

[www.cibereduca.com](http://www.cibereduca.com)



**V Congreso Internacional Virtual de Educación  
7-27 de Febrero de 2005**

## **LA AGROFÍSICA EN LOS PLANES DE ESTUDIO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

María Elena Ruiz  
Andrés Lau  
Hanoi Medina, Jorge Díaz.

[mruiz@isch.edu.cu](mailto:mruiz@isch.edu.cu)

Grupo de Investigaciones Agrofísicas, Universidad Agraria de la Habana Apartado 18 San Jose de las Lajas Habana 32700, Cuba

## RESUMEN

Para todo país resulta necesaria la actualización de los currículos de estudio en las ramas agrícolas para que de esta manera corresponda mejor con las demandas del País y el desarrollo esperado en el sector agro industrial. Un aspecto importante, contenido en todos los planes de estudio de Ingeniería Agrícola es la Agrofísica. En este trabajo se discute sobre el significado del término Agrofísica y se analiza su presencia en los planes de estudios en ingeniería agrícola de 36 países. Por último se discuten las principales tendencias observadas y se compara con los planes de Ingeniería Agrícola en Cuba.

## Índice de Contenidos

<a href="#">Introducción</a> .....	2
<a href="#">Materiales y Métodos</a> .....	3
<a href="#">La Agrofísica</a> .....	3
<a href="#">La Agrofísica en planes de Ingeniería Agrícola</a> .....	4
<a href="#">Resultados y Discusión</a> .....	5
<a href="#">Asignaturas que tributan a la Agrofísica por países</a> .....	5
<a href="#">Bibliografía</a> .....	14

## INTRODUCCIÓN

Para todo país resulta necesaria la actualización de los currículos de estudio en las ramas agrícolas, para que de esta manera corresponda mejor con las demandas del País y el desarrollo esperado en el sector agro industrial. Por ejemplo Japón y Estados Unidos han analizado en los últimos años en modificar y ampliar los nombres de sus Facultades de Agricultura incluyendo los términos “Recursos naturales y de la Tierra” o la Ingeniería en Biorecursos o en Biosistemas (Febo y Sun, 2000), dada la necesidad cada vez más imperiosa del cuidado y uso eficiente de los recursos naturales.

En Cuba se ha realizado un trabajo de perfeccionamiento de planes y programas comenzando con los llamados “Planes de estudio A” en 1976 al crearse el Ministerio de Educación Superior (MES) y reestructurarse la Educación Superior. Con estos planes se trata de cubrir las necesidades del País y de territorios en particular, así como lograr una actualización de los contenidos de acuerdo al desarrollo científico y técnico internacional. En estos momentos nos encontramos en el proceso del perfeccionamiento D. Este perfeccionamiento está previsto que sea muy flexible en cuanto al tiempo de duración de las carreras, los contenidos de los planes de disciplina y se introduce el concepto de

crédito entre otras características. Las indicaciones para la elaboración de estos planes se encuentran en (MES, 2003)

En la Facultad de Mecanización de la Producción Agropecuaria de la Universidad Agraria de la Habana, se trabaja también en el perfeccionamiento D con el interés de variar el perfil de la carrera hacia uno más amplio donde se cambiaría el nombre anterior por el de Ingeniería Agrícola. La selección del nuevo plan de estudio de esta nueva carrera resulta una tarea muy compleja ya que cuando se analizan los planes en diversos países se encuentra un amplio rango de disciplinas con especialidades de salida en dependencia de los intereses de cada País e incluso región. Por consiguiente en nuestro caso también es necesario compatibilizar el interés nacional y particular de las diferentes regiones en que las Universidades desempeñan un papel rector en la superación y la investigación científica. Esto provoca la necesidad de confeccionar programas con un núcleo básico de asignaturas común para todas las Universidades Agrícolas del País y posteriormente una especialización que estará en dependencia de los intereses locales.

Cuando se analizan los programas de estudio se observa que, independiente de las especialidades de salida de las diferentes carreras en los países analizados, en todos se encuentra la Agrofísica. La etimología de la palabra ya designa su objeto de investigación: el sistema suelo, agua, planta, atmósfera (SAPA) en sus intercambios de masa y energía. Los métodos que utilizará la Agrofísica serán los métodos científicos de la Física que también son utilizados en el resto de las ciencias naturales y que implicará medir, analizar, interpretar y modelar.

En este trabajo se describen brevemente aquellos aspectos particulares considerados dentro de la Agrofísica, se analiza cómo aparece ésta en los planes de estudio de ingeniería agrícola de diferentes países y por último se comparan con los cursos que se proponen en el futuro plan de estudio de la carrera Ingeniería Agrícola en la Universidad Agraria de la Habana propuestos por García de la Figal (2004).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **La Agrofísica**

La aplicación de la Física en otras ramas de las ciencias naturales ha llevado al surgimiento de ramas como la Física de la Atmósfera, la Astrofísica, la Geofísica, la Física ambiental entre otras.

El término Agrofísica sin embargo no está extendido en su utilización. Si se realiza una búsqueda en Internet a través de los buscadores Google o Scirus de Elsevier, se aprecia que a nivel internacional predomina la utilización de este término en un Instituto de investigaciones (Instituto de Agrofísica) perteneciente a la Academia de Ciencias de Polonia que ha tenido gran desarrollo y que ha logrado el establecimiento de una revista y una conferencia internacional periódica, así como la publicación de sus resultados en revistas de gran visibilidad. Se piensa por los autores de este artículo que el término proviene de la antigua URSS. En nuestro caso, aunque de una forma más modesta, ya que no abarcamos todos los temas de investigación de dicho Instituto, también preferimos la utilización de este término para nombrar a numerosas aplicaciones de la Física en el mundo agrícola y que trataremos de precisar brevemente.

La Agrofísica está considerada dentro de la Física Ambiental (Glinski, 1999) y estudia los procesos que tienen lugar en las tierras de uso agrícola (Glinski, 1992). Estas áreas están bajo la acción

directa del hombre que actúa sobre ellas mediante los cultivos, el manejo del agua así como la aplicación de químicos y labores mecánicas sobre los suelos. La Agrofísica se ocupa en investigar los procesos físicos y físico-químicos vinculados a los intercambios de masa y energía en el sistema suelo agua planta atmósfera y de los procesos relacionados con la recolección, el transporte y el almacenamiento de productos agrícolas (Moshenin, 1986). El conocimiento de la variabilidad espacial y temporal de las propiedades físicas del sistema suelo agua planta atmósfera permite la construcción de modelos físicos para la simulación y predicción de diferentes magnitudes del SAPA en el tiempo y por ejemplo simular el efecto del tipo de suelos o del clima sobre los rendimientos de un cultivo (Ruiz y Utset, 2004).

Las investigaciones agrofísicas están dirigidas entonces a elevar la eficiencia en la producción agrícola, disminuir la degradación de suelos, mejorar la calidad del agua y decrecer las pérdidas cualitativas y cuantitativas de los materiales agrícolas. En toda esta diversidad pueden señalarse los siguientes aspectos como temas de investigación dentro de la Agrofísica:

Las propiedades físicas del sistema suelo agua planta atmósfera y de los materiales agrícolas

La modelación del movimiento de agua, sales y energía en el SAPA

El estudio de la variabilidad espacial y temporal de las propiedades físicas del SAPA

El desarrollo de dispositivos que, empleando principios físicos, permitan medir magnitudes que caracterizan el SAPA.

La utilización de tecnologías no destructivas para el análisis del SAPA y de los materiales agrícolas (reflectometría en dominio temporal, microscopía óptica y electrónica, tomografía computarizada, emisión acústica, entre otras).

Como se puede observar la característica principal de la Agrofísica es la variedad de aspectos que estudia, desde el Sistema Suelo agua planta atmósfera desde el punto de vista macroscópico hasta los fenómenos que tienen lugar en el medio capilar y coloidal del suelo como medio poroso y los objetos formados por células y tejidos que resultan biológicamente activos (Glinski, 1999).

Dada la diversidad de aspectos contenidos en la Agrofísica y como ya se había establecido en la introducción, no es posible la carrera de ingeniería agrícola sin incluir asignaturas asociadas a la Agrofísica según se entiende el término en este trabajo.

### **La Agrofísica en planes de Ingeniería Agrícola**

El documento elaborado por La Comisión Internacional de Ingeniería Agrícola, la Sociedad Europea de Ingenieros Agrícolas y la FAO (Febo y Sun, 2000) ha sido utilizado como fuente importante para la comparación entre planes de estudio de ingeniería agrícola. En el citado trabajo se ofrece un análisis de la estructura de las universidades y de los currículos de Ingeniería Agrícola en 36 países de África, América, Asia y Europa. En los currículos además aparecen las diferentes especializaciones terminales en cada uno de los países y junto al nombre de las asignaturas, en la mayoría de los casos, se informa sobre el número de horas o créditos asignados.

Los países contenidos en Febo y Sun (2000) fueron: Argentina, Bélgica, Brasil, Canadá, Chile, China, República Checa, Dinamarca, Egipto, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, India, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Latvia, Malasia, México, Países Bajos, Nueva Zelanda, Nigeria, Noruega, Polonia, Portugal, Corea del Sur, España, Suiza, Turquía, Reino Unido, Estados Unidos de América y Zimbabwe.

Para Cuba ha sido consultado el documento que establece las directivas para la confección del plan de perfeccionamiento D (MES, 2003) y los documentos elaborados por la Comisión Nacional de Carrera de Mecanización Agropecuaria (García de la Figal, 2004).

A continuación se detallan por países las asignaturas que tributan a la Agrofísica. Debe aclararse que en muchas universidades, la ingeniería agrícola tiene varias especialidades y que esto hace variar el número de horas y el nombre de algunas asignaturas. En la relación que sigue se han incluido las asignaturas que muestran nombres diferentes (ya que no era posible conocer los contenidos) y en el caso de las que tenían igual nombre aquellas con mayor número de horas o créditos. Otro aspecto es que en algunos planes, no fue detallado ni el número de horas ni el de créditos y entonces sólo se reflejan los nombres de las asignaturas. También se han hecho algunas observaciones al lado del nombre del País donde resultó evidente la preferencia hacia alguna de las salidas de la Ingeniería Agrícola.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Asignaturas que tributan a la Agrofísica por países**

#### **ARGENTINA**

Física (70 h)

Manejo de Suelos (140 h)

#### **BELGICA**

Suelo y Agua: Principios Físicos (30 h)

Manejo de Agua y suelos (45 + 30 h)

Electricidad y electrónica (60 h)

Electricidad Aplicada (60 h)

Física General y Experimental (265 h)

Termodinámica (35 h)

Agro-Hidrología (60 h)

Electricidad (90 h)

#### **BRASIL**

Suelos y Riego (1035 h)

Física y Física Aplicada (720 h)

Mecánica (120 h)

Suelos, Riego y Drenaje (690 h)

#### **CANADA**

Física de Suelos (52 h)

Electricidad y Electrónica (78 h)

Propiedades físicas de productos agrícolas (58 h)

Riego y Drenaje (60 h)

Transferencia de calor (78 h)

Propiedades físicas de materiales biológicos (78 h)

Hidrología y Riego (135 h)

Secado de productos agrícolas (135 h)

Mecánica (270 h)

Termodinámica (180 h)

Hidrodinámica de Suelos

Electricidad, Instrumentación y Control (405 h)

Física (156 h)

Mecánica de los Fluidos (117 h)

Suelos y Conservación del agua (65 h)

### **CHINA**

Física (160 h)

Introducción a Termodinámica e Hidráulica (40 h)

**REPUBLICA CHECA** (enfoque muy dirigido a la maquinaria y el procesamiento de productos)

Física (126 h)

Termomecánica (56 h)

Elasticidad y firmeza (56 h)

Ingeniería Ambiental (56 h)

HidroMecánica (42 h)

Hidromecánica aplicada (56 h)

Electrónica básica (56 h)

**DINAMARCA** (no especifican los cursos básicos)

Sensores e ingeniería de control en Agricultura de Precisión (6)

Sistemas de Información Geográfica (6)

### **EGIPTO**

Termodinámica y Mecánica de los Fluidos

Física

Técnicas de Riego y Drenaje

Física y química

Dinámica de los fluidos

Electricidad

Ingeniería del Agua

### **FINLANDIA**

Física (200 h)

Electrotecnia (80 h)

Propiedades físicas de biomateriales (80 h)

### **FRANCIA**

Sensores remotos y geoestadística

Recursos hídricos y riego

**ALEMANIA** (hay una fuerte tendencia a la maquinaria y la automatización)

Suelos y manejo del agua (90 h)

AgroFísica (84 h)

Física y BioFísica (50 h)

Sistemas de información (60 h)

Manejo del agua (105 h)

Riego y Drenaje (90 h)

Sensores remotos (80 h)

Física (120 h)

Modelos y simulación (60 h)

### **GRECIA**

Física I-II (104 h)

Dinámica (39 h)

Drenaje (39 h)

Riego (39 h)

Termodinámica (39 h)

Principios de la Mecánica de los Fluidos

Riego Principios y prácticas

Flujo no saturado en suelos

Hidráulica y aguas subterráneas

Física de Suelos

Drenaje

Hidráulica computacional

Hidrología superficial

Hidrología (52 h)

**HUNGRIA** (*hacen énfasis en el procesamiento de alimentos y la maquinaria agrícola*)

Física

Electrónica aplicada y electricidad

**INDIA** (*también en aparece el procesamiento de alimentos que contiene el estudio de las propiedades físicas de los productos agrícolas.*)

Física

Transferencia de calor y masa

Mecánica de los Fluidos

Hidrología

Electrónica e Instrumentación

Suelos y conservación del agua

Ingeniería en Riego y Drenaje

Sensores remotos y sistemas de información geográfica

Hidrología de aguas subterráneas

**IRLANDA** (*Se especializan principalmente en proceso de alimentos*)

Ingeniería eléctrica y electrónica. (24 h)

Mecánica de los Fluidos (24 h)

Termodinámica (64 h)

Dinámica aplicada (48 h)

Ciencias Agrícolas y ambientales

### **ISRAEL**

Fenómenos de transporte en Suelos

Agrometeorología

Manejo de Riego,

Drenaje y sistemas de conservación de Suelos

Propiedades físicas de materiales biológicos

Compactación de Suelos

Riego

Conservación de suelos

Drenaje

### **ITALIA**

Física (100 h)

Suelos y Manejo de agua

Modelación para la Ingeniería Agrícola

Riego y drenaje

Hidráulica agrícola

### **JAPON**

Introducción a Física (2)

Comprensión física de la Naturaleza (2)

Física A2 (2)

Física B1 (2)

Física C1 (2)

Experimentos básicos en Física I (1)

Experimentos básicos en Física II (1)

Física de Suelos (2)

Hidrología aplicada (2)

Electrónica (2)

Riego y Drenaje (2)

Tecnología para el procesamiento de productos en granjas (2)

Tecnología de secado de productos agrícolas (2)

Ingeniería del almacenamiento agrícola (2)

Almacenamiento de Cítricos (2)

Introducción de la ingeniería del agua (2)

Propiedades agrícolas de productos agrícolas (1)

Electricidad en la agricultura (1)

Ingeniería eléctrica (2)

Física Agrícola avanzada (2)

Física de Suelos avanzada (2)

Ingeniería de los fluidos (2)

Ingeniería térmica (2)

Física para el control ambiental (2)

Hidrología (2)

Mecánica de los Fluidos (2)

Meteorología agrícola (2)

Introducción a la Electrónica (2)

Dinámica

Electromagnetismo

Taller de Física

Ingeniería de Riego y Drenaje (2)

Hidrología aplicada I (2)

Ingeniería de las vibraciones (2)

Ingeniería de las Transferencias de calor y Termodinámica (2)

Ingeniería eléctrica y Electrónica (2)

Ingeniería en riego y drenaje (2)

Hidrología aplicada II (2)

Ingeniería ambiental (2)

Sensores remotos (2)



Ingeniería de la tierra y el ambiente I (2)	Ingeniería del riego avanzada (2)
Ingeniería de la tierra y el ambiente II (2)	Seminario en ingeniería del uso del agua (2)
Hidrología ambiental (2)	Flujo del agua en los suelos (2)
Modelación de cuencas (2)	Conservación de cuencas avanzado (2)
Ingeniería de los alimentos y sus procesos (2)	Ingeniería en recurso agua (2)
Ingeniería eléctrica general (2)	Desarrollo y conservación del recurso agua (2)
Electromecánica (2)	Aspectos físico-mecánicos del sistema suelo-agua (2)
Termoingeniería (2)	Ambiente suelo-agua (2)
Hidrología agrícola (2)	Hidrología agrícola (2)
Vibraciones (2)	Hidrología de suelos (2)
Utilización del recurso agua (2)	Conferencias especiales en Física de Suelos (2)
Laboratorios de Física de suelo e hidrología ambiental	Conferencias especiales en Ambiente de suelos y agua (2)
Propiedades físicas de productos agrícolas (2)	Electro Magnetismo (2)
Riego, Drenaje y Ambiente hidrológico	Experimentos en Física (2)
Ingeniería en los recursos hídricos (2)	Tópicos de Física para la Agricultura (2)
Hidráulica y modelación ambiental (2)	Mecánica de materiales biológicos (2)
Riego, Drenaje y Ambiente hidrológico	Ingeniería de riego (2)
Teoría del Riego y el drenaje II (2)	Tópicos en ingeniería ambiental y tecnología I (2)
Termodinámica y calor	Uso del agua en la ingeniería agrícola (4)
Teoría del Riego y el drenaje I (2)	Tópicos en ingeniería ambiental y tecnología II (2)
Física ambiental (2)	Riego y Drenaje Avanzado (4)
Curso avanzado de propiedades físicas(2)	Hidrología Agrícola Avanzada (4)
Ingeniería térmica avanzada (2)	
Seminario en Física Agrícola	
Teoría avanzada en Riego y Drenaje (2)	

Ingeniería Agro-Ambiental avanzada (4)  
Planificación de los recursos hídricos (2)  
Fotometría aérea y Sensores Remotos  
Ingeniería eléctrica (2)  
Riego y Drenaje (2)  
Ingeniería de las vibraciones (2)  
Seminario de Física de Suelos avanzada y de Ingeniería Geo-técnica (6)  
Física Basica I (2)  
Física Aplicada(2)  
Laboratorio de Física (1)  
Ingeniería de Sistemas agrícolas (2)  
Planeamiento del recurso agua(2)  
Levantamiento aéreo (2)  
Procesamiento físico de productos forestales (2)  
Física para recursos agrobiológicos (3)  
Física de Suelos (2)  
Termodinámica y Transmisión de calor (2)  
Mecánica de los Fluidos (2)  
Hidrología (2)  
Propiedades físicas e información biológica (2)  
Ingeniería del procesamiento de alimentos (2)  
Tecnología para el almacenamiento de alimentos (2)  
Fundamentos de la Biofísica ambiental (2)

Sensores remotos (2)

### **JORDANIA**

Física de Suelos (80 h)

Hidrologia (160 h)

Física (192 h)

Ingeniería eléctrica (176 h)

### **MALASIA**

Física

Ingeniería de Suelos y Conservación del agua

Sistemas de información geográfica en la Agricultura

Ingeniería de los materiales biológicos

Riego e ingeniería del drenaje

**MÉXICO** (es imposible apreciar en las asignaturas más de la especialidad ya que aparecen con nombres genéricos muy amplios como “ingeniería agrícola” o ingeniería aplicada)

Física y Química (468 h)

### **PAISES BAJOS**

Física (3)

Termodinámica (2)

BioMecánica (6 )

Electrónica (2 )

Procesamiento de imágenes (2)

**NUEVA ZELANDIA** (muy general es imposible apreciar)

## **NIGERIA**

Física

Electricidad aplicada

Mecánica de los Fluidos y Termodinámica

Hidrología

Riego y Drainage

Suelos y Conservación del agua

**NORUEGA** (no especifica las asignaturas fuera de las básicas específicas, no obstante hay una especialización que se llama Física Ambiental)

Física (390 h)

**POLONIA** (enfoque hacia la maquinaria agrícola)

Física

Mecánica

Electricidad

Electrónica

Termodinámica

## **PORTUGAL**

Hidrología (60 h)

Riego y Drenaje (120 h)

Suelos y Conservación del agua (90 h)

Manejo del agua (30 h)

Reología (75 h)

Termodinámica (90 h)

Física (180 h)

Tecnología de suelos (75 h)

Riego (75 h)

## **COREA DEL SUR**

Física y Laboratorios. (4)

Mecánica de los Fluidos (3)

Termodinámica (3)

Transferencia de calor(3)

Ingeniería eléctrica y electrónica en la Agricultura (3)

Física y Laboratorios. (4)

Hidrología (3)

Electricidad Agrícola y práctica (3)

Mecánica de los Fluidos (3)

Suelos y conservación del agua

Almacenamiento de productos hortícolas (3)

Termodinámica (3)

Suelos (3)

Ingeniería de Aguas subterráneas (3)

Riego y Drenaje (3)

Electrónica Agrícola (3)

Sistemas de información geográfica para la Agricultura (3)

Ingeniería de almacenamiento para productos agrícolas (3)

Ingeniería Térmica (3)

Ingeniería de las vibraciones (3)

Física y Laboratorios I, II (6)

## **ESPAÑA**

Termodinámica Aplicada (40 h)  
Conservación y Manejo de aguas y Suelos (30 h)  
Sistemas de Información Geográfica (50 h)  
Física de Suelos (45 h)  
Complementos de Física (60 h)  
Termodinámica Aplicada(60 h)  
Física (150 h)  
Termodinámica (60 h)

## **SUIZA**

Física (56 h)

## **TURQUIA**

Física (60 h)  
Electrónica (30 h)

## **REINO UNIDO**

Mecánica de las Vibraciones. (20 h)  
Suelos e Ingeniería del agua (80 h)  
Suelos y Física Ambiental (80 h)  
Suelos y Tecnología del agua (225 h)  
Termodinámica. y Mecánica de los Fluidos (90 h)  
Electricidad y Electrónica (90 h)  
Ingeniería eléctrica e instrumental. (80 h)  
Termodinámica y Procesos de flujo (70 h)  
Suelos e Ingeniería del Agua (70 h)

Ciencia eléctrica (55 h)  
Suelos y Manejo de agua (50 h)

## **ESTADOS UNIDOS**

Hidrología de cuencas (30 h)  
Sistema Suelo agua (30 h)  
Evaluación de Suelos y Agua (30 h)  
Física (150 h)  
Suelos e Ingeniería del Agua  
Ingeniería ambiental

## **ZIMBAWE**

Hidrología e hidráulica  
Ingeniería de riego  
Ingeniería en drenaje  
Termodinámica  
Física de Suelos  
Hidrología  
Drenaje Agrícola

**CUBA**(Según propuesta de García de la Figal, 2004 para el Plan D en la futura carrera de Ingeniería Agrícola)

Física I (80h)  
Física II (70h)  
Física III (70h)  
Termotecnia (60h)  
Mecánica Teórica (90h)  
Suelo y Agua (60h)

Técnicas de Riego y Drenaje (60h)

Mecánica de los Fluidos (80h)

Electrotecnia y Electrónica(80h)

Teledetección y Sistemas de Información.  
Geográfica.(60h)

Procesos de Poscosecha (60h)

Cuando se analizan las asignaturas por países, se observa principalmente en los países del primer mundo, la introducción de asignaturas dirigidas a la conservación y cuidado del medio ambiente en general así como a la conservación de los suelos y el agua en particular.

Con relación a las asignaturas de Física General mayoritariamente están incluidas en los planes de todos los países, aunque se observa una mayor carga en países como Japón, Brasil y Corea del Sur, no obstante en algunos países se conoce que la Física General se imparte en la enseñanza media superior y no se imparte nuevamente en el nivel universitario. Los autores de este trabajo consideran que la formación básica fuerte en Física General y aplicada es indispensable para la comprensión y asimilación de las restantes asignaturas aplicadas que tributan a la Agrofísica.

También se observa que las más fuertes tendencias son:

Procesamiento de alimentos

Maquinaria Agrícola

Conservación de suelos y aguas

En la propuesta cubana se observa un equilibrio entre las tres tendencias, no obstante en el caso particular de la Universidad Agraria de la Habana, existe experiencia investigativa en los temas de la explotación y reparación de la maquinaria agrícola y en la Geoinformática aplicada a los problemas del suelo y el agua, por consiguiente es de esperar que en los próximos años surjan dos especialidades dentro de la carrera en nuestra Universidad.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Febo, P. y Sun, D. (ed). 2000. The university structure y curricula on agricultural engineering. An overview of 36 countries. Documento FAO, CIGR, AIGR, 236pp.

García de la Figal, A. 2004. Documento base para la elaboración del plan D de la carrera Ingeniería Agrícola. (Segunda versión, 2004-04-02). Inédito.

Glinski, J. 1997. Role of agrophysics in sustainable agricultura. 6th Conference in Agrophysics. Symposium 20. Poland.

MES 2003. Documento base para la confección de planes y programas D. Ministerio de Educación Superior. Septiembre 2003.

Mohsenin, N.N. 1986. Physical properties of plant and animal materials: structure, physical characteristics, and mechanical properties. New York. Gordon and Breach.

Ruiz, Maria E., Utset, A. Models for predicting Water Use and Crop Yields. A Cuban experience. IN Invited Presentations College on Soil Physics 2003. The Abdus Salam Internacional Centre for Theoretical Physics. Editors D.M Gabriels, G. Ghirardi, D.R. Nielsen, I.Pla Sentis, E.L. Skidmore. 18. ISBN 92-95003-26-8, pp 321-328, 2004.