

Desarrollo del sistema de información de la red de pluviómetros alternativos en medios rurales. Caso estado Anzoátegui, Venezuela

Information system development of an alternative rain gauge network in rural areas. Case state Anzoategui, Venezuela

Barlin Orlando Olivares*, Adriana Cortez**, María F. Rodríguez**, Juan C. Rey**, ***,
Deyanira Lobo***

RESUMEN

El conocimiento de los cambios temporales de la precipitación y su interrelación con otros componentes del sistema agrícola facilita la planificación agropecuaria, permitiendo una mejor utilización de los recursos. El objetivo de este trabajo fue desarrollar un sistema de información de la Red de Pluviómetros Alternativos en medios rurales del estado Anzoátegui. Se seleccionaron 22 unidades de producción agrícola vegetal ubicadas en diferentes municipios del estado. Se aplicó la metodología de la investigación acción participativa y el método de intervención social. Posteriormente, se obtuvo la integración de la red al Sistema de Información de las Áreas Agroecológicas del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), proporcionando la posibilidad de conocer las características locales de la lluvia. El sistema de información de la red pretende impulsar el desarrollo interno de las comunidades para posibilitar la creación de nuevas alternativas de uso y manejo de prácticas con un enfoque ecológico, económico y alternativo, mediante el fortalecimiento de la capacidad de innovar y divulgar tecnologías como base a la planificación en agricultura.

ABSTRACT

Knowledge of temporal changes in precipitation and its interaction with other components of the agricultural system facilitates agricultural planning, allowing better use of resources. The aim of this work was to develop an information system Network Alternative Pluviometers in rural areas of Anzoategui state. 22 Units of agricultural production plant located in different municipalities in the state were selected. Methodology of participatory action research and social intervention method was applied. Subsequently, network was integrated to the Information System of Agroecological Areas of the National Institute for Agricultural Research (INIA, by its Spanish acronym), providing opportunity to learn local characteristics of rain. The information system network aims to boost domestic development of communities where creation of new alternatives for use and management practices with ecological, economic and alternative approach makes possible, by strengthening capacity to innovate and disseminate technologies like based on planning in agriculture.

INTRODUCCIÓN

La agricultura es considerada un negocio arriesgado, debido a los vulnerables factores relacionados con la economía, el ambiente, entre otros. La definición y estudio de los eventos climáticos, desde la perspectiva local y ancestral, reviste de gran importancia, ya que constituye un pilar fundamental para la prevención de desastres o pérdidas de la cosecha.

Actualmente, el gran desafío de la humanidad es prepararse para afrontar de manera adecuada los efectos del cambio climático y la intensificación de los eventos hidrometeorológicos extremos que, en la mayoría de los casos, implican condiciones adversas en detrimento de la calidad de vida de gran

Recibido: 25 de agosto de 2015

Aceptado: 2 de agosto de 2016

Palabras clave:

Comunidad; precipitación; innovación agrícola.

Keywords:

Community; precipitation; agricultural innovation.

Cómo citar:

Olivares, B. O., Cortez, A., Rodríguez, M. F., Rey, J. C., & Lobo, D. (2016). Desarrollo del sistema de información de la red de pluviómetros alternativos en medios rurales. Caso estado Anzoátegui, Venezuela. *Acta Universitaria*, 26(4), 44-55. doi: 10.15174/au.2016.961

* Programa Iberoamericano de Doctores en Agroalimentación, Universidad de Córdoba (UCO), España. Tel.: (+58) 424 3173568. Correo electrónico: barlinolivares@gmail.com

** Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), Aragua, Venezuela. Tel.: (+58) 243 2402722. Correos electrónicos: acortez.inia@gmail.com; mfr04@gmail.com; jcreyb@hotmail.com

*** Departamento de Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela (UCV), Aragua, Venezuela. Tel.: (+58) 243 5507449. Correo electrónico: lobo.deyanira@gmail.com

parte de la población mundial, especialmente en los países menos desarrollados (Prevención de Desastres en la Comunidad Andina [Predecán], 2009).

A lo largo del siglo XX, la variabilidad climática de Venezuela ha cambiado, se ha determinado que han ocurrido cambios en los valores promedio (existencia de tendencias), así como en la dispersión de las series (cambios en la varianza), tanto para la temperatura como para la precipitación (Martelo, 2004; Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales [MARN], 2005; Ovalles *et al.*, 2005; Paredes, Millano & Guevara, 2008).

El conocimiento de la distribución espacial de las precipitaciones resulta esencial para comprender, a grandes rasgos, los regímenes de precipitación y así poder clasificar áreas de acuerdo con la similitud entre puestos pluviométricos vecinos, lo cual permite, generalmente, dividir el espacio geográfico en áreas con patrones agroecológicos similares, obtener una mejor definición del área de influencia de cada puesto pluviométrico, estudiar las diferencias entre patrones de precipitación de distintos periodos del año (secos, húmedos y sub-húmedos) y determinar el mejor diseño de redes para la medición de la precipitación (Martelo, 2000, 2003; Rodríguez, Cortez, Núñez & Rey, 2011a).

El sector agropecuario es uno de los más afectados por el clima y el cambio climático y, a su vez, las prácticas convencionales contribuyen en forma significativa al proceso de calentamiento del planeta. De actuar responsablemente y en armonía con la naturaleza, este sector presenta gran potencialidad para la mitigación, que debe adaptarse para mantener su productividad (Mendoza, 2009; Montilla, Marin & Briceño, 2003; Olivo, Lettherny, Platt & Sosa, 2001).

Los productores agrícolas del estado Anzoátegui no disponen de estaciones pluviométricas cercanas que brinden una aproximación acertada sobre el comportamiento de la precipitación, debido a la baja densidad de estaciones en la región de los llanos. Ante esta problemática surge la iniciativa de elaborar, de manera alternativa, pluviómetros a partir de materiales sencillos, de bajo costo y accesibilidad, con el propósito de obtener la cantidad de lluvia caída en las unidades de producción agrícola en varios municipios del estado. Esta red de pluviómetros alternativos representa una opción fácil y económica para medir el agua de lluvia en cualquier zona de interés, y concentra el esfuerzo para obtener un dato preciso e información valiosa generada por los mismos productores agrícolas para ser usada como herramienta que permita explicar el comportamiento de los cultivos que manejan.

A nivel nacional existen experiencias puntuales vinculadas con la instalación de equipos o instrumentos caseros de fácil construcción para las comunidades rurales, con el fin de fomentar la prevención de desastres naturales en Venezuela. Tal es el caso del proyecto denominado "Reforzando la capacidad de resiliencia frente a eventos de origen natural, en comunidades vulnerables de los estados Miranda y Distrito Capital, Venezuela", ejecutado por Caritas Francia y Caritas de Venezuela. El proyecto contempló la implementación de un Sistema de Alerta Temprana a nivel Comunitario (SATC), donde los miembros de las comunidades participan directamente en las actividades de monitoreo utilizando técnicas caseras o populares (Caritas de Venezuela, 2011).

Asimismo, el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de Venezuela (INAMEH) formalizó la instalación de la Red de Pluviómetros Comunitarios (RPC), programa que se viene adelantando con las comunidades organizadas, y del cual derivan el Comité Comunitario de Gestión de Riesgo (CCGR) y los Sistemas de Alerta Temprana Comunitarios (SATC) (INAMEH, 2013).

Por otra parte, Monasterio *et al.* (2008) promocionaron el pluviómetro artesanal como instrumento alternativo de medición de la lluvia en fincas agrícolas del estado Yaracuy, obteniendo una amplia aceptación por parte de los productores de la zona, resaltando que se puede usar para registrar la precipitación diaria, semanal, mensual o anual con la seguridad de que funciona, dependiendo de la capacidad y durabilidad del envase, además de ser económico, fácil de instalar y no requiere de mantenimiento.

En la perspectiva que se adopta, este trabajo de investigación tiene como objetivo desarrollar un sistema de información para el establecimiento de la red de pluviómetros alternativos en medios rurales en el estado Anzoátegui, Venezuela, con el apoyo del Sistema de Información de las Áreas Agroecológicas (SIAA) del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), considerando como hipótesis que la información de lluvia obtenida por los actores rurales en sus recursos locales les permitirá reorientar y revalorizar su sistema de producción agrícola y formar nuevas estrategias de planificación en campo. Ello les ofrecerá la generación de información adicional con valor agregado, como las aplicaciones relacionadas con la distribución temporal y espacial de la precipitación en el estado Anzoátegui, derivándose una primera aproximación para el desarrollo de los índices de concentración de la precipitación y agresividad climática, adaptabilidad agroecológica del cultivos a nivel local, así como estudios de caracterización de la precipitación y la influencia en el crecimiento de los cultivos.

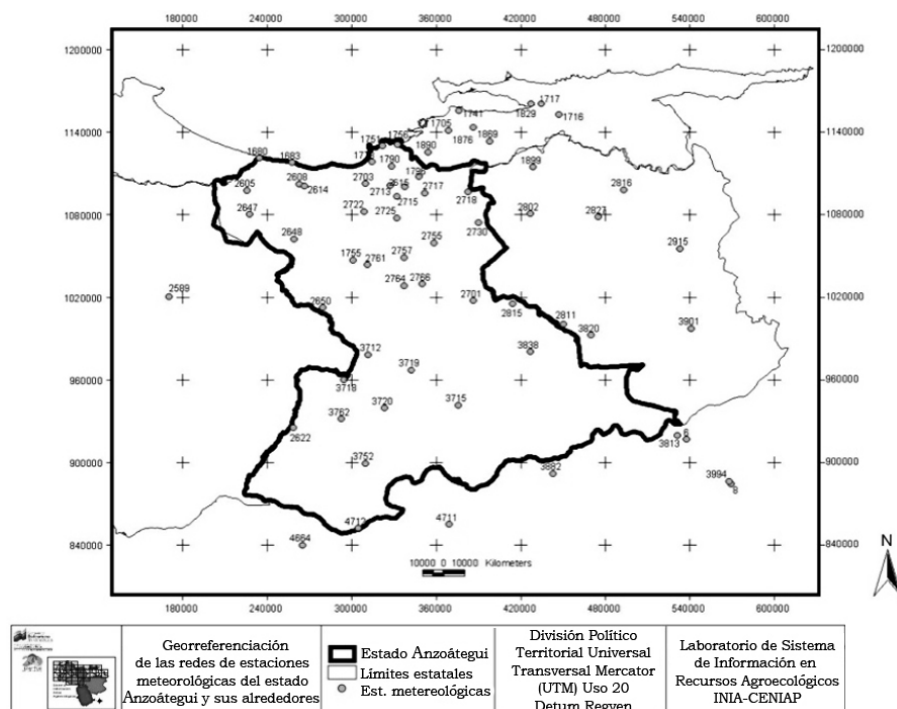


Figura 1. Ubicación geográfica de las estaciones climáticas ubicadas en el estado Anzoátegui, Venezuela.
Fuente: Rodríguez *et al.* (2011a).

MATERIALES Y MÉTODOS

Particularmente, en el caso de Venezuela, entre los organismos involucrados en la generación de la información meteorológica e hidrológica se encuentran: el Ministerio del Ambiente (Minamb) a través del INAMEH, la Fuerza Aérea Venezolana Bolivariana (FAV) en el Servicio de Meteorología, la Armada de Venezuela en el Observatorio Cajigal, la Electrificación del Caroní, C.A. (Edelca), el INIA y la Universidad Central de Venezuela (UCV).

El estado Anzoátegui (figura 1) cuenta con una red de estaciones climáticas que, con el paso de los años, han sido desactivadas, y en algunos casos eliminadas, debido principalmente a causas relacionadas con la reducción del presupuesto de mantenimiento, así como con el desmantelamiento de sus equipos de medición o aparatos registradores, reduciendo los periodos de registros de medición de las variables meteorológicas que permitan describir el comportamiento de estos elementos del clima en particular.

Paralelamente, esta disminución o desincorporación de estaciones pluviométricas en el estado genera un problema en la calidad y representatividad de dicha información, y obliga en muchos casos a realizar

asunciones y suposiciones en la estimación de la precipitación, incrementando así el grado de incertidumbre en las propuestas de solución y toma de decisiones en el ámbito agrícola de esta región.

Descripción del pluviómetro alternativo

Los pluviómetros son instrumentos que sirven para medir la cantidad de lluvia que ha caído en un sitio específico en un periodo de tiempo determinado. A partir de las lecturas tomadas mediante este instrumento se puede obtener información relacionada con los periodos de días continuos con y sin lluvia, máxima y mínima lámina de agua caída, así como el total de lluvia diaria, semanal, mensual y anual.

Los materiales utilizados para la construcción del pluviómetro alternativo (figura 2a) son los descritos por Monasterio *et al.* (2008) y Olivares, Torrealba, Porras & Chirinos (2012a): un embudo de plástico de 14.9 cm de diámetro, manguera de plástico de media pulgada de diámetro, envase de plástico colector, una botella de un litro de capacidad u otro envase que permita almacenar el agua recolectada y un frasco de vidrio de 113 g de capacidad.



Figura 2. a) pluviómetro alternativo; b) explicación de las normas de instalación del pluviómetro a miembros del consejo comunal.
 Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1.
 Etapas de trabajo desarrolladas en la investigación.

Fase	Objetivo	Estrategia	Recursos
Abordaje	Establecer el primer contacto con los productores agrícolas de medios rurales.	Asamblea comunitaria	Libreta de notas, lápices, cámara fotográfica y agenda.
Sensibilización	Sensibilizar a los productores agrícolas acerca de la necesidad e importancia de la instalación del pluviómetro alternativo.	Taller de construcción colectiva	Triptico del servicio de Agrometeorología del INIA, folleto técnico de la descripción del pluviómetro alternativo y planilla de registro de datos de lluvia.
Instalación	Ejecutar la instalación del pluviómetro alternativo en las diferentes unidades de producción agrícola.	Jornadas de instalación	Embudo mediano, manguera, envase de plástico y frasco pequeño de vidrio.

Fuente: Elaboración propia.

Intervención social para la instalación de los pluviómetros alternativos

Para el desarrollo de la red de pluviómetros alternativos en medios rurales, se aplicó el método de intervención social hacia las comunidades, mediante el proceso de acercamiento o abordaje, sensibilización por medio de talleres participativos en las comunidades y levantamiento de información primaria provenientes de las jornadas de instalación de los pluviómetros, las cuales se describen en la tabla 1.

La base del estudio se plantea bajo la metodología de la investigación participativa, la cual permite diseñar conjuntamente con los agricultores propuestas de ma-

nejo y tecnologías adaptadas a las condiciones socioeconómicas y medioambientales, cuyo criterio de validez está representado por la capacidad de los mismos para incrementar la sustentabilidad agraria. Según Guzmán & Alonso (2003), este tipo de investigación constituye un proceso de interacción creativa dentro de las comunidades rurales, mediante el cual el conocimiento local y el científico se combinan y se desarrollan en pie de igualdad para encontrar soluciones a los problemas de los productores, sacando el máximo provecho posible de las oportunidades y recursos locales.

La decisión acerca del número de pluviómetros a ser instalados, así como su ubicación, estuvo en función de los planes de financiamiento agrícola ejecutado

por el Banco Agrícola de Venezuela (BAV), sede El Tigre. El tamaño de muestra ($n = 22$ unidades de producción agrícola) se estimó a partir de un muestreo cualitativo con varianza máxima (Snedecor & Cochran, 1967).

Previo a la instalación, se estableció un compromiso con los líderes de los consejos comunales dedicados a la actividad agrícola de los diferentes municipios de Anzoátegui, con la intención de propiciar enlace y diálogo con los productores de las diferentes zonas de producción y establecer la necesidad de que cada productor posea su propio registro de lluvia en la finca o unidad de producción. Asimismo, se desarrollaron eventos de sensibilización o capacitación, los cuales incluyeron los procedimientos para la adecuada instalación, utilización y toma de datos del pluviómetro alternativo (figura 2b). De esta manera, se hizo mayor énfasis en la importancia de determinar de forma clara y objetiva la relación que tienen estos cambios meteorológicos con el cambio de las cosechas agrícolas.

Desarrollo del Sistema de Información de Pluviómetros Alternativos (SIPA) ¿Qué es el SIPA?

Es un sistema automatizado que contiene en formato digital la información espacial y atributiva de los distintos pluviómetros alternativos que se han instalado en el estado Anzoátegui. Cuenta con una base de datos que contiene información de registros de precipitación para el periodo 2012-2014.

Permite generar reportes de la información que contiene tablas y/o mapas. Para su creación se utilizó el Sistema de Información Geográfico ARC View v.3.2. y mediante el uso del Sistema de Información de las Áreas Agroecológicas del INIA, en el cual está espacializada e integrada la data de áreas agroecológicas, la descripción de sitios experimentales, fertilidad de suelos e información climática; información valiosa generada en el INIA en los últimos 50 años (Rodríguez, Cortez, Rey & Parra, 2011b); se integraron en forma espacial los datos de la red de pluviómetros alternativos instalados en el estado Anzoátegui, y se creó la capa de información de pluviómetros alternativos conformada por:

Ubicación espacial de la red de pluviómetros alternativos

Se estableció la ubicación espacial (georreferenciación) de cada uno de los pluviómetros alternativos en un sis-

tema de coordenadas, especificando su posición en el espacio (latitud y longitud), lo que facilitó hacer monitoreo o seguimiento de los cambios en su información.

Para llevar a cabo la georreferenciación de esta base de datos, de manera óptima, sin que se generaran errores de localización e imprecisiones en las coordenadas, se requirió de un marco común para la georreferenciación. Esto se refiere a que todos los elementos tenían las mismas características básicas de proyección, escala, entre otras propiedades técnicas, que aseguraran que la información fuera homologable y pudiera ser analizada e insertada en el SIAA, proporcionando la posibilidad de hacer interactuar toda la información con otras capas de información físico-natural.

Metadata de la red de pluviómetros alternativos

Se crearon los archivos (.dbf) con la información de cada una de los pluviómetros para ser leídas por el Sistema de Información Geográfica. Esta metadata está conformada por la información de la red de pluviómetros alternativos en Anzoátegui; cada pluviómetro está asociado a una tabla atributiva representada por la metadata, incluyendo todos los campos de identificación, tales como:

Serial: código con el que se identifica al pluviómetro alternativo.

Identificación del pluviómetro: nombre del productor o la finca agrícola.

Cota: altitud en metros sobre el nivel del mar (msnm) a la que se encuentra el pluviómetro.

Ubicación: municipio, parroquia y sector donde se encuentra el pluviómetro.

Latitud y longitud: ubicación en grados, minutos y segundos, con el fin de permitir la georreferenciación.

Fecha: registro de cuándo se instaló el pluviómetro alternativo.

Periodo de registro: periodo de tiempo con el que se mide la precipitación.

Rubro: cultivo o uso agrícola actual en la finca o unidad de producción.

Se construyeron las tablas de atributos correspondientes a las capas de información generadas con el sistema, las cuales podrán ser manipuladas (integradas) con la base de datos del SIAA ya construido.

Aplicaciones del SIPA

El sistema de información de los pluviómetros alternativos presenta dentro de sus aplicaciones:

Consultas

El SIPA permite al usuario realizar una serie de consultas con la obtención, el uso rápido y eficiente de la información que está contenida en él, y autorizando la cuantificación y planificación de acciones futuras de ubicación:

Consulta sencilla: por cada una de las variables que contiene la base de datos.

Ejemplo: ¿cuáles son los pluviómetros ubicados en unidades de producción de soya?

Consulta compleja: combinando las variables que contiene la base de datos.

Ejemplo: ¿cuáles son los municipios cuyos pluviómetros fueron colocados en el 2013?

Tipos de mapas

Una vez relacionadas todas las tablas entre sí, y con las coberturas correspondientes, el SIPA conjuntamente con el SIAA permite realizar operaciones de manipulación y análisis de los datos, con el propósito de obtener nueva información. Una de las utilidades del SIPA se centra en crear mapas por ubicación de pluviómetros, además de mapas temáticos como los de distribución de la precipitación mensual en el estado Anzoátegui en cualquier área deseada (municipio, región).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase de abordaje comunitario

Durante esta fase fue precisa la conformación de un equipo de trabajo, el cual tuvo como función principal actuar como organizador de las visitas y eventos de sensibilización. La convocatoria fue hecha por los consejos comunales a todos los habitantes de la

comunidad que se dedicaban a la actividad agrícola, mujeres, adultos mayores, jóvenes y voceros del consejo comunal. Los productores agrícolas abordados, así como en todas las fuerzas sociales y políticas que hacen vida en la comunidad, mostraron interés y entusiasmo acerca de la necesidad de desarrollar la red de pluviómetros alternativos, partiendo del compromiso y el beneficio comunitario que ello implica. En las visitas comunitarias se hizo énfasis en la aplicación práctica de los pluviómetros por la importancia que se le asigna a la lluvia en los aspectos productivos y económicos de toda planificación agropecuaria.

El abordaje comunitario realizado en cada comunidad ayudó, de manera frontal, a identificar los problemas agrícolas que las afectan, los recursos con los que cuentan y las potencialidades propias de la localidad que puedan ser aprovechadas en beneficio de todos. Esto dio origen a la planificación de los eventos de sensibilización en materia de agrometeorología, sirviendo de base para la construcción en colectivo del conocimiento de la realidad en las comunidades agrícolas de Anzoátegui.

Fase de sensibilización sobre el pluviómetro alternativo

La tabla 2 muestra el número de eventos desarrollados en las comunidades abordadas y el número de participantes. Los eventos permitieron socializar las potencialidades, limitaciones y características climáticas de los sistemas agrícolas típicos de los llanos orientales, a fin de mejorar la producción y su calidad, reducir las pérdidas y riesgos climáticos, reducir costos, mejorar la eficiencia del uso del agua, trabajo y energía, por medio de la implementación de la red de pluviómetros alternativos en el estado.

Cada uno de estos eventos ofreció, en un sentido amplio, el perfeccionamiento de las habilidades de los productores agrícolas en cuanto al ensamblaje, instalación y lectura de la precipitación recolectada por el instrumento, la adquisición de nuevas competencias y el desarrollo de nuevas aptitudes relacionadas con el uso de materiales de bajo costo para la construcción del pluviómetro alternativo, el cual ofrece la información del comportamiento de la precipitación en el sitio. En este orden, los eventos de sensibilización estuvieron orientados hacia la enseñanza centrada en los fundamentos de los saberes y no simplemente en los procedimientos.

Tabla 2.

Eventos de sensibilización en diferentes comunidades abordadas.

N	Denominación del evento	Comunidad beneficiada	Número de participantes
1	Curso-taller: "Características de interés agrícola de la precipitación"	Pariaguán, Anaco y Cantaura	42
2	Curso: "Aspectos claves para la toma de datos en la estación climática"	UBV- Misión Sucre	18
3	Taller práctico: "Sensibilización acerca del conocimiento agrometeorológico"	El Tigre, La Aventazón y Aguasay	29
4	Curso: "Socialización del conocimiento agrometeorológico en el sistema ambiental"	UNEFA, UBV-Misión Sucre y BAV	21
5	Taller: "Pluviómetro artesanal"	Las Torres, Altamira, Llano Alto, La Fundación	16

Fuente: Elaboración propia.



Figura 3. a) ensamble del pluviómetro alternativo; b) proceso de lectura de la lámina de agua recolectada por el pluviómetro alternativo.

Fuente: Elaboración propia.

Fase de instalación de los pluviómetros alternativos

La red está conformada por 22 pluviómetros alternativos instalados en diferentes municipios del estado Anzoátegui, durante el periodo 2012-2014. Para la instalación de los pluviómetros alternativos se siguieron las normas de la Organización Mundial Meteorológica (OMM, 2009) (figura 3a). Diariamente, a una hora fija (7:00 am a 8:00 am), el productor agrícola hace una lectura de la cantidad de agua recogida en el envase recolector de plástico, llevando un registro de campo (figura 3b). Posteriormente, la información es recopilada y revisada por los técnicos del BAV, sede El Tigre, estado Anzoátegui, sirviendo de referencia para los productores agrícolas acreditados por ese ente gubernamental, durante toda la temporada de los cultivos, estableciéndose la importancia de analizar el comportamiento del ciclo vegetativo y la influencia directa de la precipitación en ese sitio.

Distribución espacial de la red de pluviómetros alternativos

La espacialización de la información de la red de pluviómetros alternativos del estado Anzoátegui (figura 4) género, en primer lugar, la optimización del periodo de búsqueda al localizar los elementos, ya sea por el nombre, serial o dirección (parroquia o sector), permitiendo, en primer lugar, la visualización de sus atributos; en segundo lugar, la mejora en la gestión de la información, ya sea por parte de los usuarios o cualquier organismo institucional autorizado, los cuales pueden generar un infinito número de aplicaciones a través de los SIG, que al interactuar con distintos tipos de información se pueda predecir ciertos escenarios futuros de riesgo o vulnerabilidad climática.

Además, esta integración de la red al SIAA favoreció el rápido enlace de los datos con la Internet, por medio de servidores de mapas, situación que conlleva

la apertura de este tipo de información a la población en general, proporcionando la posibilidad de conocer las características locales de la lluvia asociada a las cercanías de la finca o unidad de producción agrícola.

Metadata de la red de pluviómetros alternativo

La información correspondiente a la metadata de los pluviómetros artesanales instalados en el estado Anzoátegui se presenta en la tabla 3.

Aplicaciones del SIPA

Consultas

Mediante la opción de selección por atributos (figura 5) se puede realizar una consulta o seleccionar aquellos elementos de una característica que cumple una determinada condición. Al aplicar la selección solo se resaltan los elementos seleccionados sin desaparecer los que no cumplen la condición. Una de las ventajas del sistema es que la consulta realizada se puede guardar una vez construida.

Asimismo, la herramienta de seleccionar por ubicación (figura 6) permite seleccionar entidades en función de su ubicación relativa a las entidades de otra capa. Se pueden utilizar diversos métodos de selección para escoger las entidades de puntos, líneas o poligonales de una capa que se encuentren cercanas o superpuestas a entidades de la misma capa u otra.

Tipos de mapas

Los mapas generados por este sistema constituyen la forma más efectiva, eficiente y clara para transmitir la información sobre la precipitación, al distinguir e interpretar sus colores y símbolos. Al representar la información en el mapa se pudo percibir la distribución y la tendencia de la precipitación que antes permanecían ocultas. De este modo, se facilita la interpretación de la información y, por tanto, la toma de decisiones y resolución de problemas vinculados al área de estudio, así como la comunicación de la información y los resultados de forma más efectiva a los demás.

El estudio realizado por Olivares, Parra, Guevara, Cortez & Rodríguez (2012b) establece que existen cinco grupos de estaciones climáticas con patrones de precipitación homogéneas en el estado Anzoátegui, asociadas a las unidades de paisajes características de la región oriental. Tanto la distribución espacial como temporal puede explicarse localmente por los patrones de circulación de masas de aire que se generan entre el valle y las zonas más montañosas.

El estado Anzoátegui posee un clima denominado *bosque seco tropical* en la mayor parte del territorio estatal; por su parte, en el noroeste del estado se presenta una estrecha franja semiárida denominada en *bosque muy seco tropical*; al noreste se observa un clima de *bosque seco premontano* y *bosque húmedo premontano*, característico de zonas altas limítrofes con el estado Monagas.

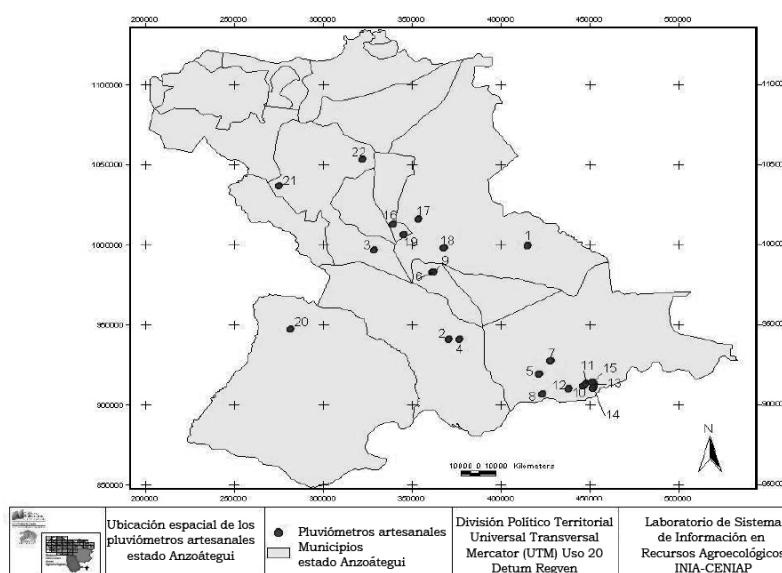


Figura 4. Ubicación espacial de los pluviómetros alternativos en el estado Anzoátegui.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.
Metadatos de la red de pluviómetros alternativos del estado Anzoátegui.

Serial	Latitud	Longitud	Municipio	Parroquia	Sector	Cultivo
1	N999390	E415200	Pedro María Freites	Freites	La Leona	Soya
2	N940685	E370942	Francisco de Miranda	Atapirire	Bare 11	Soya
3	N996277	E328792	Francisco de Miranda	Atapirire	Paso Bajito	Soya
4	N 940560	E376532	Francisco de Miranda	Atapirire	Bare 11	Yuca Amarga
5	N919092	E421460	Independencia	Soledad	El Pueblito	Yuca Amarga
6	N982466	E361332	Simón Rodríguez	Edmundo Barrios	La Aventazón	Yuca Amarga
7	N927156	E427790	Independencia	Soledad	El Pueblito	Yuca Amarga
8	N906592	E423301	Independencia	Soledad	Malpica	Yuca Amarga
9	N982602	E361815	Simón Rodríguez	Edmundo Barrios	Pueblo Nuevo	Frijol/Parchita
10	N911658	E446450	Independencia	Soledad	Las Torres	Sorgo
11	N912828	E447601	Independencia	Soledad	Altamira	Sorgo
12	N909725	E438112	Independencia	Soledad	Llano Alto	Sorgo
13	N912657	E452330	Independencia	Soledad	Hogazita	Sorgo
14	N910148	E451854	Independencia	Soledad	La Fundación	Sorgo
15	N913877	E451481	Independencia	Soledad	La Fundación	Sorgo
16	N1012764	E339546	Anaco	San Joaquín	Mapirikaki	Yuca Amarga
17	N1015954	E353845	Pedro María Freites	Cantaura	Las Garzas	Yuca Amarga
18	N997838	E367799	Pedro María Freites	Cantaura	Guara 13	Sorgo
19	N1006056	E345386	Anaco	San Joaquín	Mapiricure	Yuca Amarga
20	N947304	E281647	Monagas	San Diego de Cabrutica	Cogollal	Maíz Amarillo
21	N103660	E275404	Aragua	Aragua de Barcelona	La Mula	Maíz Amarillo
22	N1053173	E322304	Aragua	Aragua de Barcelona	Roble Monaguero	Maíz Amarillo

Fuente: Elaboración propia.

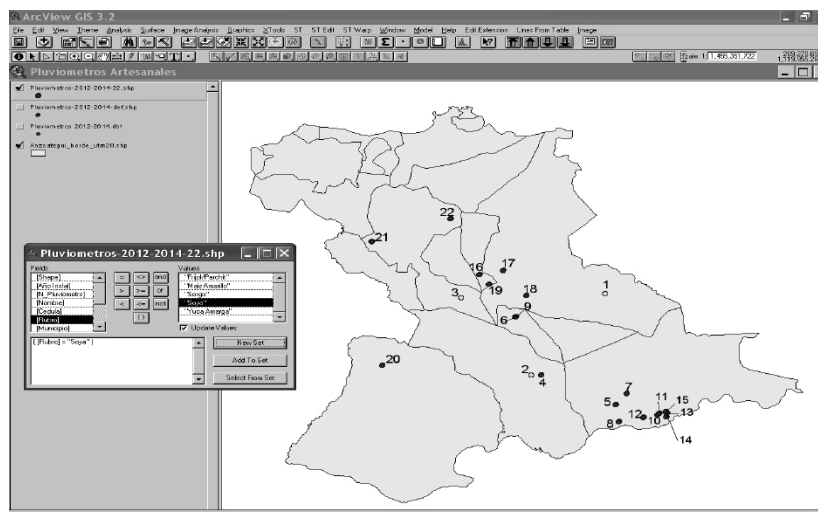


Figura 5. Selección por atributos en el sistema de información de la red de pluviómetros alternativos.

Fuente: Elaboración propia.

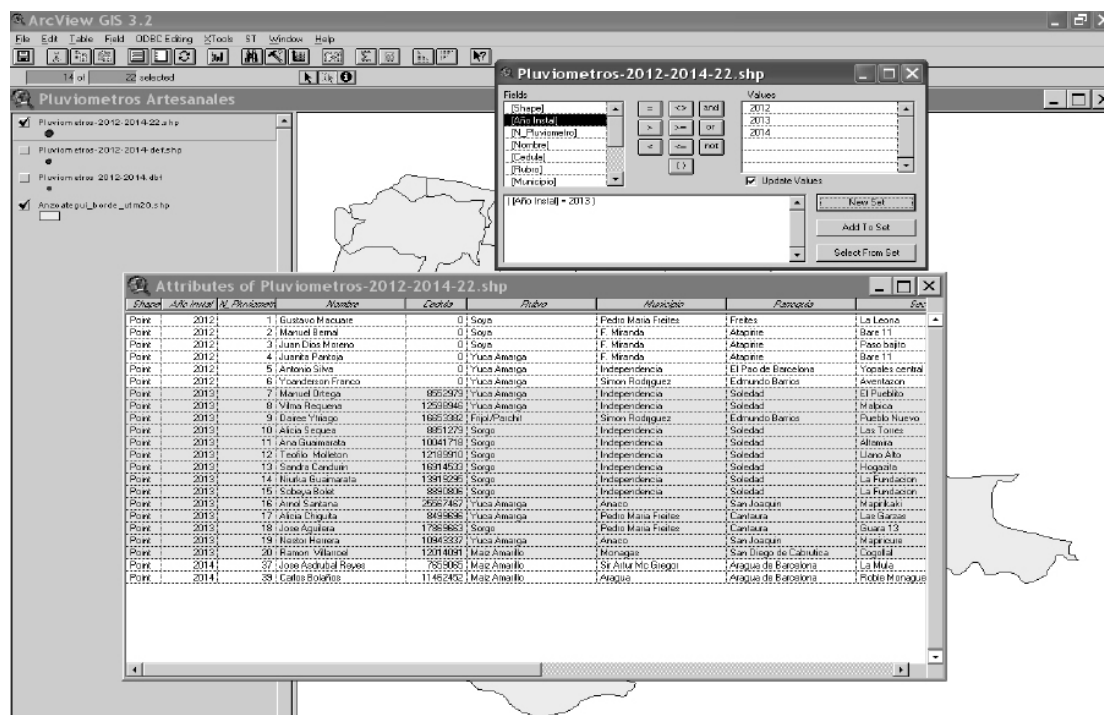


Figura 6. Selección por localización en el sistema de información de la red de pluviómetros alternativos.
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los mapas obtenidos (figura 7), la mayor parte del estado presenta aquellos puestos pluviométricos que tienen altos promedios de lluvia en los meses de julio, agosto y septiembre, con una dispersión asociada a la variabilidad de la lluvia, estableciendo cierta incertidumbre en la planificación agrícola de la zona. Este grupo de estaciones presenta un periodo húmedo la mayor parte del año, desde abril-mayo hasta noviembre-diciembre, con pico en julio y agosto. Se ubican al noreste del estado y comprende las planicies lacustrinas y de posición baja.

Con respecto a la figura 8, esta muestra claramente la variación en los montos de lluvias captados por los pluviómetros alternativos, especialmente en la zona sureste del estado. Esta variación significativa estuvo asociada a los montos bajos de lluvia de septiembre recibidos en ese año particular (2013), lluvia que fue registrada en la región durante la temporada húmeda por medio de las estaciones convencionales, lo cual indica que dicha variación pudo haber sido por la variabilidad natural interanual de la precipitación.

Sin embargo, no se descarta que dicha variación también sea el reflejo de los errores en la lectura de la lámina de agua por parte del productor agrícola,

pues es frecuente que se cometan este tipo de errores de lectura, sobre todo cuando el productor no tiene consistencia en la toma de los datos. Otro posible factor de esta variación puede estar asociado al uso de un recipiente de lectura diferente al sugerido. Esto generaría una lectura de la lluvia caída en cantidades superiores a las que realmente llovió. Todas las posibles causas pueden ser consideradas como posibles oportunidades de mejora al momento de consolidar la red de pluviómetros alternativos en otras regiones.

El conocimiento de la distribución espacial de las lluvias representa un aspecto esencial para comprender, de manera descriptiva, los regímenes de precipitación, así como también la obtención de la clasificación de áreas de acuerdo con la similitud entre estaciones pluviométricas vecinas. La figura 9 refleja que la mayor diferencia entre la precipitación de septiembre utilizando los datos de ambas estaciones (convencionales y artesanales) se presenta en la zona de influencia de los pluviómetros alternativos, como se mencionó anteriormente. Este aspecto puede representar la base para fortalecer el programa de sensibilización en cuanto al manejo y lectura de la lluvia con el pluviómetro alternativo.

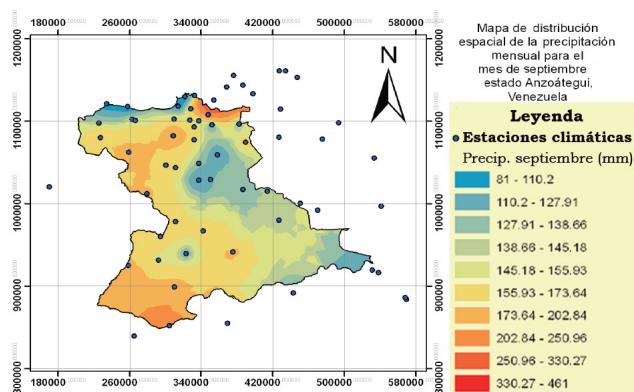


Figura 7. Distribución espacial de la precipitación mensual (mm) de septiembre en el estado Anzoátegui mediante las estaciones climáticas.
Fuente: Elaboración propia.

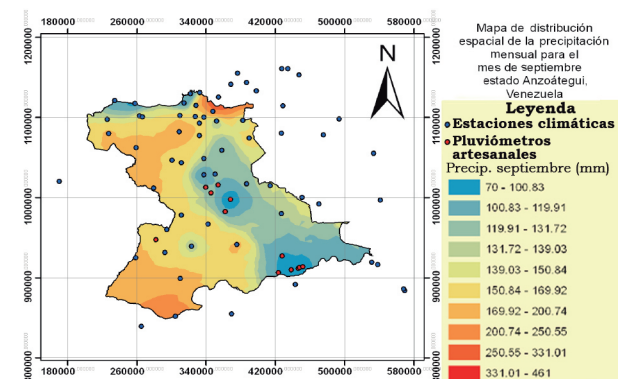


Figura 8. Distribución espacial de la precipitación mensual (mm) de septiembre en el estado Anzoátegui mediante los pluviómetros artesanales.
Fuente: Elaboración propia.

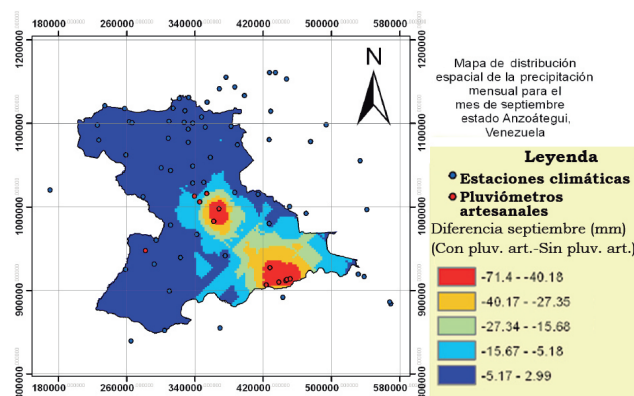


Figura 9. Distribución espacial de las diferencias de la precipitación mensual (mm) de septiembre en el estado Anzoátegui.
Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

El pluviómetro alternativo constituye una opción práctica y de mucha utilidad para obtener un mayor conocimiento del comportamiento de las lluvias (magnitud y distribución temporal) durante el ciclo de crecimiento y desarrollo de los cultivos en la zona. La promoción del pluviómetro pretende impulsar el desarrollo interno de las comunidades, donde se posibilite la creación de nuevas alternativas de uso y manejo de prácticas con un enfoque ecológico, económico y alternativo, mediante el fortalecimiento de la capacidad de innovar, importar, modificar y divulgar tecnologías como base a la planificación y toma de decisiones en la agricultura.

Los pluviómetros alternativos proporcionan nuevos conocimientos en las comunidades agrícolas. Por medio de estos aparatos contruidos por los mismos miembros de la comunidad, es posible mejorar la selección de las fechas de siembra de los diferentes cultivos de la región oriental, de acuerdo con la frecuencia de las lluvias. Además, permiten tener referencias sobre la relación de la producción, productividad y rendimiento del cultivo con el clima local, y tener registros certeros de referencia sobre los impactos que particularmente tiene la lluvia en la agricultura y su cuantificación.

La generación del SIPA constituye un ejemplo a seguir por otros estados e instituciones en la elaboración de sistemas de información, ya que durante la elaboración de este sistema se usó una metodología que puede ser perfectamente repetida para la elaboración de cualquier sistema de información de georreferenciación.

Esta experiencia significativa en Venezuela podría ser desarrollada en otras comunidades rurales de otros países para evidenciar, de manera concreta, los daños, las afectaciones y pérdidas en la agricultura de subsistencia, producto del cambio climático y la variabilidad de las lluvias, ya que permitirá una observación y documentación sistemática de las afectaciones en las actividades agrícolas de los pequeños y medianos productores.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no hubiera sido posible sin el valioso apoyo del Ing. Agr. Fernando Porras, del Banco Agrícola de Venezuela (BAV), El Tigre estado Anzoátegui, así como de los productores y productoras de los consejos comunales en los sectores abordados, del Banco Agrícola de Venezuela y de los técnicos de la Gran Misión AgroVenezuela del sur de Anzoátegui. A todos ellos un agradecimiento sincero.

REFERENCIAS

- Caritas de Venezuela (2011). *Implementación del sistema de alerta temprana comunitario*. Caracas: Plan DIPECHO - América del sur. Recuperado el 7 de febrero de 2014 de http://herramientas.cridlac.org/www/sites/default/files/pdfsherramientas/H_7_Implementacion_SATC.pdf
- Guzmán, G. I., & Alonso, A. M. (2003). Algunas consideraciones sobre agroecología y desarrollo rural en la Unión Europea y España. En *Agroecología y agricultura ecológica. Situación actual y perspectivas* (pp. 39-50). Bullas (Murcia): Ed. Integral.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) (2013). *Sistema de pluviómetros comunitarios*. Caracas: INAMEH. Recuperado el 15 de febrero de 2014 de http://estaciones.inameh.gob.ve/pluviometros/plus_home_invitado.php
- Martelo, M. T. (2000). Estudio sobre la posible influencia del fenómeno El Niño-oscilación del Sur (ENOS) sobre el clima de Los Llanos en Venezuela. En *Organización Meteorológica Mundial (OMM). Reunión de expertos de las asociaciones regionales AR-III y AR-IV sobre fenómenos adversos* (pp. 111-118). Ginebra: OMM.
- Martelo, M. T. (2003). *Metodología para la selección de modelos de circulación general de la atmósfera y escenarios climáticos a incluir en la Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela*. Caracas: Proyecto MARN-PNUD VEN/00/G31, Dirección de Hidrología y Meteorología, Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales.
- Martelo, M. T. (2004). *Consecuencias ambientales generales del cambio climático en Venezuela*. Maracay: Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela.
- Mendoza, Y. (2009). Impacto del cambio climático en el agro peruano. En *Memorias del Taller Nacional Incorporación de la Gestión del Riesgo y/o Adaptación al Cambio Climático en el Sector Agropecuario* (pp. 30-52). Lima: Ministerio de Agricultura del Perú.
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARN) (2005). *Primera Comunicación Nacional en cambio climático de Venezuela*. Caracas: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Fondo Mundial para el Medio Ambiente.
- Monasterio, P., Pierre, F., Barreto, T., Alejos, G., Maturet, W., & Tablante, J. (2008). El pluviómetro artesanal: una manera práctica de medir la precipitación. *INIA Divulga*, 11, 45-49. Recuperado de http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/inia_divulga/pdf/RID_11.pdf
- Montilla, J. J., Marín, D., & Briceño, M. (2003). *Agricultura: base del progreso*. Caracas: MES-CNU-OPSU.
- Olivares, B., Torrealba, J., Porras, F., & Chirinos, J. (2012a). Promoción comunitaria del pluviómetro artesanal como alternativa para la medición de la precipitación en fincas agrícolas. *Revista INIA Divulga*, 23(3), 40-44. Recuperado de http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/inia_divulga/pdf/RID_23.pdf
- Olivares, B., Parra, R., Guevara, E., Cortez, A., & Rodríguez, M. F. (2012b). Patrones de homogeneidad pluviométrica en estaciones climáticas del estado Anzoátegui, Venezuela. *Revista Multiciencias*, 12(extraordinario), 11-17.
- Olivo, M., Lettethery, E., Platt Ramos, C., & Sosa, M. (2001). Pérdidas de tierra en la costa venezolana debido al incremento del nivel del mar. *Revista Inter-ciencia*, 26(10), 463-468.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM) (2009). *La Organización Meteorológica Mundial de un vistazo*. Suiza: OMM. Recuperado el 27 de mayo de 2015 de <http://www.wmo.int/pages/about/documents/OMM-vistazo-es.pdf>
- Ovalles, F., Cortez, A., Rodríguez, M., Cabrera, E., Rey, J., & Núñez, M. (2005). *Aproximación a los escenarios de adaptación al cambio climático del sector agrícola a incluir en la Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela*. Maracay: Proyecto MARN-PNUD VEN/00/G31, INIA.
- Paredes, F., Millano, J. L., & Guevara, E. (2008). Análisis espacial de las sequías meteorológicas en la región de Los Llanos de Venezuela durante el periodo 1961-1996. *Revista de Climatología*, 8(1), 15-27.
- Prevención de Desastres en la Comunidad Andina (Predecán) (2009). *Articulando la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático en el sector agropecuario: lineamientos generales para la planificación y la gestión sectorial*. Lima: Comisión Europea y la Secretaría General de la Comunidad Andina. Recuperado el 7 de febrero de 2015 de <http://www.comunidadandina.org/predecán/doc/libros/SEC+AGRO.pdf>
- Rodríguez, M. F., Cortez, A., Núñez, M. C., & Rey, J. C. (2011a). *Integración espacial de los datos agroecológicos al norte del Orinoco de Venezuela*. Proyecto INIA-FONACIT S1-200200417, S1-200500195, ID-ARA-05-002. Maracay: Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Rodríguez, M. F., Cortez, A., Rey, J. C., & Parra, R. M. (2011b). Aplicaciones climáticas en el sistema de información de las áreas agroecológicas. *Revista INIA Divulga*, 20(2), 12-15.
- Snedecor, W. G., & Cochran, G. W. (1967). *Métodos estadísticos* (décima impresión, 1984). México: CECS.