

IMPACTOS DE LA CARRERA INGENIERÍA HIDRÁULICA EN EL CONTEXTO DE LA TAREA VIDA EN LA PROVINCIA CIEGO DE ÁVILA

IMPACTS OF THE HYDRAULIC ENGINEERING CAREER IN THE TASK LIFE CONTEXT OF THE PROVINCE OF CIEGO DE ÁVILA

Autores: Oscar Brown Manrique

Yurisbel Gallardo Ballat

Manuel Peña Casadevalls

Institución: Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Cuba

Correo electrónico: obrown@unica.cu

RESUMEN

Se exponen los principales resultados alcanzados por la carrera de Ingeniería Hidráulica de la Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez en el periodo 2015 – 2019. Se demostró que los alumnos de la carrera reciben desde lo curricular una adecuada preparación para enfrentar la Tarea Vida. Los nuevos índices propuestos: *IPHE*, *ISA* e *ISAg* contribuyen a la determinación de la magnitud de la sequía agrícola. El Sistema de Gestión de Sequía demostró ser una herramienta efectiva para la mitigación y adaptación de los sistemas productivos ante los impactos negativos de este evento meteorológico. El maíz puede ser cultivado en condiciones de secano con beneficios brutos entre 442,2 y 4772,3 miles de pesos en los escenarios medios y lluviosos. El índice de peligrosidad de inundaciones en el poblado El Asiento en la cuenca Chambas alcanza valores críticos entre moderado y alto. El cambio del patrón de las precipitaciones demostró evidencias de cambio climático a partir del año 2000. La participación de la carrera en la Tarea Vida es amplia y se enfoca esencialmente en las tareas 4, 8 y 9.

Palabras claves: Agua pluvial, Cambio climático, Inundaciones, Sequías, Tarea Vida.

ABSTRACT

The main results reached by the career of Hydraulic Engineering of the Ciego de Avila University Maximo Báez in the period 2015 - 2019 are exposed. It was demonstrated that the students of the career receive from the curricular thing an appropriate preparation to confront the Task Life. The new proposed indexes: *IPHE*, *ISA* and *ISAg* contribute to the determination of the magnitude of the agricultural drought. The Management System Drought demonstrated to

be an effective tool for the mitigation and adaptation of the productive systems in front of the negative impacts of this meteorological event. The corn can be cultivated under dry conditions with gross benefits between 442,2 and 4772,3 thousands of pesos in the mid rainy and rainy scenarios. The index of danger of floods in the town El Asiento in the Chambas basin reaches critical values between moderate and high. The change of the precipitations pattern demonstrated evidences of climatic change starting from the year 2000. The participation of the career in the Task Life are wide and it is focused essentially in the tasks 4, 8 and 9.

Keywords: Climatic change, Droughts, Floods, Pluvial water, Task Life.

INTRODUCCIÓN

El agua dulce es un recurso cada día más escaso en el mundo debido a la pérdida de su calidad y la creciente competencia entre los sectores urbano e industrial que determinan una marcada disminución de su disponibilidad (Ricchetto, Capurro y Álvaro, 2017). La escasez de agua constituye uno de los principales problemas del siglo XXI a la que se ven enfrentadas las poblaciones de todo el mundo, donde el calentamiento global de las últimas décadas intensifica el ciclo hidrológico a escala mundial que se expresa mediante cambios en el régimen de precipitación, en su intensidad, cantidad, humedad del suelo y escurrimiento (Flores, 2014; FAO, 2016).

Los escenarios futuros ante el Cambio Climático, según el Instituto Geofísico del Perú (IGP, 2005) apuntan hacia un aumento de hasta 5,8 °C en la temperatura promedio global para el año 2100; por lo que se produciría el derretimiento del 30% al 50% de la masa glaciar y de gran parte de los casquetes polares que afectarían la disponibilidad de agua en todo el mundo. Los expertos han señalado que para evidenciar la existencia de un cambio climático, es necesario analizar las tendencias de variables climáticas, considerando diferentes escalas de tiempo (Méndez, Nívar, y González, 2008).

Los impactos más significativos del cambio climático ocurren en las comunidades más vulnerables y en los ecosistemas frágiles (Chafloque, 2012). La agricultura es muy vulnerable al cambio climático; porque el aumento de las temperaturas influye en la reducción de la producción de los cultivos por la proliferación de malas hierbas, plagas y enfermedades; así como la alteración en los regímenes de lluvias (Altieri y Nicholls, 2009). Todo esto limita las

actividades productivas; por lo que el uso del agua debe ser más eficiente (Ríos *et al.*, 2015; Boutraa, 2010).

En muchas regiones del mundo se aprovechan las precipitaciones para el desarrollo de la agricultura de secano; pero en ocasiones son insuficientes, lo que conlleva a baja productividad del cultivo (Allende *et al.*, 2006). Por ello la aplicación del agua de manera eficiente mediante el riego es muy importante para mejorar la productividad de los cultivos (Bahena *et al.*, 2009). Ciego de Ávila es una provincia de Cuba rica en recursos hídricos subterráneos; sin embargo, la incidencia en los últimos diez años de sequías severas recursivas y el incremento de la demanda hídrica debido al crecimiento de la población, la aparición de nuevas industrias y mini industrias; así como la expansión de cultivos de frutales, viandas, hortalizas y granos han incidido en la reducción de la disponibilidad de agua, llegándose en algunos casos al agotamiento de fuentes de suministro.

En Cuba se trabaja actualmente con la Tarea Vida: Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático, aprobada por el Consejo de Ministros el 25 de abril de 2017. Según el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA, 2017), este está conformado por 5 acciones estratégicas y 11 tareas que le confieren un enfoque integral para la solución de las problemáticas a corto (2020), mediano (2030), largo (2050) y muy largo plazos (2100) a partir de la identificación de zonas y lugares priorizados, sus afectaciones y las acciones a acometer. La revista *Science*, órgano difusor de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia, la cual elogió el plan de acciones de Cuba para protegerse del cambio climático en el próximo siglo (Pérez, 2018). En este sentido el objetivo del trabajo consiste en mostrar los impactos de la carrera ingeniería hidráulica en la protección de los recursos hídricos en la provincia Ciego de Ávila.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue desarrollada por profesores y estudiantes de la carrera Ingeniería Hidráulica de la Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez en los últimos cinco años (2015 – 2019) junto a especialistas de la Empresa de Aprovechamientos Hidráulicos (EAH), Empresa Cubasoy, Empresa Agrícola La Cuba, Empresa Agroindustrial Ceballos, Empresa Arnaldo Ramírez, Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Albio Hernández de la Empresa Azucarera Primero de Enero y campesinos de las fincas: Tío

Pedro del municipio Venezuela, Dos Hermanos del municipio Venezuela y Cruz Verde del municipio Ciego de Ávila. Se analizaron además parámetros hidrológicos e hidroenergéticos de la cuenca Chambas y los sectores hidrogeológicos CA-II-1, CA-II-2 y CA-II-3 en la cuenca Sur. Los temas objetos de investigación fueron los siguientes:

- Enseñanza de la Tarea Vida a los estudiantes de la carrera Ingeniería Hidráulica.
- Análisis de los fenómenos extremos sequías e inundaciones.
- Determinación de las evidencias de cambios climáticos.
- Tecnologías para el aprovechamiento del agua pluvial.
- Mejoramiento de la eficiencia en el uso del agua de riego.
- Propuesta de Indicadores de vulnerabilidad a la intrusión salina.
- Uso de la energía renovable en el bombeo de agua.

Las acciones investigativas mencionadas anteriormente se vincularon de manera directa con el Plan del Estado para el enfrentamiento al cambio climático en las tres tareas siguientes:

- **Tarea 4:** para el aseguramiento de la disponibilidad y uso eficiente del agua para el enfrentamiento a la sequía, a partir del ahorro de agua, la satisfacción de las demandas, la eficiencia y productividad del agua.
- **Tarea 8:** para la implementación del análisis del cambio climático, la energía renovable y la eficiencia energética.
- **Tarea 9:** para el fortalecimiento de los sistemas de monitoreo de la calidad del agua, sistemas de alerta temprana para inundaciones, sequías y modelación matemática de la elevación del nivel del mar mediante eventos ciclónicos.

Los métodos empleados para la obtención de los resultados fueron del nivel teórico, empírico, analítico y estadístico entre los que se destacan los siguientes:

- Análisis y síntesis para llegar a conclusiones parciales en el análisis de los fundamentos teóricos relacionados con el objeto de investigación.
- Histórico - lógico para profundizar en la evolución histórica de los aspectos relacionados con el cambio climático a partir de la evaluación crítica de la bibliografía consultada.
- Cálculo analítico para la estimación de parámetros hidrológicos, hidráulicos, hidrometeorológicos, económicos, etc., necesarios en la investigación.

- Cálculo numérico para simular el comportamiento de la escorrentía superficial en las cuencas estudiadas a partir de software profesionales como Hec-GeoHms, Hec-HMS y el IBER, los cuales permiten la visualización de los resultados y el último la construcción de mapas de peligrosidad.
- Estadística descriptiva e inferencial para la descripción de los datos numéricos mediante un conjunto de procedimientos y técnicas estadísticas y luego a partir del análisis e interpretación de los datos muestrales tomar las decisiones adecuadas. En este caso se utilizó la prueba de hipótesis para comprobar la homogeneidad de las series estadísticas, el análisis de varianza y el análisis no paramétricos en el caso de la función de distribución Gumbel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestra el resultado de la enseñanza de la Tarea Vida en la carrera Ingeniería hidráulica. Se comprueba que en su Plan de Estudio D utiliza más de 20 asignaturas relacionadas con la enseñanza de la Tarea Vida las cuales preparan a los estudiantes para enfrentar de forma exitosa las tareas contempladas en este plan. Con el Plan E se incorporan otras asignaturas de gran importancia como Ingeniería de Ríos y Costas, Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, Hidroeconomía e Instalaciones Hidrosanitarias. En el currículo optativo electivo los alumnos pueden decidir cursar las asignaturas de Balance de Agua, Procesos de Sequías e Inundaciones, Captación de Agua Pluvial y Diseño Hidráulico de Plantas de Desalinización.

Tabla 1. Asignaturas relacionadas con la enseñanza de la Tarea Vida.

No.	Asignatura	Horas	No.	Asignatura	Horas
1	Introd. a la Ing. Hidr. y Ambiental.	48	12	Hidrogeología.	48
2	Topografía I y II.	48	13	Tratamiento de Agua para Cons.	32
3	Geología para Ingenieros.	48	14	Tratamiento de Aguas Residuales.	56
4	Fundam. de Est. Ambientales.	24	15	Abastecimiento de Agua.	56
5	Hidrología Superficial I y II.	16	16	Sanear. Amb. y Prot. de Corrient.	56
6	RASPA.	72	17	Alcantarillado y Drenaje Urbano.	56
7	Calidad del Agua.	72	18	Aliviaderos y Obras de Toma.	28
8	Sistemas de Bombeo.	56	19	Presas de Tierra.	56
9	Hidráulica de Canales.	48	20	Planeam. y Oper. de Rec. Hid.	60
10	Métodos y Técn. de Riego	80	21	Economía de los Recursos. Hid.	56
11	Drenaje Agrícola.	72	Total		1088

Análisis de los fenómenos de sequías

En la figura 1 se muestra el Sistema de Gestión de Sequías (SGS) para la mitigación y adaptación de los impactos de la sequía agrícola en áreas del municipio Venezuela de la provincia Ciego de Ávila el cual consistió esencialmente en la propuesta de tres nuevos índices para la evaluación de la sequía agrícola: Índice Potencial HidroEdáfico (*IPHE*), Índice de Sequía Agraria (*ISA*) e Índice de Sequías Agronómica (*ISAg*); la elaboración de los mapas de isolíneas de sequía y la construcción de las curvas de intensidad, frecuencia y duración de la sequía (*IFD*). Los índices *IPHE*, el *ISA* y el *ISAg* permitieron determinar la magnitud de la sequía agrícola. Los mapas de isolíneas de sequía proporcionaron la información necesaria para dar seguimiento a la evolución del fenómeno desde el punto de vista espacial y temporal; por su parte, las curvas *IFD* para la sequía demostraron su efectividad en la estimación de variables de severidad de sequía.

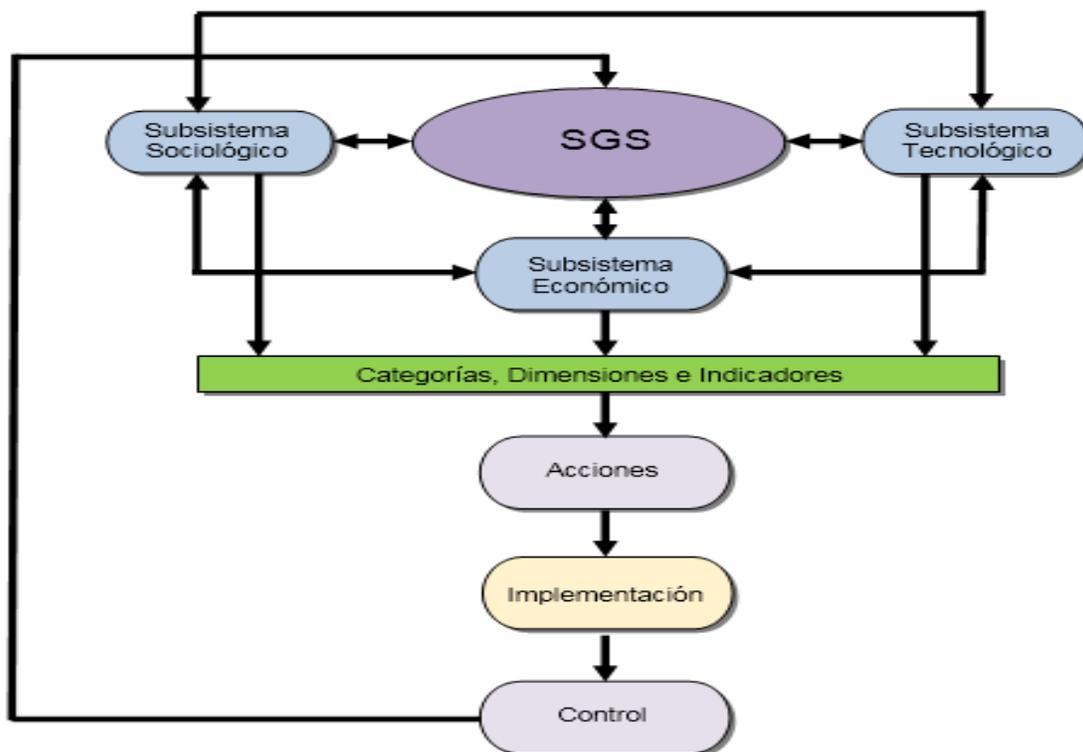


Figura 1. Esquema del Sistema de Gestión de Sequías.

En la tabla 2 se demuestra que el impacto económico de la sequía agrícola para el cultivo del maíz estimado mediante el análisis de la matriz de riesgo la cual tuvo en cuenta la probabilidad del rendimiento según la lluvia, $Prob$ (%); el escenario futuro, Esc , el nivel de impacto de la sequía, $Nivel$, el rendimiento del cultivo, R ($t\ ha^{-1}$); las pérdidas de producción bajo condiciones de seco, P_{prod} (t); las pérdidas financieras debido a la sequía, P_{fin} (\$); el beneficio bruto, B_b (\$) y el efecto económico, E_e (\$). Se comprobó la posibilidad de producir maíz en condiciones de seco para los escenarios medios y lluviosos con beneficios brutos entre 442,1 y 4772,3 miles de pesos.

Tabla 2. Índices económicos asociados a los impactos de las sequías.

$Prob$ (%)	Esc	$Nivel$	R ($t\ ha^{-1}$)	P_{prod} (t)	P_{fin} (10^3 \$)	B_b (10^3 \$)	E_e (10^3 \$)
82	Seco	Alto	0,71	22,37	677,9	148,8	-
77	Seco	Medio	0,91	36,64	815,9	243,7	94,9
75	Seco	Bajo	1,00	43,76	873,3	291,1	142,3
65	Normal	Alto	1,45	88,83	1097,5	590,9	442,1
57	Normal	Medio	1,83	136,14	1225,3	905,6	756,8
50	Normal	Bajo	2,25	196,92	1309,9	1309,9	1161,2
37	Lluvioso	Alto	3,01	329,30	1314,3	2190,6	2041,7
25	Lluvioso	Medio	3,87	508,06	1126,6	3379,7	3230,9
12	Lluvioso	Bajo	4,83	739,78	703,1	4921,1	4772,3

Análisis de las escorrentías superficiales y las inundaciones

La estimación del escurrimiento en la cuenca Chambas se realizó mediante el método de las curvas numéricas de escorrentía (CN) propuesto por el *Natural Resources Conservation Service* de los Estados Unidos y se tuvo en cuenta las experiencias logradas en Cuba para la definición de los grupos hidrológicos del suelo. Los resultados demostraron que los valores más elevados de CN son 76, 81 y 52. Los hidrogramas de escorrentía superficial para la cuenca Chambas responden a las precipitaciones máximas para periodos de retorno de 10 y 100 años.

En la figura 2 se muestra la peligrosidad por inundaciones en el poblado El Asiento, donde se alcanzó un índice entre 1-1,25 en el 50% de las viviendas, la cual se califica como alta peligrosidad. Este comportamiento se presentó en las viviendas más cercanas al cauce del río Chambas y en las ubicadas en la posición aguas abajo de la curva debido a la acción de la energía cinética del agua.

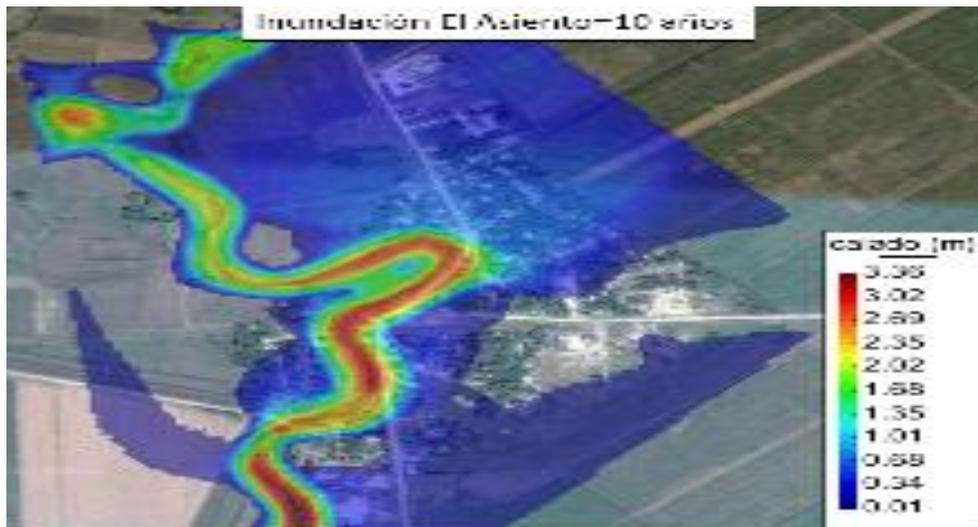


Figura 2. Profundidad del agua en el poblado El Asiento.

Análisis de las evidencias de cambios climáticos

La investigación desarrollada en la localidad de Falla, provincia Ciego de Ávila a partir del análisis de una serie de 30 años de precipitaciones. Se aplicaron métodos de análisis de la serie temporal como: porcentaje medio, promedios móviles y suavización exponencial. Se utilizó la función normal para ajustar los datos experimentales y se construyó el Climograma de la localidad. Se determinaron las evidencias de cambio climático mediante anomalías climáticas, patrones de desplazamiento y la curva acumulada de las variables estudiadas. En las figuras 3 y 4 se comprobó la ocurrencia de cambios climáticos en 6 meses del año (50%) en los meses de mayo, agosto, septiembre, noviembre, diciembre y enero por lo que existe una tendencia a la disminución de las precipitaciones. Se destacan mayo y septiembre con una disminución de 54,9 y 87,4 mm.

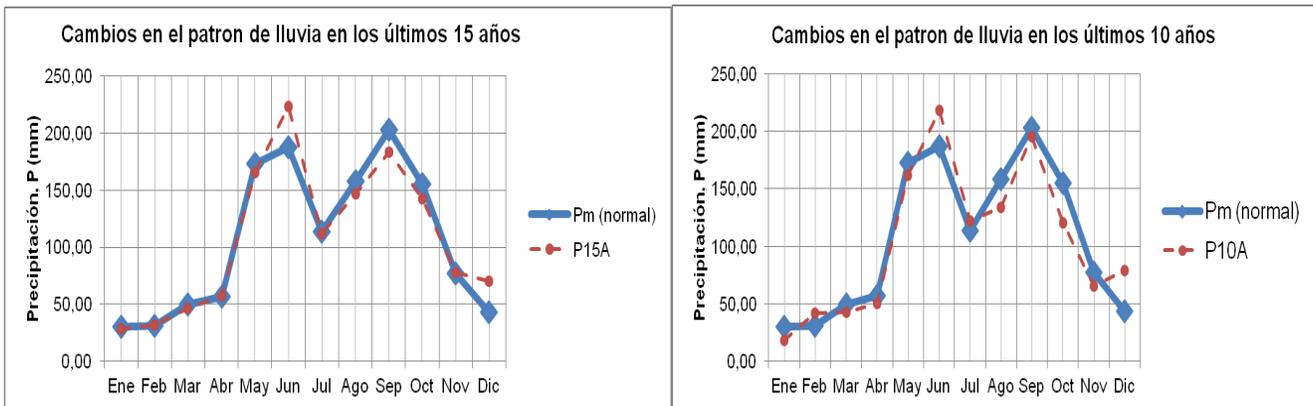


Figura 3. Cambio de los patrones de lluvia últimos 15 y 10 años.

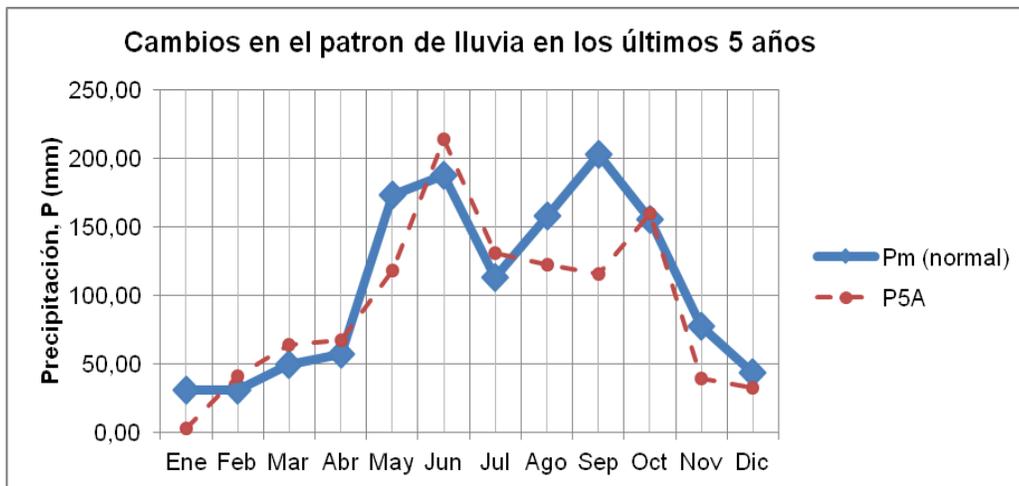


Figura 4. Cambio de los patrones de lluvia en los últimos 5 años.

Análisis del aprovechamiento del agua pluvial

En la figura 5 se observa que el comportamiento hiperanual de la lluvia en los meses de agosto, septiembre y octubre permite cubrir las necesidades hídricas del cultivo del maíz para intervalos de siete días. Este resultado permite comprobar la sostenibilidad de la agricultura de secano en esta localidad durante el periodo analizado; sin descuidar los riegos que siempre estarán presentes debido al carácter aleatorio de las precipitaciones.

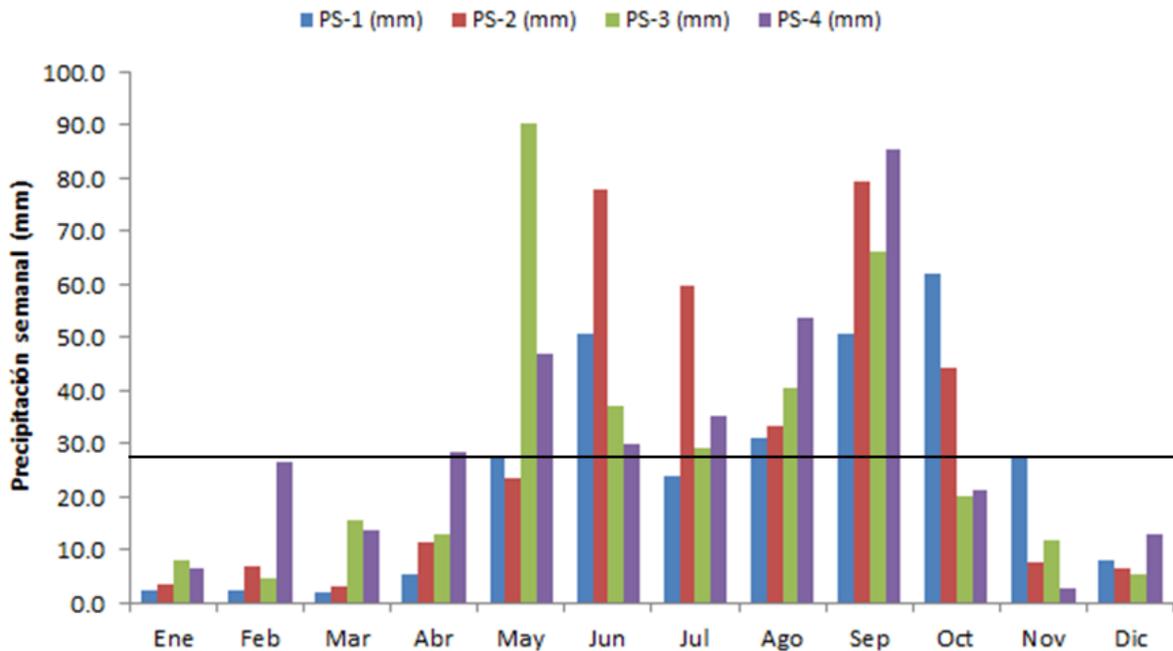


Figura 5. Valor hiperanual de las precipitaciones semanales (PS).

En la figura 6 se representa el valor de las precipitaciones ocurridas en el ciclo vegetativo del cultivo agrupado en semanas (siete días) donde se observa que en los meses de agosto y septiembre las lluvias cubrieron esencialmente las necesidades hídricas del maíz. En el mes de octubre ya la planta se encuentra en el día 61 después de la siembra y el aporte de las precipitaciones, aunque no tuvieron la magnitud de la lámina de riego requerida, aportaron la humedad necesaria al suelo para que el cultivo se desarrollara adecuadamente en condiciones de secano.

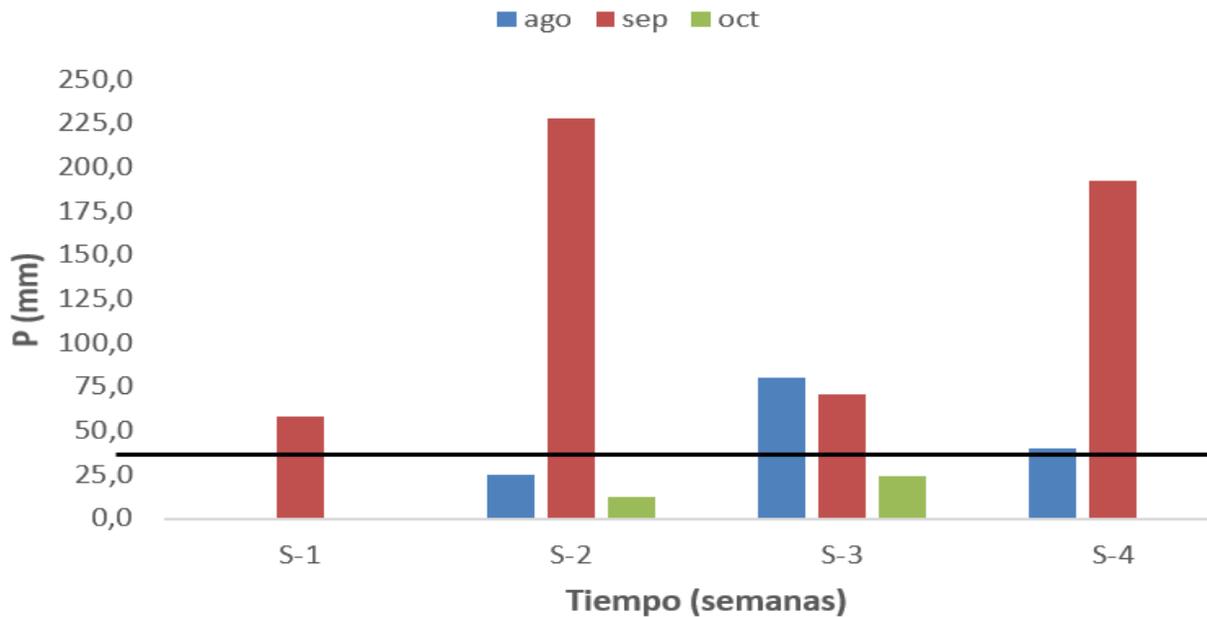


Figura 6. Precipitaciones en las cuatro semanas del mes (S) en el año 2017.

Este comportamiento permitió alcanzar rendimientos satisfactorios en el cultivo del maíz con valor de $7,75 \text{ t ha}^{-1}$ (figura 7), sin necesidad de aplicar agua mediante el riego ni consumir energía eléctrica para el bombeo debido a que las condiciones climatológicas influyeron favorablemente en los resultados de la agricultura de secano.



Figura 7 Cosecha de los frutos en el cultivo de maíz.

Dentro de los resultados vinculados al aprovechamiento del agua pluvial se deben mencionar los siguientes publicados en revistas nacionales y extranjeras:

- Estimación del coeficiente de concentración de la lluvia diaria en los municipios de la provincia Ciego de Ávila.
- Diseño de sistemas de captación de agua de lluvia mediante microcuencas de captación y aprovechando el techo de las instalaciones en el círculo infantil Hipólito delgado del municipio Florencia, el organopónico de Modesto Reyes, el hogar de ancianos del municipio Ciego de Ávila y el central azucarero Ciro Redondo el cual se encuentra en parte construido y en funcionamiento parcial.
- Construcción de pluviómetros con botellas de Polietileno Terestolato (PET), los cuales se usan en unidades productivas en la Empresa Agroindustrial de Ceballos.
- Construcción de curvas de precipitación frecuencia y duración (PFD) e intensidad frecuencia y duración (IFD) en diferentes municipios de la provincia Ciego de Ávila.

Análisis de otros resultados asociados a la Tarea Vida

Los resultados aportados por la carrera en relación a la Tarea Vida han sido reconocidos por las instituciones del territorio en especial el CITMA de la provincia Ciego de Ávila. Seguidamente se hará referencia a los más significativos en cuanto a la eficiencia en el uso del agua de riego, la vulnerabilidad a la intrusión salina y el uso de energía renovable para el bombeo de agua. Estos son:

- Uso de la modelación matemática para simular obturaciones en emisores Nann PC en sistemas de microirrigación (Premio CITMA Provincial en Ciego de Ávila).
- Optimización del manejo de los sistemas de riego de pivote central eléctrico en la provincia Ciego de Ávila (Premio CITMA Provincial en Ciego de Ávila).
- Sistema Automatizado en fertirrigación (Premio CITMA Provincial, Ciego de Ávila).
- Tecnología para el mejoramiento del riego por surcos asociado al cultivo de la cebolla en suelo ferralítico rojo lixiviado (Premio CITMA Provincial en Sancti Spiritus).
- Manejo del riego por surcos en el frijol (Premio CITMA Provincial, Granma).
- Tecnología de riego por succión con cero uso de energía externa (Premio CITMA Provincial en Ciego de Ávila).
- Modelos matemáticos para la estimación de caudales con vertederos de pared delgada y orificios utilizados en sistemas de riego (Tesis de Doctorado).

- Metodología para el uso sostenible del agua con fines hidroenergéticos y agrícolas en cuencas hidrográficas (Tesis de Doctorado).
- Sistema solar fotovoltaico en el riego (Tesis de Doctorado y Tesis de Master).
- Indicadores hidráulicos y energéticos en pivote central eléctrico (Tesis de Master).
- Indicadores de vulnerabilidad del agua subterránea (Tesis de Master).
- Perímetro de protección de pozos en el municipio de Venezuela (Tesis de Master).

CONCLUSIONES

- Los alumnos de la carrera Ingeniería reciben desde lo curricular una adecuada preparación para enfrentar la Tarea Vida con resultados satisfactorios.
- Los nuevos índices propuestos: *IPHE*, *ISA* e *ISAg* contribuyen a la determinación de la magnitud de la sequía agrícola.
- El Sistema de Gestión de Sequía demostró ser una herramienta efectiva en la toma de decisiones para la mitigación y adaptación de los sistemas productivos ante los impactos negativos de este evento meteorológico.
- El análisis económico basado en la matriz de riesgo de sequía permite cultivar el maíz en los escenarios medios y lluviosos con beneficios brutos entre 442,2 y 4772,3 miles de pesos.
- El índice de peligrosidad de inundaciones en el poblado El Asiento en la cuenca Chambas alcanza valores críticos entre moderado y alto.
- El cambio del patrón de las precipitaciones demostró evidencias de cambio climático a partir del año 2000.
- La participación de profesores y estudiantes de la carrera de Ingeniería Hidráulica en Ciego de Ávila en la Tarea Vida es amplia por los temas que aborda y se enfoca esencialmente en las tareas 4, 8 y 9.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- ALLENDE, A.G. DE... ET AL.: «Calidad bioquímica del frijol cultivado en distintas condiciones de humedad del suelo», *Inv. y Ciencia*, pp. 12-18, 2006.
- ALTIERI, M. A., NICHOLLS, C. I.: «Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas», *LEISA revista de agroecología*, pp. 31-38, Chile, 2009.

- BAHENA, G. ...ET AL.: «Sustentabilidad del agua en la producción de maíces criollos en Xalostoc, Morelos, México», *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, pp. 197-205, México, 2009.
- BOUTRAA, T.: «Growth performance and biomass partitioning of the desert shrub *Calotropis procera* under water stress conditions», *Res. J. Agric. Biol. Sci.*, pp. 20-26, Estados Unidos, 2010.
- CHAFLOQUE, A. E.: «Oferta Hídrica Actual y Futura en la microcuenca Huacrahuacho-Cusco», *Serie de Investigación microcuenca Huacrahuacho*, pp. 32-43, Lima, 2012.
- CITMA: *Enfrentamiento al Cambio Climático en la República de Cuba. Tarea Vida*, Folleto diseñado y realizado por CITMATEL, pp.1-11, La Habana, 2017.
- FAO: «Afrontar la escasez de agua. Un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria». *Estudio FAO*, pp. 1-68, 2016.
- FLORES, M. A.: *Gestión integrada de los recursos hídricos, de la cuenca hidrológica del río Papagayo, Estado de Guerrero*, Tesis doctoral. Instituto Mexicano de Tecnologías del Agua, pp. 160, México, 2014.
- IGP: *Atlas climático de precipitación y temperatura del aire en la Cuenca del Río Mantaro*, Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), pp. 1-110, Perú, 2005.
- MÉNDEZ, J., NÁVAR, J. J., GONZÁLEZ, V.: «Análisis de tendencias de precipitación (1920-2004) en México», *Investigaciones Geográficas*, pp. 38-55, México, 2008.
- PÉREZ, J.: «Revista *Science* elogia a Cuba por su plan Tarea Vida para protegerse del cambio climático», en *Artículo editado por Radio Habana Cuba*, pp. 1-2. Disponible en: <https://www.google.com/>. Visitado el 18 de julio de 2019.
- RICCETTO, S., CAPURRO, M. C., ÁLVARO, R.: «Estrategias para minimizar el consumo de agua del cultivo de arroz en Uruguay manteniendo su productividad», *Agrociencia Uruguay*, pp. 109-119, Montevideo, 2017.
- RÍOS, J. L., ET AL.: «Evaluación productiva, económica y social del agua de riego de durazno (*Prunus pérsica* L. Batsch) en Zacatecas (México)», *Avances en Investigación Agropecuaria*, pp. 97-109, México, 2015.