (2017), quien encontró que al incrementar el N aumenta la PB y W. Al estudiar las variables de suelo se encontró una correlación positiva entre COT y sus fracciones, y entre el NT y su fracción particulada (NP). Asimismo, se encontró correlación positiva significativa ( $p < 0,05$ ) entre NT con COT y COM; y entre el NP y el COT. El N forma parte de la materia orgánica del suelo y tiende a seguir el esquema de acumulación o pérdida de la misma (González y Etchevers, 1999 y Labrador Moreno *et al.*, 1993).

Por otro lado, al estudiar la relación del N y C del suelo con la calidad del grano se encontró una correlación positiva significativa ( $p < 0,05$ ) entre PB con NP y NT y con COM y COT. Se han reportado ampliamente efectos sobre la cantidad de proteínas en los granos y otros parámetros de calidad en relación con el N disponible (Lerner *et al.*, 1998). La PB es parcialmente determinante de la calidad industrial, asociada fuertemente con el contenido de gluten (Alzueta *et al.*, 2008; Pinilla-Quezada *et al.*, 2008). El principal efecto que puede tener el suelo sobre la calidad está relacionado con el contenido de proteínas, lo que depende de la disponibilidad de N durante el llenado de grano (Vázquez, 2009). Se han encontrado diversos efectos del nitrógeno sobre los parámetros reológicos de la masa como la fuerza panadera, tenacidad y extensibilidad de la masa (García Lamothe, 2004; Alzueta *et al.*, 2008; Fuertes-Mendizábal *et al.*, 2010). En gramíneas, Serrato-Sanchez *et al.* (1999) encontraron una correlación positiva entre la PB y la materia orgánica del suelo. Por otro lado, la correlación entre PB y C del suelo podría estar justificada por las dos correlaciones descriptas con anterioridad, la de N con C y la de N con PB. La disponibilidad de N, que será mayor si hay mayor contenido de materia

## INVESTIGACION

Sokolowski *et al.*

¿El carbono y [...]

orgánica en el suelo, incide en la concentración de N en el grano y de este modo interviene en la determinación del porcentaje de proteína (Pagnam, sf). La materia orgánica ha sido considerada tradicionalmente uno de los factores fundamentales de la fertilidad de los suelos. Es el reservorio de alrededor del 95% del nitrógeno edáfico (Álvarez *et al.*, 2002). La correlación positiva entre el W con el COM podría estar vinculada con la relación encontrada entre W con PB y a su vez entre PB con el carbono del suelo.

**Tabla 1.** Coeficiente de Correlación de Pearson (r) entre pares de variables de suelo y del grano de trigo.

	PB	FN	CT	GH	W	COP	COM	COT	NM	NP	NT
PB	1										
FN		1									
CT			1								
GH				1							
W	0,9				1						
COP						1					
COM	0,88				0,84		1				
COT	0,72					0,81	0,85	1			
NM									1		
NP	0,81							0,82		1	
NT	0,72						0,75	0,87		0,94	1

En la tabla se indican los valores de r de las correlaciones estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ). CTOT: Carbono Orgánico Total (%); COP: Carbono Orgánico Particulado (%); COM: Carbono Orgánico asociado a la fracción Mineral; NT: NTotal (%); NP: N Particulado (%); NM: N asociado a la fracción Mineral; GH: Gluten Húmedo (%); W: trabajo de deformación (mJ); PB: Proteína Bruta (%); FN: actividad amilásica (s).

## Conclusiones

De los parámetros de calidad de trigo analizados (PB, FN, CT, GH y W) solo la PB y W se asociaron entre ellas y con el N y C del suelo.

El N y sus fracciones afectan solo el contenido de PB del grano de trigo y el C del suelo y sus fracciones inciden sobre el contenido de PB y W. Asimismo, existe correlación entre el C y el N del suelo.

## Bibliografía

Abbate, P.E.; Gutheim, F.; Polidoro, O., Milisich, H.J. & Cuniberti, M. 2010. Fundamentos para la clasificación del trigo argentino por calidad: efectos del cultivar, la localidad, el año y sus interacciones. *Agriscientia*, XXVII:1-9

Aillapan-Aravena, A.G. 2012. Efecto del precultivo sobre el rendimiento y la calidad de trigo candeal (*Triticum turgidum ssp. durum*) en medio ambientes mediterráneos en

## INVESTIGACION

Sokolowski *et al.*

¿El carbono y [...]

condiciones de cero labranza. Tesis. Universidad Chile Escuela pregrado. 35 pp.  
Recuperado de:  
[http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/116061/aillapan\\_alvaro.pdf](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/116061/aillapan_alvaro.pdf)

Álvarez, R.; Álvarez, C.R.; Steinbach, H.S.; Sala, J.M. y Grigera, S. 2002. Materia Orgánica y fertilidad de los suelos en la Pampa Ondulada. Informaciones Agronómicas del Cono Sur, N° 14. Mayo.

Alzueta, I.; Abeledo, L.G.; Miralles, D. J. 2008. Impacto de la fertilización nitrogenada y el momento de aplicación sobre la calidad comercial y reológica en trigo pan (*Triticum aestivum* L.). VII Congreso Nacional de Trigo, La Pampa.

Brach, A.M. 2017. Trigo: efecto de dosis variables de nitrógeno sobre el rendimiento y calidad de grano y harina en el NE de la provincia de Santa Fe. Para Mejorar la Producción 56. INTA EEA Oliveros. Recuperado de:  
<https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta.trigo-efecto-dosis-variables-nitrogeno-rendimiento-calidad-grano-y-harina-ne-santa-fe.pdf>

Bustos, A.N. 2016. Carbono Orgánico total y particulado: potenciales indicadores de calidad en suelos de la región pampeana bajo siembra directa. Área de Consolidación Métodos cuantitativos para la investigación agropecuaria Facultad de Ciencias Agropecuarias- UNC.

Cambardella, M.R.; Elliot, E. T.. 1992. Particulate organic matter changes across agrassland cultivation sequence. Soil Science Society of America Journal (SSSAJ) 56:777-783.

Carter, M. 2002. Soil quality for sustainable land management: organic matter and aggregation interactions that maintain soil functions. Agron. J. 94: 38-47.

Corcuera, V.R.; Salmoral E.M. y Pennisi M. 2016. Análisis composicional cuanti-cualitativo de los macronutrientes del grano de híbridos de maíz con valor mejorado (VEC) desarrollados para la industria alimentaria argentina Kandus M 4 , Salerno JC4 Revista de Divulgación Técnica Agropecuaria, Agroindustrial y Ambiental Facultad de Ciencias Agrarias. UNLZ. Vol. 3 (2): 37-51.

de la Vega-Ruiz, G. 2009. Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales. Temas de Ciencia y Tecnología 38: 27-32.

De Rienzo, A.; F. Casanoves; M. Balzarini; L. González; M. Tablada & W. Robledo. 2008. Infostat software estadístico. Grupo Infostat, FCA, UNC, Argentina.

Diovisalvi, N.V.; G.A. Studert; G.F. Domínguez, Eiza, M.J. 2008. Fracciones de carbono y nitrógeno orgánicos y nitrógeno anaeróbico bajo agricultura continúa con dos sistemas de labranza. Cienc Suelo, 26 (1): 1-11.

Falotico, J.; Studdert, G.; Echeverría, H.E. 1999. Nutrición nitrogenada del trigo bajo siembra directa y labranza convencional. Ciencia del Suelo, 17(2):9-20.

## INVESTIGACION

Sokolowski *et al.*

¿El carbono y [...]

Ferrary-Laguzzi, F.; Osinaga, R.; Arzeno, J.L.; Becker, A.T.; Rodríguez, T. 2014. Fraccionamiento y mineralización de la materia orgánica en distintos sistemas de labranza en un inceptisol de Salta. *Cienc. Suelo*, 32 (1):63-72 Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Ferreras, L.A; Costa, G. & Eyhérbide, H. 2015. Bases para el Manejo del Cultivo de Maíz. INTA Pergamino. Recuperado de: [http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_bases\\_para\\_el\\_manejo\\_de\\_maíz\\_reglon\\_100-2\\_2.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_bases_para_el_manejo_de_maíz_reglon_100-2_2.pdf)

Ferreras, L.; Magra, G.; Besson, P.; Kovalevsk, I.E.; Garcia, F. 2007. Indicadores de calidad física en suelos de la Región Pampeana Norte de Argentina bajo siembra directa. *Ciencia del Suelo*, 25 (2):159-172.

Fuertes-Mendizábal, T.; González-Murua, C.; González- Moro, M.B.; Estavillo, J.M. 2012. Late nitrogen fertilization affects nitrogen remobilization in wheat. *J. Plant Nutr. Soil Sci*, 175: 115-124.

Galantini, J.A.; Suñer, L. 2008. Las fracciones orgánicas del suelo: análisis en los suelos de la Argentina. *Agriscientia*,25(1): 41-55, Córdoba.

García Lamothe, A. 2004. Manejo de la fertilización con nitrógeno en trigo y su interacción con otras prácticas agronómicas. Serie técnica N°144. Editado por la Unidad de Agronegocios y Difusión, INIA, Uruguay.

Golik, I. 2009. Efecto de los sistemas de labranza, fertilización nitrogenada y genotipo sobre el sistema radical en etapas avanzadas del cultivo de trigo y su incidencia en el rendimiento, calidad y sanidad. UNLP - FCAYF tesis doctoral. Recuperado de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/1821> Consultado 08/03/17.

González, F. de L.; Etchevers B., J. D.. 1999. Materia orgánica en el suelo y disponibilidad de nitrógeno. 14° Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, 8-12 de Noviembre de 1999, Pucón.

Jackson, M.L. 1976. Análisis químicos de suelo. Ediciones OMEGA, S.A. Barcelona. 3er edición

Labrador Moreno, J.; Guiberteau Cabanillas, A.; López Benitez, L.; Reyes Pablos, J. 1993. La materia orgánica en los sistemas agrícolas. Manejo y utilización. Hojas Divulgadoras. N° 3/93 HD. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Recuperado de: [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1993\\_03.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_03.pdf)

Lerner, S.E.; Adriel, M.R.; Ponzio, N.R.; Rogers, W.J.1998. Rol de la relación N/S sobre el rendimiento y algunos parámetros de calidad de trigo pan. IV Congreso Nacional de Trigo. Mar del Plata 11, 12 y 13 de Noviembre. 3.

Manangón Monteros, P.R. 2014. Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum Aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 msnm Juan Montalvo-CVayambe-2012. Quito. 111 pp. Recuperado de <file:///C:/Users/Anita/Desktop/UPS-YT00040.pdf>

## INVESTIGACION

Sokolowski *et al.*

¿El carbono y [...]

Pagnan, L.; Errasquin, L. ; Cottura, G.; Giordano, M. Sf. Rendimiento y calidad del trigo en función de la disponibilidad de nitrógeno. Recuperado de:  
[https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_rend\\_calidad\\_trigo\\_n\\_17.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_rend_calidad_trigo_n_17.pdf)

Pinilla-Quezada, H.; Herrera-Floody, L. E.. 2008. Efecto de la fertilización nitrogenada tardía en aspectos de calidad panadera en trigo (*Triticum aestivum* L.). IDESIA (1) 26: 77-81.

Robutti, J.L. 2008. Calidad y Usos del Maíz. INTA Pergamino, IDIA XXI.100:104

Salomón, N.; Aldalur, B.; Cuniberti, M. & Miranda, R. 2013. Distribución de la calidad del trigo pan argentino utilizando mapas del sistema de información geográfica. RIA / Vol. 39 (1):41-50.

SAMLA. 2004. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación Argentina. Dirección de Producción Agrícola. Sistema de Apoyo Metodológico a los Laboratorios de Análisis de Suelos Agua, Vegetales y Enmiendas Orgánicas. Buenos Aires, Argentina. 120 pp.

Serrato-Sánchez R.; Valencia-Castro, C. M.; Del Río-Olague, F. 1999. Interrelaciones entre variables del suelo y de las gramíneas en el pastizal semiárido del norte de Durango. Terra 17(1): 27- 34

SOIL SURVEY STAFF. 2010. Claves para la taxonomía de suelos. 11th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service. Washington, DC, USA.

Vázquez, D. 2006. Introducción a la Calidad: Determinantes de la Calidad, Parámetros y su Importancia a Nivel Industrial. INIA La Estanzuela. Recuperado de:  
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/465/1/111219220807113206.pdf>