

ARTÍCULO ORIGINAL

Riesgos para las aguas de irrigación en el municipio Alquizar, Cuba

Risks for irrigation water in the municipality Alquizar, Cuba

M.Sc. Elisa I. Zamora Herrera

Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, Boyeros, La Habana, Cuba

RESUMEN: El municipio Alquizar es un pequeño municipio costero de la provincia Artemisa, en el occidente sur de Cuba, caracterizado por la excelencia de su agricultura irrigada. Este trabajo tiene como objetivo, conocer los riesgos a que están sometidas las aguas de riego territoriales. Para ello, se realizó un estudio informacional en publicaciones o literatura gris, sobre la el posible impacto de variables climáticas y sociales sobre las aguas de riego. Los resultados muestran que los peligros para las aguas para riego en el municipio Alquizar, se identifican como factores climáticos: aumento de las temperaturas, disminución de las lluvias, mayor frecuencia e intensidad de eventos extremos: sequía, tormentas tropicales e inundaciones costeras. Las vulnerabilidades se muestran en factores de origen antrópico, originados en desconocimiento de cómo mitigar y adaptarse a la variabilidad climática, en función de las aguas de riego, en un agroecosistema que varía constantemente y que ya no es el mismo que los expertos agrícolas conocen. Sin embargo, es en la esfera de vulnerabilidades, donde puede actuarse para paliar esta situación. La conjugación de peligros y vulnerabilidades, denuncian la existencia de riesgos para las aguas de irrigación en Alquizar, caracterizado por tendencias a la disminución de agua disponible y el aumento de las demandas; ambos conducentes a la escasez.

Palabras clave: agua para riego, sistema de información y conocimientos

ABSTRACT: Alquizar Township is a small coastal town of Artemisa province in western Cuba south, characterized by the excellence of its irrigated agriculture. This work aims, know the risks they are subjected territorial irrigation water. To this end, a study was conducted informational publications or gray literature on the potential impact of climate and social variables on irrigation water. The results show that the dangers to the water for irrigation in the municipality Alquizar, climatic factors are identified as: rising temperatures, reduced rainfall, increased frequency and intensity of extreme events: drought, tropical storms and coastal flooding. The vulnerabilities are shown in anthropogenic factors, arising from ignorance of how to mitigate and adapt to climate variability, depending on irrigation water, in an agroecosystem varies constantly and is not the same as agricultural experts know. However, it is in the area of vulnerability, which can act to alleviate this situation. The combination of threats and vulnerabilities, reported the existence of risks in irrigation waters Alquizar characterized by downward trends in water availability and increasing demands, both leading to shortages.

Keywords: irrigation, information and knowledge system

INTRODUCCIÓN

En Cuba, el riego puede incrementar los rendimientos hasta en un 80%, (Herrera y González, 2009). El municipio Alquizar, tradicionalmente ha contado con abundantes aguas de excelente calidad para la irrigación. Actualmente, se detecta riesgo de escasez de agua para Cuba, (CITMA, 2007); pero esta nueva circunstancia, no está acotada, para Alquizar. Este es un pequeño municipio costero sur de la provincia Artemisa, caracterizado por su tradicional agricultura irrigada. El objetivo de este trabajo es identificar los principales riesgos a que están sometidas las aguas de riego municipales a partir de 1990, cuando se han detectado variaciones en otras partes del país

(CITMA, 2007). Para ello, utiliza el análisis de información; considerando que este análisis estudia el contenido y significado de los documentos; así como la autoridad de las fuentes de donde procede; por lo que se considera, el instrumento por excelencia de la gestión de la información. (González y Molina, 2004).

MÉTODOS

Se realizó un análisis de información (tanto en publicaciones oficiales como en literatura gris (no publicada; pero avalada institucionalmente) en el territorio del municipio Alquizar, de la provincia Artemisa, Cuba, de las variables:

- Precipitación y acuíferos subterráneos, con datos del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH);
- Evapotranspiración del cultivo de referencia (Eto), temperatura del aire y tormentas tropicales, con datos del Instituto de Meteorología (INSMET) y de la oficina Nacional de Estadísticas (ONE).
- Penetraciones marinas, con datos el Grupo de Gestión de Riesgos (PVR), del CITMA.

Para la evapotranspiración del cultivo de referencia, se tomó la estación meteorológica de Güira de Melena, ubicada en los 22° 47' y 82° 31' y a 10,00 snmm, por presentar la homogeneidad necesaria para extrapolar datos al territorio de Alquizar (Solano, 2007). En pluviometría y evapotranspiración de referencia, se eligió el dato mensual como tiempo básico de cómputo.

Las variables se procesaron con análisis estadísticos de tendencia central y probabilísticos, tomando como índices para la caracterización medias y percentiles.

Se seleccionó el intervalo entre los años 1991-2008, para el estudio, para llenar el vacío de información en esa fase. Para ello, se tomó el criterio de promedio por período (media de los datos, calculada para cualquier intervalo, de por lo menos, diez años, comenzando por aquel que acabe

en 1 (citado por Rodríguez *et al*, 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Disponibilidad de agua para riego

Pluviometría

La única fuente de suministro de agua dulce para el municipio y en Cuba es la lluvia.

Entre 1991 y 2008 el promedio del total anual de la pluviometría municipal es de 1363 mm anuales.

Se detectó también, que las lluvias se distribuyen en dos períodos básicos: seco, entre los meses de noviembre y abril y húmedo de mayo a octubre, lo que constituye una regularidad del clima para la región occidental de Cuba (INSMET, 2008).

Durante la estación seca, en el municipio se presenta el 19% del total de precipitaciones, con 259 mm de lluvia, como promedio de la estación. En este período, los valores totales oscilan, entre 602 y 62 mm para la etapa en años individuales; por lo que se manifiesta inestabilidad e insuficiencia de la lluvia.

lluvia mensual promedio Alquizar 1991-2008

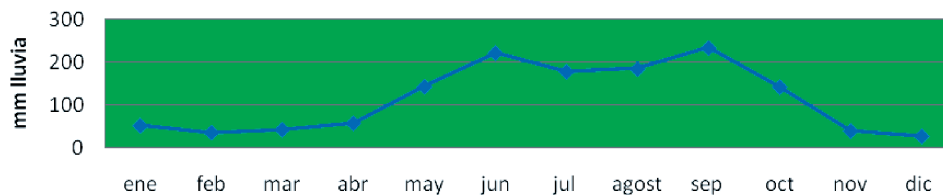


FIGURA 1. Distribución de la lluvia para satisfacer las necesidades de los cultivos (Zamora, 2011).

Esta es la argumentación de la agricultura irrigada en Alquizar y su condición esencial para la seguridad alimentaria municipal.

Durante la etapa húmeda ocurre el 81% de las precipitaciones anuales con un promedio de 1104 mm de lluvia y valores estacionales anuales entre 1463 y 702 mm. (Zamora, 2011). Estos volúmenes superan las necesidades hídricas de los cultivos tradicionales. No obstante, se observa una disminución de precipitaciones en el mes de julio, con 178 mm como promedio, lo que unido a las altas temperaturas de la etapa, obliga frecuentemente a la utilización del riego, en medio de la temporada lluviosa. La estación húmeda, se asocia a problemas de sobrehumedecimiento en los suelos, que obliga al uso de drenaje agrícola. Es la época de recarga de los acuíferos subterráneos y la recolección de aguas de lluvia para riego. Un importante aporte de las lluvias provienen de las tormentas tropicales, cuya temporada coincide con el período húmedo.

La distribución mensual promedio de lluvia, (Figura 3) muestra que diciembre es el mes de menor pluviometría con unos 28 mm. En este mes, el patrón de municipales, se encuentra en fase de siembra, por lo que es indispensable disponer de riego para la germinación y establecimiento de las plantas. Por otra parte, septiembre presenta los mayores acumulados absolutos,

con lo que se diferencia de los territorios circundantes (provincias Artemisa y Mayabeque) donde los máximos pluviométricos se presentan en el mes de junio. (Rodríguez *et al*, 2006).

El estudio de probabilidad acumulada de la serie pluviométrica marca como punto de inflexión 1525 mm para el cuartil del 25% de probabilidad de ocurrencia, que señala los años húmedos; y para el cuartil de años secos, 1181 mm (75% de probabilidad de ocurrencia). (Zamora, 2011).

Estos parámetros son utilizados en Cuba como estándares para la proyección y planificación del riego agrícola. el año 2005, se presenta con una distribución atípica caracterizada por un período seco agudizado con solo el 13% de las precipitaciones totales, en lugar del 19% promedio y un intenso período húmedo (87%). También ocurre retraso de un mes en el inicio de ambas temporadas. (Figura3). (Zamora, 2011).

Este comportamiento atípico, se ajusta a algunas modelaciones para el siglo XXI en Cuba, (Centella *et al*, 2001), que proyecta un clima donde se alternan sequías empeoradas en intensidad y duración, en relación con las normas actuales y períodos húmedos incrementados en intensidad. La sucesión de excesos y defectos de lluvia en corto tiempo, desborda la capacidad de respuesta de los sistemas naturales y sociales (Barros *et al*, 2009).

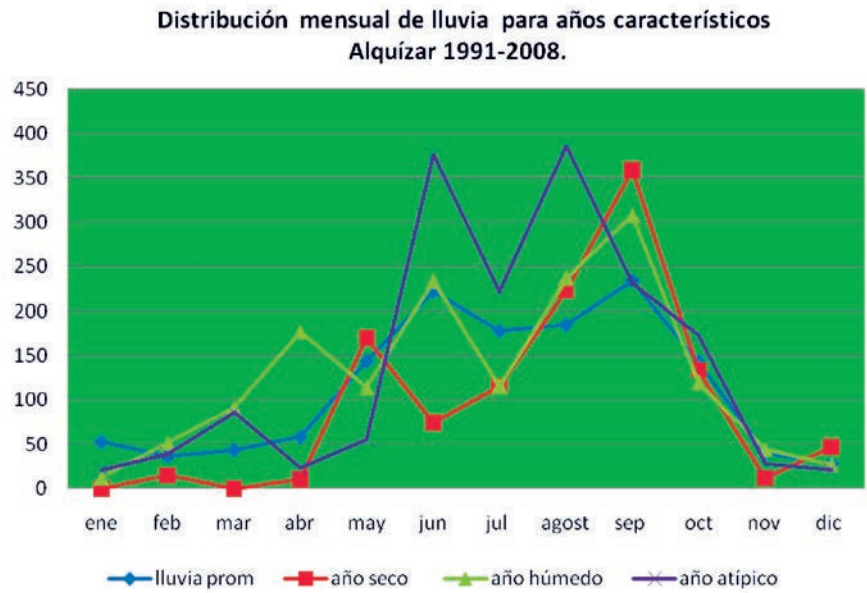


FIGURA 2. Lluvia para años característicos.

Aguas subterráneas

Las aguas de Alquízar pertenecen a la cuenca hidrogeológica Costera Sur de La Habana, (Figura 2), donde no hay cuenca superficial definida. El municipio es abastecido por la cuenca Artemisa–Quivicán (HS3). Esta es una de las 15 cuencas de categoría I, es decir, vinculadas al abasto de agua de la población y la agricultura. El monitoreo es realizado por el INRH. Hasta junio del 2010 se califica en estado normal y estable.

La tendencia en los años 2007-2010, se construyó tomando datos de los boletines hidrológicos del INRH publicados en esos años (INRH, 2010a). Se detecta una tendencia a la disminución, del nivel freático, progresiva en el tiempo, en relación a la media histórica.

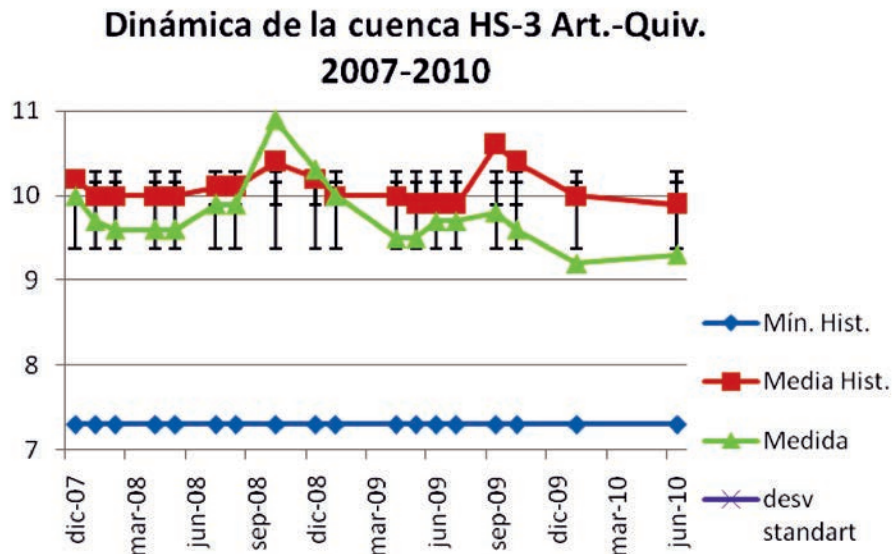


FIGURA 3. Dinámica aguas subterráneas.

Esta se amplía en el período 2009-2010, para rebasar la desviación estándar calculada para la media histórica y que indica diferencias probadas. Esta gráfica identifica la manifestación municipal de escasez de agua declarada por la Estrategia Ambiental Nacional, la importancia del nivel de la cuenca como indicador de la fragilidad ecológica de las aguas municipales. Esta debe analizarse con especial énfasis para el período seco, cuando se desarrolla la campaña de riego y donde interactúan los riesgos climáticos por escasez de lluvia (factores externos) y las vulnerabilidades asociadas a los factores antrópicos (internos) que se vinculan a la sobreexplotación de los acuíferos.

Calidad del agua

Sus aguas se clasifican como bicarbonatadas cálcicas. La calidad del agua de riego territorial, tradicionalmente ha sido considerada como satisfactoria, (García y Cantero, 2007), pero en los últimos años, se detecta puntualmente cierta tendencia a la degradación, que varía en sus componentes e intensidad de acuerdo con la estación del año, cotas altimétricas y distancia del mar. Las estaciones básicas de monitoreo para el riego, no presentan problemas (INRH, 2010b).

No obstante, la Tabla 1 se muestra las estaciones de Alquizar que sobrepasan los límites admisibles para de los iones Sodio y Cloruro (INRH, 2010b). La situación de salinización de los acuíferos se construye esencialmente por los peligros climáticos: ascenso del nivel del mar y penetraciones marinas

asociadas a tormentas tropicales y huracanes. (Barros, 2009).

TABLA 1 Calidad del agua, Alquizar

Estación	Abril 2009	Abril /2010	Tendencia
Cloruro (Cl)			
La Jocuma	518	427	Disminución
IPUEC Guyana	759	393	Disminución
Sodio (Na ⁺)			
La Jocuma	292	312	Aumento
IPUEC Guyana	414	265	Disminución

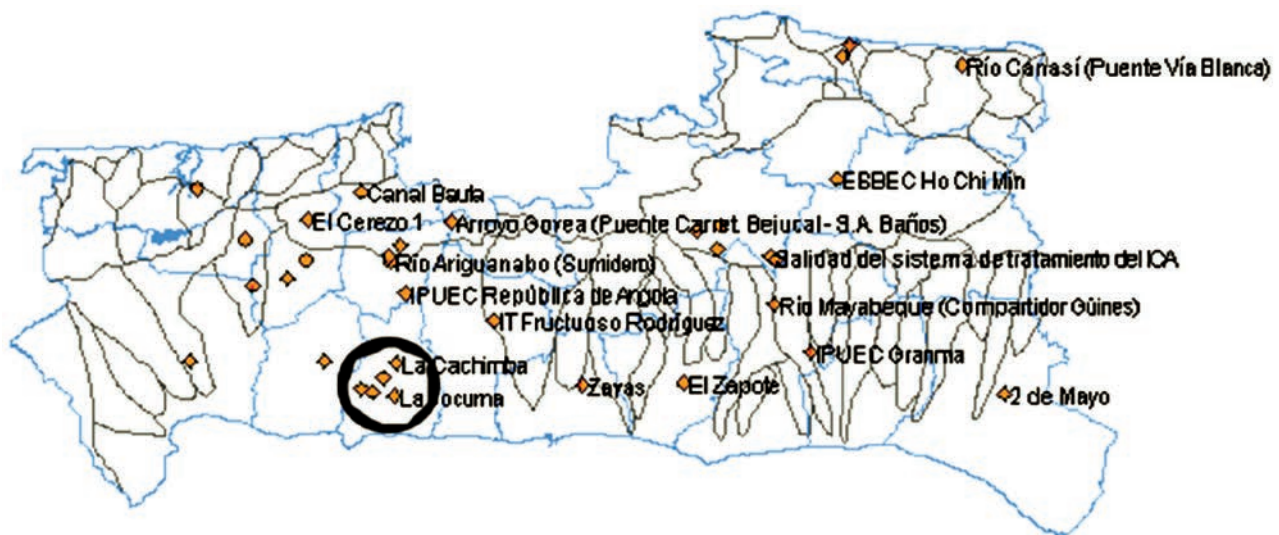


FIGURA 4. Áreas de muestreo. Tomado de: Boletín calidad del agua. Período Seco.

El límite marino municipal se encuentra en el segmento mas vulnerable del país a las inundaciones costeras (PVR, 2008), donde se registra un paulatino retroceso en la línea de costa y repetidas penetraciones del mar en los últimos 50 años. La magnitud de este fenómeno, puede entenderse mejor, cuando se conoce que entre los años 1800 y 2008 la región occidental de Cuba (donde se ubica Alquizar) ha sido azotada por el 73% de los 113 huracanes que han incidido en Cuba (ONE, 2011) con diferentes grados de afectación para la localidad, pero que sistemáticamente perjudica en disponibilidad y calidad a los acuíferos costeros de agua dulce. Sólo en el año 2008, las tormentas Gustav e Ike provocaron inundaciones costeras que penetraron entre 3-4 Km. en el territorio de Alquizar (PVR, 2008).

Los niveles de Cl⁻ y Na⁺ detectados en esas estaciones inducen limitaciones para el riego de cultivos sensibles, aunque se empleen, técnicas de riego tolerantes, como las superficiales. (Guzmán y López, 2004). Entre los cultivos sensibles se encuentran pimiento, papa, tomate y tabaco, que forman parte del patrón de cultivos Figura distribución mensual promedio Eto y lluvia cultivos esenciales en el área. Los efectos tóxicos se manifiestan en daños foliares y disminución del rendimiento.

Demandas de agua

Por otra parte, en relación a las demandas de agua para los cultivos territoriales, la información obtenida muestra que: La evapotranspiración de referencia (ETo), expresa el poder evaporante de la atmósfera, en una superficie cultivada estándar (Allen, *et al*, 2006). Este es un parámetro relacionado con el clima y su diferencia con la lluvia es equivalente a la magnitud del riego, por lo constituye el mas importante indicador climático de la demanda territorial de agua para riego. El promedio anual en Alquizar es de 1340 mm (Figural). Dentro de los ciclos anuales en área, la Eto sobrepasa la magnitud de las precipitaciones desde noviembre a abril y presenta los máximos valores en los meses de mayo y julio. En el período (1991-2008) la lluvia supera ligeramente la evapotranspiración de referencia, imprimiendo un carácter positivo a la relación; pero muestra un 44% de balances negativos (Figura 3). Entre 1999 y 2005, predominaron los balances negativos, que llevaron a déficits hiperanuales, con intensificaron y prolongaron la sequía por encima de las normas históricas del área.

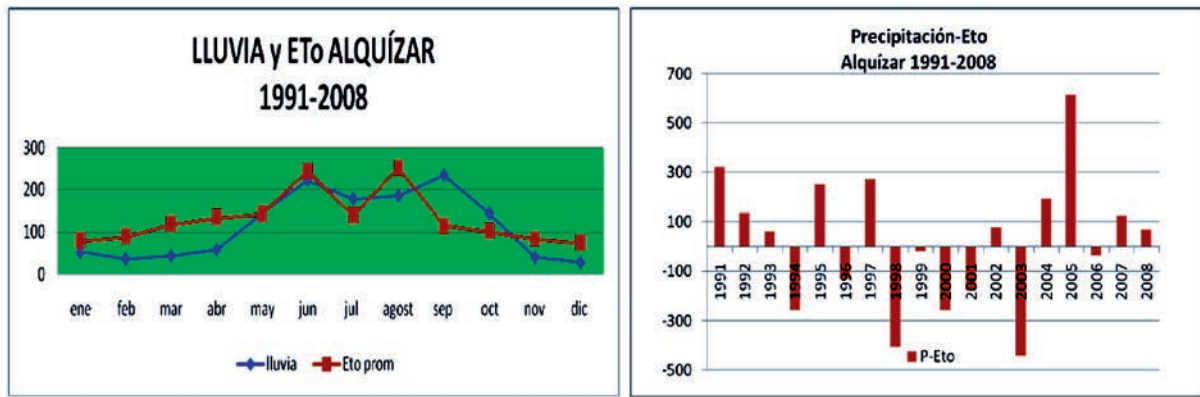


FIGURA 5.-Relación Precipitación–Eto Alquízar 1991-2008. Distribución mensual–Eto Alquízar b) Distribución anual de Lluvia–Eto

Temperatura

Otra importante variable a considerar en las demandas es la temperatura. Durante los últimos 20 años del siglo pasado, en la región, donde se encuentra el municipio Alquízar, la temperatura media del aire se incrementó de 24,5 a 24,9 °C, y las mínimas han aumentado en mayor proporción: 1.4 a nivel nacional. Los modelos de pronóstico indican que debe esperarse una tendencia ascendente. (Centella *et al*, 2001).

El conocimiento local campesino mitiga los efectos de altas temperaturas sobre los cultivos con incrementos de riego, que no están asociados a consumos, pero incrementan la demanda. Por ejemplo, el tomate, no puede efectuar la fecundación de las flores. En otros, como la papa, se deprime la tuberización por la proximidad de las temperaturas diurnas y nocturnas y se utiliza el riego como termorregulador. Además las combinaciones de aumento de las temperaturas y disminución de las precipitaciones, desarrollan fenómenos relacionados con sequía y aridez, que sobrepasan la regularidad de nuestro clima (sequía agrícola) y generan riesgos, que llevan a la sobreexplotación de los acuíferos.

Vulnerabilidades para las aguas de riego municipales

De igual forma, los factores antrópicos constituyen importantes vulnerabilidades para las aguas de riego municipales.

A pesar de que los Planes de Uso del Agua (PUA) para riego se concilian entre la agricultura y el INRH; a nivel municipal, existen sesgos con la práctica productiva que evidencian imprecisión en los cálculos. (CTNR R & D, 2011). Esta se debe esencialmente al uso de componentes de cálculo obsoletos. Los nuevos procedimientos metodológicos, recomendados por FAO, ICID y la WMO utilizan coeficientes de cultivo (Kc) y evapotranspiración de referencia (Eto) (Allen *et al*, 2006), para calcular las demandas de agua de las plantas. Esta adecuación imprimirá precisión y sencillez al cálculo y mayor adaptación a las variaciones climáticas locales.

Por otra parte, en el patrón de cultivos tradicionales predominan los altos consumidores, (de ciclo largo), como la malanga. Los cultivos de ciclo corto tradicionales como las hortalizas, consumen menos, pero en grandes extensiones y con alta fre-

cuencia de riego. La tendencia es incrementar las áreas.

Además con el agravante de que todo el consumo lo realizan durante el período seco, en que las fuentes de abasto están deprimidas. (INRH, 2010a). Se impone un análisis individualizado de las posibilidades del territorio. En el caso de la papa, por ejemplo, donde además de lo expuesto, como cultivo de ciclo corto, existe una demanda adicional de riego como refrigerante, habría que considerar si es factible seguirla cultivando en las condiciones climáticas del territorio, donde a pesar de los esfuerzos, se observa una disminución de los rendimientos, como en la cosecha del año 2006.

El área bajo riego, es un importante indicador de sostenibilidad para el agua.

Hoy existe la justa exigencia social de aumentar las áreas de riego en el país, para garantizar la seguridad alimentaria.

Además, la práctica agrícola desajustada, con tecnologías de riego ineficientes y el incumplimiento de medidas para conservar el agua en los acuíferos y en los terrenos después del riego, llevan a la desecación extrema de los suelos, consumo sobredimensionado en el campo, sobreexplotación de los acuíferos y a la disminución de la disponibilidad de agua para riego.

La encuesta realizada entre los trabajadores y técnicos de la finca Pulido en Alquízar mostró, un excelente conocimiento de las características tradicionales de la lluvia municipal (99%); un desconocimiento mayoritario de los indicadores de sostenibilidad para las aguas de riego municipales (97%) y una baja percepción de riesgo de escasez de agua para riego (51%) (Zamora, 2011). Por último, la gerencia de riego presenta vulnerabilidades en el conocimiento en relación con las aguas de riego (CTNR, 2011). Ahora bien, el área de las vulnerabilidades es también el área de oportunidades para la gestión institucional.

La gestión del agua de riego, tiene como punto focal establecer relaciones de sostenibilidad entre la disponibilidad y la demanda. El factor humano determina la relación entre el bienestar social y económico con la conservación ambiental. Para ello, debe existir un adecuado conocimiento. La información y conocimiento existen, incluyendo la de 30 años de investigaciones territoriales; pero se encuentran dispersos, inconexos y como conocimiento implícito en varias entidades.

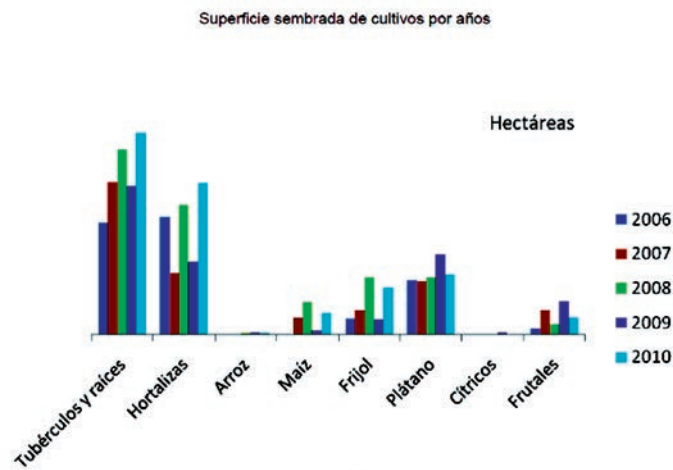


FIGURA 6. Superficie cultivada en Alquizar, ONE, 2011.

CONCLUSIONES

- Los peligros para las aguas para riego en el municipio Alquizar, se identifican como factores climáticos: aumento de las temperaturas, disminución de las lluvias, mayor frecuencia e intensidad de eventos extremos: sequía, tormentas tropicales e inundaciones costeras.
- Las vulnerabilidades se muestran en factores de origen antrópico, originados en desconocimiento de cómo mitigar y adaptarse a la variabilidad climática, en función de las aguas de riego, en un agroecosistema que varía constantemente y que ya no es el mismo que los expertos agrícolas conocen. Sin embargo, es en la esfera de vulnerabilidades, donde puede actuarse para paliar esta situación.
- La conjugación de peligros y vulnerabilidades, evidencian la existencia de riesgos para las aguas de irrigación en Alquizar, caracterizado por tendencias a la disminución de agua disponible y el aumento de las demandas; ambos conducentes a la escasez.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G., L. PEREIRA, D. RAES y M. SMITH: *Evapotranspiración del cultivo*, Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje no 56. 2006.
- BARROS, V., C. FIELD, & J.P VAN YPERSELE: *Eds. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*, 205pp., Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC), 2009.
- CENTELLA, A., J. LLANES y L. PAZ: *Primera Comunicación Nacional de Cuba a la Convención Marco de Las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*, 169pp., Grupo Nacional de Cambio Climático, Instituto de Meteorología. La Habana, (CITMA) (Estrategia Ambiental Nacional) 2007/2010. Tríplico, La Habana. 2007.
- CTNR R & D: (Dirección Nacional de Riego y Drenaje –Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje). Reglamento para la Organización, Operación y Mantenimiento de los Sistemas de Riego y Drenaje. MINAG. La Habana, 6 de octubre, 2012.
- DULZAIDES, I. M.E. y A.M. MOLINA: *Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso. [en línea] Disponible en: http://www.bvs.sld.cu/revistas/aci/vol12_2_04/aci11204.htm [Consulta: noviembre 10 2010]*
- GARCÍA, F. J.M. y L. CANTERO: “Indicadores Globales para la Evaluación del Uso Sostenible del Recurso Agua: Caso Cubano”, *Voluntad Hidráulica*, 99: 2-17, 2007.
- GUZMÁN, P. J.M. y J. LÓPEZ: *Fertirriego*, Tecnologías y Aplicación en Plasticultura, ISBN 84-96023-27-3, Almería, Andalucía, España, 2004.
- HERRERA, P. J. Y F. GONZÁLEZ, *Introducción al riego*, Curso Impartido en la Maestría de Riego y Drenaje, láminas, La Habana, Cuba, 2009.
- INRH: *Boletín Hidrológico 2007, 2008, 2009*, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, La Habana, Cuba, 2010a
- INRH: *Boletín de Calidad de las aguas, Período Seco*, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos La Habana, Cuba, 2010b.
- ONE: *Anuario Estadístico, Oficina Nacional de Estadísticas. República de Cuba, Provincial Edición 2011, [en línea] 2011, Disponible en: www.one.cu htm. [Consulta: septiembre 22 2012]*
- PVR: *Informe sobre la evaluación de los principales impactos ambientales provocados por los huracanes Gustav e Ike en el archipiélago cubano, Grupo de Evaluación de Riesgos, Agencia de Medio Ambiente, 115pp., [en línea] 2008, Disponible en: www.convención.medioambiente.cu [Consulta: octubre 20 2009].*
- RODRÍGUEZ, R. F.F.: “Nuevos logros en el estudio de la pluviosidad en Cuba Mapa Isoyético para el período 1961-2000”, *Voluntad Hidráulica* 98: 2-14, 2006.
- ZAMORA, E.: Precipitación, Evapotranspiración de referencia y gestión del agua de riego en el municipio Alquizar, En: **Agrociencias 2011**, Cong Int. C. Agrop. La Habana, Cuba, 2011.

Recibido: 23 de octubre de 2011 / **Aprobado:** 22 de diciembre de 2012

Elisa I. Zamora Herrera, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Carretera Fontanar Wajay, km 2½, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba ((53-7) 645-1731, 645-1353; Correo electrónico: elisa@iagric.cu

Nota: La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.