

Problemas ambientales asociados a las inundaciones por fuertes lluvias en el Consejo Popular Veguita: Propuesta de una estrategia de mitigación

Environmental problems associated with floods due to abundant rains in the Veguita People's Council: Proposal for a mitigation strategy

Alianna Corona Rodríguez¹, Yandro Jiménez Brizuela¹, Yudemir Cruz Pérez¹, Yolidannis Estrada González²

¹Universidad de Granma. Cuba acoronar@udg.co.cu

²Ingeniera Forestal. Técnica Superior Unidad de Base Silvícola de Yara. Cuba

Resumen

El objetivo de este estudio fue elaborar una estrategia de prevención-mitigación-preparación ante las inundaciones producidas por el desbordamiento del río Buey debido a la ocurrencia de intensas lluvias en el municipio de Yara (provincia de Granma). Las metodologías empleadas estuvieron fundamentadas en el análisis histórico-tendencial de los principales elementos del área de estudio, la observación científica sistemática y participativa, los análisis estadísticos y la evaluación de los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo. Estos elementos sirvieron de base para diseñar una estrategia a partir de lineamientos silvícolas, de ordenación territorial y de educación ambiental, principalmente dirigida a la conservación de los medios no estructurales afectados por las inundaciones.

Palabras clave: inundaciones; estrategia ambiental; vulnerabilidad y riesgo; Consejo Popular Veguita.

Abstract

The objective of this study was to elaborate a strategy of prevention-mitigation-preparation in the floods caused by the overflow of the River Buey due to the occurrence of intensive rains in the municipality Yara (Granma province). The methodologies used were based on the historical-trend analysis of the main elements of the study area, systematic and participatory scientific observation, statistical analysis, and the evaluation of risk, vulnerability and hazard studies. These elements served as a basis for designing a strategy based on forestry, land use and environmental education guidelines, mainly aimed at the conservation of non-structural means affected by floods.

Keywords: floods; environmental strategy; vulnerability and risk; Veguita People´s council.

1. INTRODUCCIÓN

Identificar las causas de los problemas ambientales y los efectos que estos provocan es una tarea compleja que precisa del concurso de diferentes disciplinas, a fin de elaborar estrategias que frenen o minimicen estos problemas.

La Directiva 01/2005 del Presidente del Consejo de Defensa Nacional plantea la ejecución de los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo a la Agencia de Medio Ambiente y a su vez a las Delegaciones Territoriales del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA); estos estudios se desarrollan desde el año 2008 abordándolos, ya sea desde la causa del problema o desde su consecuencia. La percepción de riesgo en la economía, el medio ambiente y la sociedad se valora atendiendo a la influencia de eventos propios del área geográfica como los huracanes, o los sismos; este último por la cercanía a la zona sismogeneradora, originada por el contacto entre las placas del Caribe y la de Norteamérica, que acarrea una amenaza sísmica constante (Lozano 2009).

En Cuba la educación ambiental recibe un tratamiento especial y así consta en la política del estado, acorde al desarrollo político, económico y social del país. Está plasmado en la Constitución de la República, el programa del Partido Comunista de Cuba, la Ley 81 del Medio Ambiente (1997) y el Plan de Acción y la Estrategia Nacional de Educación Ambiental, propia del Ministro de Educación (1993), que tienen como propósito el desarrollo económico y sostenible en la Isla y constituyen, además, la base que integra e instrumenta otros programas y planes de corte ambiental.

Entre los principales problemas tratados en la Estrategia Ambiental Nacional (EAN) (2011-2015) figuran la degradación de los suelos, afectaciones a la cobertura forestal, contaminación, pérdida de diversidad biológica, carencia y dificultades con la disponibilidad y calidad del agua, así como impactos del cambio climático.

Teniendo en cuenta lo anterior se llevan a cabo programas como el Hidráulico Nacional y el de Enfrentamiento al Cambio Climático, aprobado por el Consejo de Ministros en 2007, cuyo objetivo fundamental consiste en introducir el inventario periódico de los gases de efecto invernadero como herramienta interna de evaluación ambiental y priorizar y concluir los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo (PVR) en el ciclo de reducción de desastres.

En la actualidad en la provincia de Granma se aprecia la existencia de programas de diagnósticos de peligro, vulnerabilidad y riesgo, entre ellos: riesgos provocados por intensas lluvias, estudios sobre deslizamiento, fuertes vientos, penetraciones del mar y de enfrentamiento a intensas sequías, entre otros (Cruz y Arencibia 2006).

En el caso del Consejo Popular de Veguita se han realizado estudios de diagnósticos que lo clasifican con riesgo de alto a moderado, en cuanto al peligro de inundaciones por intensas lluvias y rupturas de embalses. Además, presenta de forma general una vulnerabilidad moderada debido a las inundaciones (Francisco 2007).

A pesar de los estudios realizados, en la bibliografía consultada no se verificaron referencias sobre una estrategia para mitigar los efectos de las inundaciones sobre el medio ambiente en el Consejo Popular Veguita, que permita el buen funcionamiento de las estructuras de la comunidad, la cual se ve afectada por el aumento del caudal del río Buey; situación que provoca afectaciones directas o indirectas sobre la flora, fauna y elementos estructurales y no estructurales. Por esta razón, el objetivo principal que tiene este estudio es elaborar una estrategia de prevención-mitigación-preparación ante las inundaciones producidas por el río Buey en el municipio de Yara de la provincia de Granma, Cuba.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar la investigación se tuvo en cuenta el criterio de varios autores (De Armas, Lorences y Perdomo 2003; García y Expósito 2003; Rodríguez del Castillo y Rodríguez 2008), los cuales plantean que para evaluar una estrategia ambiental hay que tener en cuenta tres fases:

- Fase de obtención de información y de diagnóstico

- Fase de caracterización de momento deseado, de programación, implementación y de ejecución
- Fase de evaluación: en esta fase se evalúa la diversidad de medios y factores ambientales potencialmente afectados y la complejidad de las interacciones entre factores y el entorno, con el propósito de prevenir, reducir y finalmente eliminar los impactos negativos que estos procesos causan al medio ambiente, asegurando la protección y preservación de los recursos naturales sobre los cuales se sustenta la producción de bienes y servicios.

Para ello se utilizó el método para identificación de impactos, donde se desarrollaron las siguientes acciones:

- Caracterización del área de estudio.
- Determinación de los componentes y factores ambientales que deben ser evaluados. Específicamente, evaluación de la flora (muestreo y levantamiento de parcela, estructura horizontal del bosque, análisis de conglomerado jerárquico, índice de valor de importancia) y la fauna.
- Determinar los posibles impactos ambientales. Se evaluó por el método de encuesta: observación científica participativa, encuesta semi-estandarizada.
- Diseño de la estrategia.

La aplicación de esta metodología, como se describe a continuación, conllevó a estudiar los subsistemas del sistema ambiental (físico biótico y abiótico, socio-económico), y dentro de cada uno de ellos establecer los recursos a ser impactados para, posteriormente, determinar los impactos ambientales principales.

2.1. Caracterización físico-geográfica del área

La investigación se realizó en los meses de enero a abril de 2014 en el Consejo Popular de Veguita, en lo adelante CPV. Los datos de la caracterización del área se tomaron del resultado de las encuestas semi-estandarizadas aplicadas al 10 % de la población que vive en el área de estudio, además del Plan General de Ordenamiento Territorial y Urbano del municipio de Yara.

El CPV pertenece al municipio de Yara, provincia Granma (Figura 1). Cuenta con una superficie de 16,31 *ha* y limita al norte con el asentamiento Los Guineos, al sur con el núcleo urbano de Veguita, al este con la carretera Bayamo-Manzanillo y al oeste con los asentamientos La Toyada y El

Aguacate. El asentamiento poblacional es disperso y está compuesto por 59 172 habitantes; ocupa un área de 571,40 km² (Plan General de Ordenamiento Territorial y Urbano del municipio de Yara 2008).

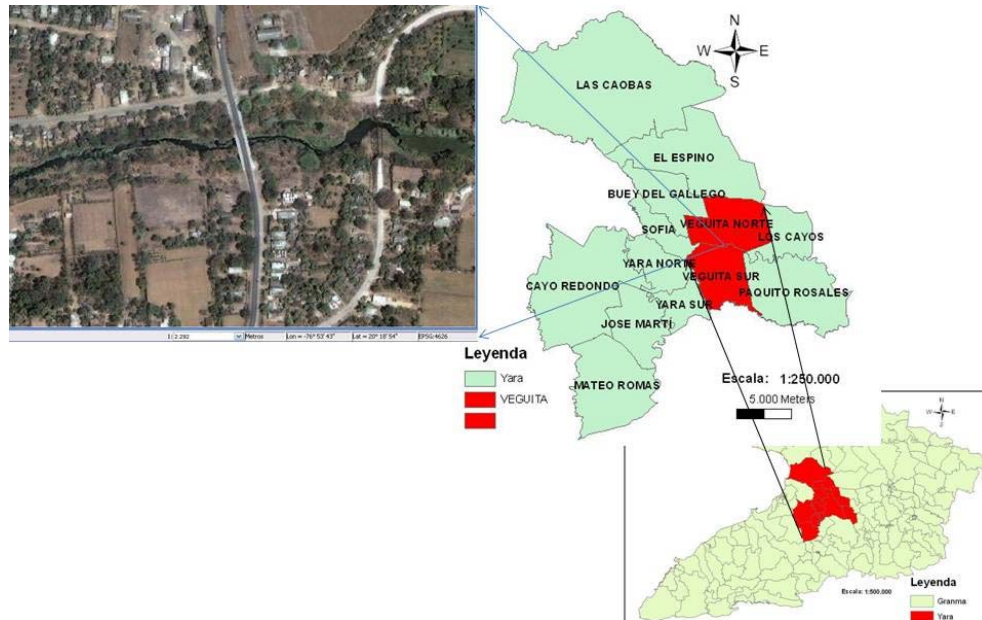


Figura 1. Ubicación geográfica del Consejo Popular Veguita.

2.2. Muestreo y levantamiento de parcela

Para determinar el tamaño de la muestra del área de estudio se utilizó la metodología utilizada por Álvarez (2003), la cual se basa en el empleo de la siguiente fórmula: $N = A/a^1$:

Donde:

N- Tamaño de la muestra,

A- área total de la población y a- área de la parcela de muestreo.

Se levantaron parcelas de 10 m x 10 m (100 m²).

Para listar las especies se realizó un inventario florístico, mediante un muestreo aleatorio; con los datos obtenidos se procedió a la determinación de los parámetros dasométricos (altura, diámetro, área basal y volumen), con el propósito de tener una primera idea de las características de las especies presentes. Otros aspectos a tener en cuenta son: el estado ambiental del área de estudio y el grado de explotación a que ha sido sometida; ubicándose de sur a norte.

2.2.1. Análisis de conglomerado jerárquico

Se realizó un dendrograma con el objetivo de mostrar la similitud entre especies florísticas por localidades, utilizando el paquete BioDiversityPro

profesional (1997). Se utilizó el índice de afinidad de distancia euclidiana y el método de ligamiento de promedio entre grupos.

2.2.2. Estructura horizontal del bosque

Para el análisis de la estructura horizontal del bosque se determinaron los indicadores ecológicos vinculados a los estudios de diversidad, que contribuyeron a la caracterización del área y a determinar la composición florística presente en la misma; se empleó la metodología propuesta por Mostacedo y Fredericksen (2000).

2.2.3. Índice de Valor de Importancia (IVI)

El IVI se determinó según los criterios de Curtis y McIntosh (1950) con el objetivo de conocer el valor de las especies y la importancia ecológica relativa de cada especie en el ecosistema estudiado, así como identificar las especies que están mejor adaptadas al área de estudio. Este índice se expresa de la siguiente manera:

$$VI = (AR + FR + DR) / 3$$

Donde:

AR=Abundancia relativa (%), FR=Frecuencia relativa (%), DR=Dominancia relativa (%).

2.2.4. Inventario faunístico

Se evaluó también la fauna existente en el área, empleando métodos de muestreo; en este caso de observación. Se valoró el uso de la vegetación y la adaptación de las especies al ocurrir la pérdida de las diferentes especies forestales, tanto por la deforestación antrópica como por las inundaciones.

2.2.5. Análisis estadístico

La metodología propuesta responde a un análisis estadístico no paramétrico, según la metodología propuesta por Mostacedo y Fredericksen (2000). Los datos obtenidos del muestreo realizado fueron procesados en el paquete estadístico Biodiversity Pro. Versión 8.0.

2.3. Método empírico de investigación, observación científica participativa y encuesta

El diagnóstico se realizó mediante la recolección de información de fuentes secundarias, con el objetivo de identificar los riesgos, basados en la infraestructura de las inundaciones provocadas por eventos hidrometeorológicos. También se tomó información de series cronológicas,

estadísticas, anuarios e informes del Centro de Gestión para la Reducción del Riesgo Provincial.

Con el propósito de obtener información sobre el experimento del manejo de la comunidad se caracterizó y seleccionó la técnica de cuestionario, en este caso de tipo grupal, según Cruz y González (2012). Dicho cuestionario contiene un encabezamiento con una solicitud de cooperación y veracidad, el cual se aplicó en el lugar y momento apropiados para una mayor colaboración; el lenguaje utilizado estuvo adecuado al nivel intelectual de los encuestados.

2.4. Diseño de la estrategia ambiental para mitigar el efecto de las inundaciones

La estrategia se desarrolló a partir de los problemas ambientales y los impactos que más afectan el área de estudio; siendo la deforestación del fragmento de la cuenca el mayor problema. Además, esta sirvió de instrumento para planificar las acciones y definir los objetivos a largo, mediano y corto plazo, según y se fundamentó en tres lineamientos:

- Fomento forestal
- Ordenamiento territorial
- Educación ambiental

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Muestreo y levantamiento de parcela

Se encontraron 42 especies de plantas pertenecientes a 23 familias botánicas; donde la mayoría de las familias presentan una, dos o tres especies y solamente dos familias tienen más de tres especies. Las más representadas según la cantidad de individuos son: *Mimosaceae* con 312 individuos, en el caso de la *Asteraceae* específicamente con la especie *Trixis radialis* L. (namú) 1 535, *Fabaceae* con 1 775, *Sapindaceae* con 624 y *Poaceae* con 769.

En la Figura 2 se muestra la cantidad de especies por familias, de las 23 familias la más representativa es la *Mimosaceae* con siete especies, seguida de *Boraginaceae* con cuatro, las *Euphorbiaceae*, *Meliaceae* y *Sapindaceae* con tres, que aún con ser las más representativas no son suficientes ya que sufren de la tala ilícita provocada por el hombre para el beneficio propio, sin un manejo adecuado de las mismas. Las *Asteraceae*, *Cucurbitaceae*, *Caesalpinaceae* y *Poaceae* con dos especies y *Anacardiaceae*, *Bignonaceae*, *Fabaceae*, *Combretaceae*, *Vervencaceae*, *Cyperaceae*, *Papilionaceae*, *Nictaginaceae*, *Turneraceae*, *Rubiaceae*, *Annonaceae*, *Ciateaceae*, *Tiliaceae*

y *Solanaceae* con una, son las menos representadas ya que se encuentran en las orillas del río y son fuertemente afectadas por las inundaciones.

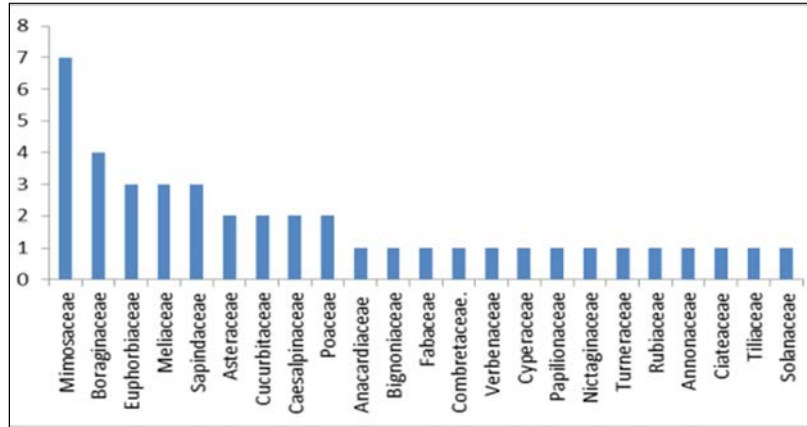


Figura 2. Cantidad de especies por familias.

3.2. Análisis del conglomerado jerárquico

La Figura 3 muestra la similitud entre parcelas; para un 50 % de similitud el primer grupo representa las parcelas 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 15 y 19, pues tienen similitud en cuanto a especies presentes y cantidad en cada parcela.

En un segundo grupo están las parcelas 10, 11, 12, 13, 17 y 20, que son similares debido a las mismas especies presentes y a la cantidad en el área. Se encuentran en esa misma similitud pero con menor presencia de especies en el grupo tres, las parcelas 16 y 18, y en un cuarto grupo la representación de la parcela 2, que contiene especies que no aparecen en las demás parcelas como el *Cordia collococca* L. (Ateje rojo). La principal diferencia entre un grupo de parcelas y otro está relacionada con la cantidad de especies presentes en cada una. Estos resultados concuerdan con los de Herrero-Echevarría (2003).

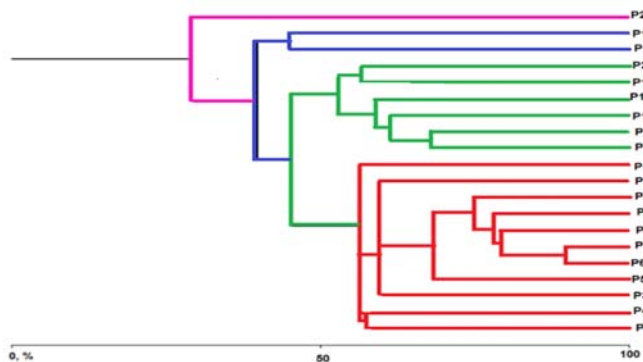


Figura 3. Análisis de Cluster de Bray-Curtis.

3.3. Índice de Valor de Importancia (IVI)

El índice de valor de importancia permitió comparar el peso ecológico de las especies dentro de la comunidad vegetal. Resultaron las de mayor peso las siguientes: *Trixis radialis*, *Aralia Regina*, *Alsophila myosuroides*, *Gouania lupoloides*, *Serjania diversifolia* (Jacq.), *Samanea saman* (Jacq.) Merr., *Cassia tora* L., *Tournefortia graphaloper*, *Leucaena leucocephala* (Lam.) y *Erterolobium cyclocarpum*, con valores de 64,641; 43,388; 26,506; 23,385; 17,250; 15,610; 10,332; 10,277; 8,541; respectivamente, ya que ellos representan la mayor cantidad de especies por parcela.

3.4. Análisis de la fauna silvestre

Para determinar las especies presentes en el área se realizó un estudio mediante la observación minuciosa, en el que se determinó la existencia de 17 especies entre las que se destacan: *Chlorostilbon ricordii* (Zunzún), *Dendroica pityophila* (Bijirita del pinar), *Aramus guarauna* (Guareao) y lagartijas del género *Anolis*, las cuales usan la vegetación existente como alimento y refugio.

3.5. Análisis de los resultados de los métodos empíricos

3.5.1. Encuestas

A partir de las encuestas se pudo constatar que los habitantes de la zona presentan un rango de edad entre 24 y 50 años, caracterizado por una población adulta, donde resalta el sexo femenino con 55 %.

Se demuestra, además, que solo el 30 % de los habitantes utilizan el agua del río para los quehaceres domésticos; el otro 70 % consumen agua de pozos de sus viviendas, los cuales se contaminan cuando ocurren inundaciones al subir el nivel del manto freático que es el que alimenta los pozos.

El centro de atención de la economía local radica en el sector ganadero y el tabaco, así como en las industrias azucarera y arrocera.

3.5.2. Observación científica participativa

Teniendo en cuenta el criterio de expertos el principal problema detectado fue la deforestación del fragmento de la cuenca en casi su totalidad, por lo que se propuso una estrategia de reforestación para evitar la pérdida de muchas especies, tanto florísticas como faunísticas. Además, se identificaron otros problemas como la pérdida de la biodiversidad biológica y el deterioro del fragmento de la cuenca a gran escala.

Los datos se obtuvieron a partir de la realización de recorridos y de la observación científica de los elementos del fragmento de la cuenca, en la

que se registraron 27 microvertederos (Figura 4), emisores al aire libre de residuales domésticos y el vertimiento directo de residuales procedentes de fosas y tanques sépticos.

La suma de los elementos relacionados durante la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos provoca avenidas de probabilidad de ocurrencia baja, acompañadas de arrastres de sedimentos y la acumulación del mismo en las periferias de sus márgenes.



Figura 4. Focos contaminantes en el CPV (2013).

La acción antrópica se verifica en la totalidad del área estudiada (tala ilícita, introducción a pequeña y mediana escala de cultivos agrícolas, pastoreo y la deforestación), reforzada por el grado de deterioro que presenta la faja hidrorreguladora que amerita trabajos silvícolas intensivos que reviertan la situación (Jiménez 2007).

3.6. Diseño de la estrategia ambiental para mitigar el impacto de las inundaciones

El modelo metodológico y el plan de actividades que comprende la estrategia están basados en el diseño de Canut (2004). La misma proyecta un sistema de acciones a corto (1 año), medio (3 años) y a largo (5 años) plazo, que procuran la transformación de procesos, teniendo como base sus componentes para lograr los objetivos propuestos en tiempo concreto. En esas acciones participan la Unidad Empresarial de Base Silvícola Yara (UEBS Yara), Unidad Medio Ambiente Granma, Universidad de Granma y el

Servicio Estatal Forestal (SEF). Las acciones fundamentales son las siguientes:

- Establecer especies forestales en la faja hidrorreguladora del río Buey.
- Realizar una gestión integrada en la cuenca hidrográfica.
- Hacer un análisis de la degradación de los suelos (por erosión, acidez, salinización y compactación).
- Ubicar los nuevos asentamientos y construir las viviendas.
- Actualizar los planes de la población en áreas de riesgo de inundaciones por intensas lluvias.
- Implementar la protección o reubicación de los equipos de suministro eléctrico, centros de evacuación y aquellos de atención a la salud, ubicados en áreas de peligro.
- Confeccionar y ejecutar programas de educación ambiental para las unidades de base y las comunidades circundantes, sobre el uso correcto de las leyes, el manejo adecuado del bosque y su protección.

La poca profundidad de los suelos sobre los que se desarrolla el Consejo Popular Veguitas, conjuntamente con la deforestación activa en el proceso erosivo laminar, es un fenómeno que provoca, durante el periodo lluvioso, la incidencia mecánica directa de las gotas sobre el suelo desnudo. De igual forma, el arrastre de sedimentos complejiza la ocurrencia de la avenida en volumen y poder destructivo.

Evidencia de ello es la poca representatividad de especies de árboles característicos de la zona, como *Cordia collococca* (Ateje rojo), que han sido devastadas, tanto por el hombre como por las inundaciones provocadas por eventos meteorológicos ocurridos en el área de estudio. Las especies que mayor dominancia presentan son la *Trixis radialis* y *Aralia Regina*, que son especies invasoras encontradas en las orillas del río.

De acuerdo con las características del área de estudio, se infiere que en otras áreas de esta localidad se encuentra la misma cantidad de especies; teniendo en cuenta lo planteado por Mostacedo y Fredericksen (2000), es poco probable que en otras áreas con las mismas condiciones ambientales se encuentren muchas más especies que las ya determinadas.

Esto trae consigo que la fauna existente en el área se vea afectada al ocurrir la pérdida de las diferentes especies, tanto por la deforestación antrópica como por las inundaciones, lo que amerita una mayor atención para evitar la disminución de la fauna endémica.

Por lo tanto, la existencia de dificultades que ocasionan insuficiente manejo y disposición final de los desechos sólidos requiere hacer un banco de problemas con sus impactos y posibles soluciones para así lograr que la estrategia mitigue los daños por inundación en el CPV.

4. CONCLUSIONES

- La vulnerabilidad total refleja que para las inundaciones el CPV alcanza la categoría de vulnerabilidad media, a pesar de existir impactos negativos en el ecosistema.
- Los principales problemas ambientales del CPV identificados a partir del taller con los expertos fueron: deforestación del fragmento de la cuenca en casi su totalidad, pérdida de la diversidad biológica y deterioro del fragmento de la cuenca a gran escala, así como sus impactos negativos en el ecosistema del río Buey.

5. REFERENCIAS

- ÁLVAREZ, O. 2003: *Introducción a la Agrosilvicultura*. Félix Varela, La Habana, 203 p.
- CANUT, L. 2004: Ordenamiento físico ambiental del río Buey. Departamento Provincial de Planificación Física Granma. 70 p.
- CRUZ, Y. Y GONZÁLEZ, M. 2012: Diagnóstico del subsistema marketing en las empresas forestales de Cuba. *Revista Avances* 14(3): 206.
- CRUZ, J. A. L. Y ARENCIBIA, A. S. 2006: La apreciación de los peligros de desastres en Cuba: tarea de toda la sociedad. *Entorno Geográfico* (4): 89-105. Disponible en: <http://entornogeografico.com/index.php/EntornoGeografico/article/view/33>
- CUBA. 1997: LEY 81 DEL MEDIO AMBIENTE. *Gaceta Oficial de la República de Cuba*, edición extraordinaria 7: 47-68, La Habana.
- CURTIS, J. T. Y MCINTOSH, R. P. 1950: The Interrelations of Certain Analytic and Synthetic Phytosociological Characters. *Ecology* 31(3): 434-455.
- DE ARMAS, N.; LORENCES, J. Y PERDOMO, J. M. 2003: Caracterización y diseño de los resultados científicos como aportes de la investigación educativa. En: Evento Internacional Pedagogía 2003. La Habana, 9 p.
- DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN FÍSICA YARA. 2008: Plan General de Ordenamiento Territorial y Urbano del municipio de Yara. Centro de Gestión para la Reducción del Riesgo.
- FRANCISCO, J. O. 2007: Introducción al manejo de Cuencas Hidrográficas. Curso Manejo de Cuencas. Turrialba, CR, CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- GARCÍA, C. F. Y EXPÓSITO, 2003: Complicación de algunos aspectos importantes a tener presente en la Metodología de Investigación de

- Educación. Material para elaboración de textos. Universidad de Holguín, Cuba.
- HERRERO-ECHEVARRÍA, J. A. 2003: *Fajas Forestales Hidrorreguladoras*. Agroinfor, La Habana, 52 p.
- JIMÉNEZ, O. 2007: Diagnóstico de Cuencas Hidrográficas. Turrialba, Costa Rica, 13 p.
- LOZANO, C. 2009: Metodología para el análisis de Vulnerabilidad y Riesgo ante inundaciones y sismos de las Edificaciones de Centros Urbanos. *La gestión del riesgo urbano en América Latina: Recopilación de artículos* (pp. 59-85). NU. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (UN/EIRD).
- MCALEECE, N.; GAGE, J. D. G.; LAMBSHEAD, P. J. D.; PATERSON, G. L. J. 1997: BioDiversity Professional statistics analysis software. Jointly developed by the Scottish Association for Marine Science and the Natural History Museum London.
- MOSTACEDO, B. Y FREDERICKSEN, T. S. 2000: *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. El País, Santa Cruz, Bolivia, 87 p.
- RODRÍGUEZ DEL CASTILLO, M. A. Y RODRÍGUEZ, A. 2008: *La estrategia como resultado científico de la investigación educativa*. Félix Varela, La Habana.

Recibido: 12/10/2016

Aprobado: 13/09/2017

Alianna Corona Rodríguez, Máster en Ciencias Geológicas. Profesora Asistente, Universidad de Granma, Cuba acoronar@udg.co.cu