

## ANÁLISIS DE LA FORMACIÓN DE PREGRADO DEL PROFESIONAL EN AGROMETEOROLOGÍA

### Analysis of the undergraduate training of the professional in Agrometeorology

Lic. Grethel Lázara Sieiro Miranda \*<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-8105-5633>

MSc. Rosa Elvira Isaac Zaldivar <sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-8546-7042>

Lic. José Alberto De la Fé Isaac <sup>3</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-1768-1044>

<sup>1,3</sup> Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar de La Habana, Cuba

<sup>2</sup> Universidad de Oriente, Cuba

\*Autor para correspondencia. email [grethel.sieiro@inica.azcuba.cu](mailto:grethel.sieiro@inica.azcuba.cu)

**Para citar este artículo:** Sieiro Miranda, G. L., Isaac Zaldivar, R. E. y De la Fé Isaac, J. A. (2023). Análisis de la formación de pregrado del profesional en Agrometeorología. *Maestro y Sociedad*, 20(4), 947-952. <https://maestrosociedad.uo.edu.cu>

#### RESUMEN

La presente investigación propone un análisis de los programas de estudio de Agrometeorología como asignatura de nivel superior y el aprendizaje de sus métodos modernos. La revisión se condujo mediante el análisis de los programas de estudio en universidades latinoamericanas en las últimas dos décadas. Existe consenso en los temas fundamentales de la formación del profesional. De las 15 universidades analizadas, el 60 % incluyen técnicas modernas en la preparación y la quinta parte de las mismas potencia la práctica sobre la teoría. Para nuestro país, los programas de estudio carecen de la aplicación de las técnicas mencionadas y refuerzan el plano teórico. El desarrollo agrario del país sustentado en bases científicas requerirá de profesionales especializados con capacidades técnicas para el uso y la interpretación de información agrometeorológica mediante modernas herramientas. Se recomienda entonces la actualización e inclusión de nuevos métodos en la formación del agrometeorólogo como profesional del futuro.

**Palabras clave:** Cuba, meteorología, universidad.

#### ABSTRACT

The present investigation proposes an analysis of the study programs of Agrometeorology as a higher level subject and the learning of its modern methods. The review was conducted through the analysis of study programs in Latin American universities in the last two decades. There is consensus on the fundamental issues of professional training. Of the 15 universities analyzed, 60% include modern techniques in the preparation and a fifth of them promote practice over theory. For our country, the study programs lack the application of the aforementioned techniques and reinforce the theoretical level. The agricultural development of the country based on scientific bases will require specialized professionals with technical capacities for the use and interpretation of agrometeorological information through modern tools. Therefore, the updating and inclusion of new methods in the training of the agrometeorologist as a professional of the future is recommended.

**Keywords:** Cuba, meteorology, university.

Recibido: 7/6/2023 Aprobado: 25/8/2023

#### INTRODUCCIÓN

La agricultura tiene una dependencia directa muy acusada de las condiciones ambientales que determinan, en gran medida, la viabilidad y el desarrollo de las producciones agrícolas (Ferreras, 2002). A su vez, el clima es uno de los componentes ambientales más determinantes en la adaptación, distribución y productividad de los seres vivos, es por esto que la información del estado del tiempo es parte fundamental para la toma de decisiones en la agricultura moderna, que requiere información meteorológica actualizada para sus procesos

de producción (Bravo et al., 2014).

La Agrometeorología como ciencia es relativamente joven, antes de la década de 1920 se consideraba como parte de la climatología general (Ferrerías, 2002) y es a partir de este momento que se consolida su concepto. A partir del año 1950 es cuando ya se desarrolla completamente como ciencia independiente (Ferrerías, 2002) y desde los años 60 se extiende a un mayor número de regiones. En la década de 1980 registra importantes cambios y evoluciona notablemente (OMM, 2006). Su desarrollo en Cuba se concentró entre los años 1972 y 1978 con la construcción de estaciones meteorológicas financiadas por el proyecto internacional PNUD/CUB/507-72 que incluían estudios fenológicos y sobre el estado de los cultivos de interés económico para el país (Lecha, 2017).

La ciencia se define como la aplicación de la meteorología y la micrometeorología, a los problemas específicos de la agricultura. Se interesa en la interrelación entre los factores meteorológicos, hidrológicos, así como por la agricultura; en su sentido más amplio (OMM, 1990). Según Lecha (2017), es la rama de la meteorología que se ocupa de estudiar la relación del estado del tiempo con los cultivos agrícolas, incluyendo también estudios referidos a los animales de granja y producciones agropecuarias.

En una definición más amplia, la meteorología agrícola es una ciencia que se ocupa del agua, el calor y el aire, así como del desarrollo de la biomasa en altitud o bajo el suelo, en el entorno de la producción agrícola, e incluye los efectos de plagas y enfermedades que dependen igualmente de estos factores (OMM, 2006). Ferrerías (2002) la considera como el conjunto de métodos científicos y tecnológicos que, mediante la explotación de datos agronómicos y meteorológicos, proporciona a los agricultores medios útiles para una mejor gestión de sus explotaciones (Ferrerías, 2002).

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) reconoce la utilización relativamente limitada de los servicios agrometeorológicos en la agricultura, en particular (pero no exclusivamente) en países en desarrollo (OMM, 2006) y expone como razón fundamental para ello la insuficiente educación y formación de los usuarios de la información. Surge entonces la figura del agrometeorólogo, como el profesional especializado en la interpretación de la información del tiempo y el clima de manera tal que su actuación contribuya a la reducción de los riesgos y vulnerabilidades que afectan la agricultura familiar, la producción agropecuaria y la seguridad alimentaria.

El agrometeorólogo se convierte en intermediario capacitado que provee los servicios y ayuda a superar las limitaciones existentes. En los países en desarrollo, el reducido número de estos especialistas de alto nivel y sus escasos recursos impiden la orientación hacia especializaciones modernas. Lo anterior unido a la restringida capacidad de absorción de productos agrometeorológicos que tienen los responsables de la toma de decisiones en materia agrícola dificulta el desarrollo y aplicación de esta ciencia.

El presente trabajo propone un análisis de los programas de estudio de esta ciencia como asignatura de nivel superior para el desarrollo de profesionales de alta calificación, y el aprendizaje de sus métodos más modernos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Diseño y Estrategia de búsqueda**

Las búsquedas analizadas estuvieron vinculadas a los programas de estudio de la asignatura Agrometeorología y otras con objetos de estudio relacionados. La localización de los artículos se realizó a través del metabuscador Google Académico y la plataforma ResearchGate, en el período 2000- 2020. La revisión se condujo a partir del estudio de 26 publicaciones y programas de estudio de la asignatura en universidades de Latinoamérica.

### **Criterios de inclusión-exclusión**

El criterio de inclusión-exclusión fue que los trabajos contaran con similares temas de estudio relacionados con la Agrometeorología, Meteorología y Climatología aplicadas a los procesos agrícolas.

## **RESULTADOS**

Al analizar los programas de estudio de las universidades del área, estas ubican la disciplina como parte complementaria de los procesos agrícolas y no como especialización de las ciencias de la atmósfera (Figura 1). Esta perspectiva es más evidente al sur del continente y en proporción a la importancia que concede cada país

a la agricultura dentro de su economía. Sin embargo, solo el 27.3 % de las que la incluyen en los currículos de las ciencias agrarias priorizan el tiempo para el trabajo individual sobre el teórico.

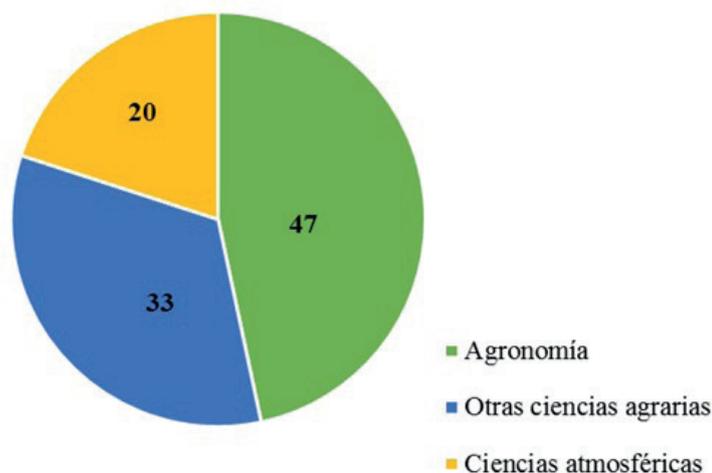


Fig. 1 Ubicación de la ciencia dentro los currículos de la educación superior

Aunque se registran al menos ocho nomenclaturas para referirse a la ciencia, existe consenso en los temas fundamentales de la formación del profesional en Agrometeorología, y el 20 % de los documentos revisados ubican esta especialización como parte de la aplicación de los factores meteorológicos e hidrológicos a la práctica agrícola. El objeto de su estudio se define para todos los casos como la acción mutua que se ejerce entre factores meteorológicos e hidrológicos, por una parte, y la agricultura en su más amplio sentido, por otra (Ferrerías, 2002; OMM, 2006; Lecha, 2017). El balance hídrico y la evaporación son los temas más estudiados, lo que coincide con la recomendación dada por la Comisión de Meteorología Agrícola de la OMM (OMM, 2006).

Esta organización distingue cuatro tipos de sistemas de apoyo: datos, investigación, educación y políticas (OMM, 2006). Los datos constituyen la base del sistema de información y han aparecido técnicas nuevas como los sistemas de teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG). El 60 % de las universidades analizadas incluyen dentro de sus programas de formación la aplicación de las nuevas tecnologías (modelación y percepción remota); de ellas, el 66.7 % en modelación de los sistemas de producción agrícola y el 33.3 % el uso de la percepción remota. La figura 2 muestra la proporción en la que los países en estudio introducen métodos de última generación.

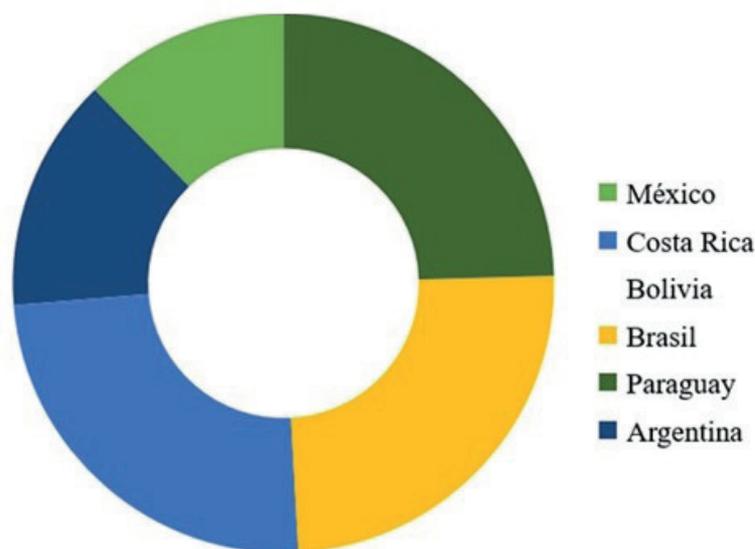


Fig. 2 Proporción de enseñanza de métodos modernos por países del área

La asignatura de Agrometeorología es de naturaleza teórico – práctico, cuyo propósito es enseñar al alumno el manejo de los parámetros meteorológicos y su relación con la producción de los cultivos. La tabla 1 presenta el número de horas clase promedio que la educación de los países latinoamericanos dedica al estudio de esta asignatura. Solo el 20 % dedica más horas a la práctica y el desarrollo del trabajo individual que a la exposición teórica del aprendizaje.

Tabla 1 Cantidad de horas clase dedicadas por país

País	Cantidad	Horas clase	
		Conferencias	Prácticas
México	4	70	59
Costa Rica	1	26	0
Bolivia	1	54	54
Brasil	1	60	8
Paraguay	1	48	48
Argentina	7	53	33

### Estudio de caso: CUBA

Cuba identifica la producción de alimentos como un sector estratégico de su Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el año 2030 (MEP, 2019). A su vez, cultiva el 48.8 % de su superficie agrícola y registra un número considerable de fenómenos adversos que afectan la producción. Se reportaron 118 huracanes de distintas categorías en el período 1791 – 2020, 2027 frentes fríos desde 1917 y 2216 incendios forestales con un promedio de 5108.02 ha afectadas desde el 2015 (ONEI, 2021); lo cual pone en riesgo la seguridad alimentaria del país.

La información y el asesoramiento agrometeorológicos pueden por tanto contribuir de forma significativa a incrementar la cantidad y la calidad de los productos agrícolas (Ferreras, 2002). El Centro de Meteorología Agrícola (AGROMET) del Instituto de Meteorología de Cuba (INSMET) elabora cinco servicios agrometeorológicos con periodicidad diaria, decenal y por períodos de interés. Sin embargo, los profesionales que ofrecen estos son en su mayoría graduados de Ciencias agrarias. Por otro lado, la especialización en Agrometeorología es la menos recurrida por los estudiantes y en la formación posgraduada de los licenciados en Meteorología.

El Ministerio de Educación Superior de Cuba (MES) reconoce que uno de los retos es “contar con diseños curriculares pertinentes que sienten las bases para propiciar un incremento continuo de la calidad y la eficacia en la formación integral de los profesionales del país” (MES, 2021). El país ya avanza en la aplicación del Plan de Estudio E que reconoce en varias de sus premisas de desarrollo la formación en los aspectos más innovadores de cada profesión para la aplicación a la investigación e innovación de los futuros profesionales.

Agrometeorología, dentro de las ciencias atmosféricas y sus aplicaciones, se imparte sin variaciones en su programa de estudios. Estas circunstancias obvian el desarrollo mundial acelerado de la ciencia y sus métodos. Es a partir del 2019 que se hacen sugerencias en sus temas de preparación del estudiante que incluyen la utilización de softwares agro-hidrometeorológicos, modelación de los procesos agrícolas, percepción remota, sistemas de información geográfica (SIG) y metodologías para la prevención y manejo de los riesgos agroclimáticos. Aún así, sigue priorizando los aspectos teóricos sobre los prácticos condicionado por las limitaciones logísticas que supone la adquisición de medios y la transportación hacia zonas agrícolas.

## DISCUSIÓN

Agrometeorología es una asignatura presente en la casi totalidad de los planes de estudios de carreras de Ingeniería Agronómica, Forestales y Afines. Se suele ubicar entre el segundo y tercer año de estudios y tiene en líneas generales una duración cuatrimestral (Cañibano y Confalone, 2020). Varios son los autores que coinciden en las temáticas a estudiar dentro de la asignatura (UNLZ, 2015; Saavedra, 2016).

Sin embargo pocos reconocen la prioridad del carácter práctico de la misma. Por otro lado, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) subdivide su programa de estudios de la signatura en: (I) Climatología y Meteorología; y (II) Agroclimatología. Lo anterior supone una utilización formal de los conocimientos agrometeorológicos que no contribuye a la toma de decisión sobre sistemas agrícolas y seguridad alimentaria (UNAM, 2017).

Aunque existen ocho nomenclaturas que se usan inequívocamente, Gómez (2017) refiere que al ser palabras diferentes tienen significados diferentes y no puede ser considerado a la ligera. Por lo que la agrometeorología y la agroclimatología tienen sus propios campos de estudio. Define a la agrometeorología como la ciencia que estudia las relaciones del tiempo con las actividades agrícolas (relaciones directas con la planta o con sus enfermedades y plagas), así como la lucha contra las adversidades meteorológicas (como el granizo o la

helada). Mientras que la agroclimatología analiza la adaptación de los cultivos agrícolas a los climas y de la influencia de los factores y elementos del clima sobre la fenología de cultivos y plagas agrícolas

Existe una concordancia evidente entre los temas a estudiar aunque cada programa de estudio enfatiza en los puntos a los que aporta mayor importancia de acuerdo a las condiciones locales en las que establece la producción agrícola. Según Salgado (2013) estas similitudes se deben a las interacciones de los diversos factores que intervienen en la Agrometeorología la hacen una ciencia interdisciplinaria, requiriéndose la participación de ingenieros agrónomos especialistas en irrigación, suelos, fitotecnia, Ganadería y parasitología; así como biólogos, meteorólogos y climatólogos.

El aumento de la población mundial implica que para alimentar a todos se precisa aumentar la producción agrícola mundial en un 60% y este aumento no puede ser sustentado únicamente en el aumento del área productiva. La mayor parte del aumento de la producción mundial precisará un incremento de la productividad del área agrícola con aumento de la eficiencia en el uso de insumos y un impacto mínimo sobre el clima (Pilau y Marin, 2019).

La asignatura permite un acercamiento a los procesos productivos agrícolas coincidente con lo planteado por UNLZ (2015) y UNAM (2017). Saavedra (2016) plantea que la asignatura debe basarse en la integración de la teoría y la práctica contempla las variables del tiempo y el clima y la naturaleza de sus interacciones. Este autor aclara que la incorporación de modelos matemáticos, permite interpretar mejor la importancia relativa de los elementos del clima, de gran utilidad en la planificación y regulación de la actividad antrópica y las posibles respuestas de los sistemas productivos frente a las situaciones favorables o adversas que se presentan.

Los SIG y modelos matemáticos permiten la interpretación más eficiente de los datos meteorológicos puestos en función del desarrollo agrícola de un país. Pilau y Marin (2019) coinciden en la importancia de la utilización de las nuevas tecnologías agrometeorológicas para alcanzar mayores rendimientos y eficiencia. Reconocen además la deficiencia de estos conocimientos durante la formación de los profesionales en Agronomía. Espinosa (2019) explica que el aprendizaje de su utilización desarrolla destrezas educativas sobre la organización espacio – temporal de la actividad agrícola, sus modos de intervención y su impacto.

## CONCLUSIONES

Existe consenso en los temas fundamentales de la formación del profesional en Agrometeorología. El 80 % ubica esta disciplina dentro de las ciencias agrarias y de ellas el 27.3 % prioriza la teoría sobre la práctica. El 60 % de las universidades estudiadas incluye dentro de sus planes de estudio la aplicación de las nuevas tecnologías; de ellas, el 66.7 % en modelación de los sistemas de producción agrícola y el 33.3 % el uso de la percepción remota. Para Cuba, los programas de estudio de la asignatura carecen de la aplicación de las técnicas modernas y refuerzan el plano teórico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bravo, E., Cano, M. A., López, P., Mariles, V., Maciel, L. H., González, M. A., González, L. A. (2014). Aplicaciones de la Red de Estaciones Agroclimatológicas Automatizadas del Estado de Oaxaca. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Santo Domingo Barrio Bajo, Etlá Oaxaca, México. Folleto Técnico, (42).
2. Cañibano, A. y Confalone, A. (2020). Los conocimientos previos matemáticos en otras ciencias: caso de la irradiancia solar en agrometeorología. *Épsilon- Revista de Educación Matemática* 105: 59 – 65.
3. Espinosa, A. J. Propuesta metodológica para el uso de los sistemas de información geográfica en la enseñanza de la Geografía. *ROCA Revista científico- educativa de la provincia Granma* 15 (1). 2019. ISSN: 2074-0735. RNPS: 2090
4. Ferreras, C. (2002). Agroclimatología. Serie Técnica y de Estudios 22. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.
5. Gómez, J. C. (2017). Medio ambiente y agricultura. [http://huertofenologico.filos.unam.mx/files/2017/05/MedioAmbiente\\_y\\_Agricultura.pdf](http://huertofenologico.filos.unam.mx/files/2017/05/MedioAmbiente_y_Agricultura.pdf)
6. Lecha, L.B. (2017). *Pinceladas Meteorológicas*. ISBN 978-959-05-1019-9. La Habana. Cuba. Instituto Cubano del Libro. Editorial Científico-Técnica.

7. Ministerio de Economía y Planificación de Cuba (MEP). (2019). Prioridades del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030. <http://www.mep.gob.cu/es/noticia/prioridades-del-plan-nacional-de-desarrollo-economico-y-social-hasta-el-2030>
8. Ministerio de Educación Superior de Cuba (MES). (2021). Planes de estudio. <http://www.mes.gob.cu/es/planes-de-estudio>
9. Oficina Nacional de Estadística e Información de la República de Cuba (ONEI). (2021). Anuario Estadístico de Cuba 2020.
10. Organización Meteorológica Mundial (OMM). (1990). Glossary of terms used in Agrometeorology. WMO- 391. Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial.
11. Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2006). Comisión de Meteorología Agrícola (CMAg). OMM-999. Organización Meteorológica Mundial.
12. Pilau, F.G.; Marin, F.R. Agrometeorología digital: as bases biofísicas para a revolução digital no campo. TECCOGS – Revista Digital de Tecnologías Cognitivas 20: 59 – 76. 2019.
13. Saavedra, S. (2016). Plan de actividades Agrometeorología–FCF. [https://fch.unse.edu.ar/wp-content/uploads/2014/07/PROG-AGROMETEOROLOGIA\\_-FCF\\_2016\\_SS\\_.pdf](https://fch.unse.edu.ar/wp-content/uploads/2014/07/PROG-AGROMETEOROLOGIA_-FCF_2016_SS_.pdf)
14. Salgado, G. (2013). Introducción a la Agrometeorología. [http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/108395/secme-23012\\_1.pdf?sequence=1](http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/108395/secme-23012_1.pdf?sequence=1)
15. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (2017). Programa de la asignatura Agrometeorología. . [https://www.cuautitlan.unam.mx/licenciaturas/ing\\_agricola/descargas/semestre1/1110\\_agrometeorologia.pdf](https://www.cuautitlan.unam.mx/licenciaturas/ing_agricola/descargas/semestre1/1110_agrometeorologia.pdf)
16. Universidad Nacional de Lomas de Zamora (UNLZ). (2015). Programa Analítico Agrometeorología. [http://agrarias.unlz.edu.ar/archivos\\_descargables/academica\\_programas/Agronomia/agrometeorologia.pdf](http://agrarias.unlz.edu.ar/archivos_descargables/academica_programas/Agronomia/agrometeorologia.pdf)

#### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.