



MANEJO EFICIENTE DE AGUA Y SUELO PARA REDUCIR RIESGO AGROCLIMÁTICO EN UN CULTIVO DE CEBOLLA

Martha Marina Bolaños¹ ✉, Joan Sebastián Gutiérrez² y Gustavo Hernando Rueda³

¹ Investigador Ph. D.
CORPOICA. C.I.

Tibaitatá ✉
mmbolanos@corpoica.org.co

² Profesional de Apoyo a la Investigación.
CORPOICA. C. I.
Tibaitatá.

³ Líder de Seguimiento y Evaluación. CORPOICA.
C. I. La Suiza.

Palabras clave: Cambio climático, Variabilidad climática, Adaptación, Fertilización orgánica, Sistemas de riego.

RESUMEN

Como contribución a la reducción de la vulnerabilidad del sistema productivo de cebolla ocañera (*Allium cepa* L.), frente al riesgo agroclimático, asociado a condiciones restrictivas de humedad por déficit hídrico en el suelo en el municipio de Ocaña, Norte de Santander, el proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático, desarrollado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, validó opciones tecnológicas para incrementar la productividad del agua en el cultivo de cebolla y enfrentar efectos adversos de la variabilidad climática. La identificación y posterior validación de dichas estrategias se realizó participativamente con productores y asistentes técnicos, tomando en cuenta la dinámica histórica del clima, que puede brindar un panorama de las amenazas agroclimáticas potenciales, y las características biofísicas del municipio sumado a la probabilidad de ocurrencia de eventos climáticos extremos que afectan al cultivo, lo que constituye la susceptibilidad del sistema a tal amenaza. En Ocaña se planteó el uso eficiente del recurso hídrico y la fertilización orgánica del cultivo. La primera se basó en el establecimiento de un sistema de riego por microaspersión, diseñado a partir de características meteorológicas locales, requerimientos hídricos propios de la cebolla y propiedades de suelo que determinan el estado del agua al interior del perfil. La fertilización del sistema productivo de cebolla se realizó incorporando materia orgánica compostada, gallinaza y lombricompost. Se evidenciaron los efectos positivos de estas prácticas sobre el rendimiento del cultivo y sobre el uso eficiente de agua, ya que el riego por microaspersión disminuyó el consumo en 42,7%, al mismo tiempo incrementó la productividad del agua en 112,4% y el rendimiento en 10%, en comparación con el manejo convencional (riego con manguera y gallinaza cruda), lo que en conjunto se traduce en aumento de la capacidad adaptativa del sistema productivo frente a condiciones de déficit hídrico.

EFFICIENT WATER AND SOIL MANAGEMENT TO REDUCE AGROCLIMATIC RISK IN AN ONION CULTURE

Key words: Climate change, Climate variability, Adaptation, Organic fertilization,

ABSTRACT

As a contribution to the reduction of the vulnerability of the productive system of onion ocañera (*Allium cepa* L.), against the agroclimatic risk, associated to restrictive conditions of humidity due to water deficit in the soil in the municipality of Ocaña, Norte de Santander, the project Risk Reduction and Adaptation to Climate Change, developed by the Colombian Agricultural Research Corporation, validated technological options to increase water productivity in onion cultivation and face adverse effects of climate variability. The identification and subsequent validation of these strategies was carried out participatively with producers and technical assistants, taking into account the historical dynamics of the climate, which can provide an overview of potential agroclimatic threats, and the biophysical characteristics of the municipality added to the probability of occurrence of extreme climatic events that affect the crop, which constitutes the susceptibility of the system to such a threat. In Ocaña, the efficient use of water resources and the organic fertilization of the crop were considered. The first was based on the establishment of a system of irrigation by micro-sprinkling, designed from local meteorological characteristics, water requirements of the onion and soil properties that determine the state of the water inside the profile. The fertilization of the onion production system was carried out by incorporating composted organic matter, poultry manure and vermicompost. The positive effects of these practices on the yield of the crop and on the efficient use of water were evidenced, since the irrigation by micro sprinkling decreased the consumption in 42.7%, at the same time it increased the productivity of the water in 112.4% and the yield in 10%, in comparison with the conventional management (irrigation with hose and raw chicken manure), which together translates into an increase in the adaptive capacity of the productive system in the face of water deficit conditions.

SUELOS
ECUATORIALES
47(1 y 2):93-98p
ISSN 0562-5351

Rec.: 29.07.2016

Acep.: 29.11.2016

INTRODUCCIÓN

En los últimos 50 años la población mundial se ha incrementado drásticamente: ha pasado de 3.400 millones de personas en 1966 a 7.400 millones en 2016. En los próximos 30 años se prevé un incremento de 30%, alcanzando 9.700 millones de habitantes en 2050. Responder a la demanda de esta población supondrá una enorme presión sobre los sectores agrícola, forestal y pesquero para suministrar alimentos, forraje y fibra, además de ingresos, empleo y otros servicios esenciales del ambiente (FAO, 2009). Por tanto, es evidente la necesidad de aumentar la producción agrícola para responder a la creciente demanda y para garantizar la seguridad alimentaria, mantener la base de recursos naturales e implementar medidas para reducir la vulnerabilidad de los sistemas productivos agropecuarios ante los efectos adversos de la variabilidad climática asociada al cambio climático global. Particularmente, el aumento de las temperaturas y el cambio en los regímenes pluviales tienen efectos directos sobre el rendimiento de los cultivos, así como efectos indirectos a través de los cambios en la disponibilidad de agua de riego.

El reto general de las políticas en este ámbito es encontrar una combinación eficiente de soluciones de adaptación para limitar el cambio climático y sus impactos (Nelson et al., 2009). Es esencial el aumento de la capacidad adaptativa a la variabilidad climática para encaminar cualquier esfuerzo dirigido a promover la seguridad alimentaria o el manejo sostenible y la conservación de los recursos naturales (FAO, 2009).

Son varias las medidas de adaptación que se están desarrollando en distintos países del mundo para adaptarse a los efectos del cambio climático, la mayoría se enmarcan y orientan en la adopción de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y en los documentos generados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés). Resultados de investigaciones recientes sugieren que los agricultores de subsistencia, se adaptan e incluso se preparan para el cambio climático, minimizando las pérdidas en productividad mediante la utilización de variedades locales tolerantes a la sequía, cosecha de agua, policultivos, manejo

eficiente del recurso suelo, entre otras técnicas (FONADE e IDEAM, 2013).

La implementación de medidas de adaptación requiere en primera instancia de una comprensión sólida de la vulnerabilidad presente y futura de los sistemas productivos respecto a los impactos del cambio climático y variabilidad del clima (FAO, 2009). El proyecto Modelos de Adaptación y Predicción Agroclimática - MAPA, desarrollado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria y financiado por el Fondo Adaptación, buscó validar opciones tecnológicas con potencial para disminuir impactos asociados a la variabilidad climática sobre el sistema productivo de cebolla ocañera (*Allium cepa* L.), en el municipio de Ocaña, Norte de Santander, partiendo de la identificación del riesgo agroclimático de pérdida productiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

Identificación del riesgo agroclimático

El riesgo agroclimático de pérdida productiva en condiciones de déficit hídrico en el suelo, se definió a partir de características biofísicas del municipio, en interacción con anomalías históricas de precipitación y la aptitud agroclimática del municipio de Ocaña para el cultivo de cebolla.

Validación de opciones tecnológicas

La parcela de integración se estableció en el municipio de Ocaña, vereda Quebrada La Esperanza, localizada en un área con suelos no aptos y alta exposición a déficit hídrico para la cebolla (Corpoica, 2015a). Las opciones tecnológicas validadas en el sistema productivo fue uso eficiente del agua (sistema de riego) y manejo integrado de la fertilidad del suelo.

Se estableció un diseño de bloques completos al azar en parcelas divididas. La parcela principal fue el tipo de riego (microaspersión y ramillón-sistema convencional en la zona) y la subparcela correspondió al tipo de enmienda aplicada al suelo (gallinaza cruda, compostada y lombricompost) en dosis de 20 t.ha⁻¹.

Registro y procesamiento de la información

Se registraron variables de rendimiento del cultivo y variables meteorológicas como temperatura y precipitación, con lo cual se calculó el balance

hídrico. Adicionalmente, con información relacionada a contenido de humedad en suelo se realizó el balance hídrico agrícola para evidenciar la condición de déficit hídrico en el suelo.

Con la cantidad de agua aplicada durante el ciclo mediante los dos sistemas de riego comparados, y la producción obtenida se realizó el cálculo del Índice de Productividad de Agua (IPA) para

indicar la eficiencia en el uso del recurso en ambos casos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Riesgo agroclimático para el sistema productivo

La figura 1 presenta una aproximación a la zonificación del municipio de Ocaña de acuerdo a los paisajes geomorfológicos.



Figura 1. Paisajes geomorfológicos del municipio de Ocaña.

Fuente: Corpoica (2015b).

Según Corpoica (2015b), el 86% del área total del municipio se encuentra ocupada por paisajes montañosos que corresponden a porciones de terreno profundamente disectadas y caracterizadas por alturas relativas importantes con relación a las unidades de paisaje circundantes de posición más baja (en este caso lomeríos) (Zinck, 2012). Este rasgo geomorfológico podría implicar

susceptibilidad a déficit hídrico en suelo por escorrentía.

Sumado a lo anterior, se muestra en la Tabla 1 los eventos El Niño la variación porcentual de la precipitación durante los fenómenos El Niño que se han presentado en los últimos 32 años (1980-2011), constituyendo información de referencia que permite analizar las posibles reducciones o incrementos de la precipitación en el municipio.

Tabla 1. Duración, valor del Índice Oceánico El Niño (ONI) y anomalías de precipitación en el municipio de Ocaña durante los eventos El Niño en el período 1980-2011.

Período	May 1982 - Jun 1983	Ago 1986 - Feb 1988	May 1991 - Jun 1992	May 1993 - Mar 1994	May 1997 - May 1998	May 2002 - Mar 2003	Jun 2004 - Feb 2005	Ago 2006 - Ene 2007	Jul 2009 - Abr 2010
Duración (meses)	14	19	15	11	13	11	9	6	11
Máximo valor ONI	2,3	1,6	1,8	1,3	2,5	1,5	0,9	1,1	1,8
Anomalía	-1 %	-10 %	-28 %	-18 %	-38 %	-30 %	12 %	-1 %	-22 %

Fuente: Corpoica (2015c).

Se evidencia el impacto de la variabilidad climática sobre la precipitación y sus posibles fluctuaciones cuando ocurran eventos El Niño, cuando el máximo absoluto del ONI fue de 2,5, las reducciones de precipitación alcanzaron 38% con

respecto al promedio histórico. No obstante, se observa que cuando el ONI fue de 2,3, la reducción en precipitación fue solamente de 1% y que cuando este mismo índice presentó un valor de 0,9, la precipitación aumentó en 12% con respecto al

promedio multianual. Según Ramírez y Jaramillo (2009), el índice ONI puede ser empleado como una herramienta para conocer el posible impacto del ENSO (El Niño Oscilación Sur) durante los periodos en los cuales se presentan menores lluvias, en comparación con la información histórica. En caso contrario, los incrementos de lluvia en eventos El Niño, están relacionados con el desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), este aspecto macroclimático

modifica los contenidos de vapor de agua en la atmósfera en la zona de estudio, lo que puede explicar la ausencia de la relación entre la lluvia y el ONI en los periodos lluviosos (Ramírez y Jaramillo, 2009).

Las propiedades de suelo y las condiciones meteorológicas de la zona permitieron establecer zonas de aptitud agroclimática (Figura 1) para el sistema productivo de cebolla ocañera.

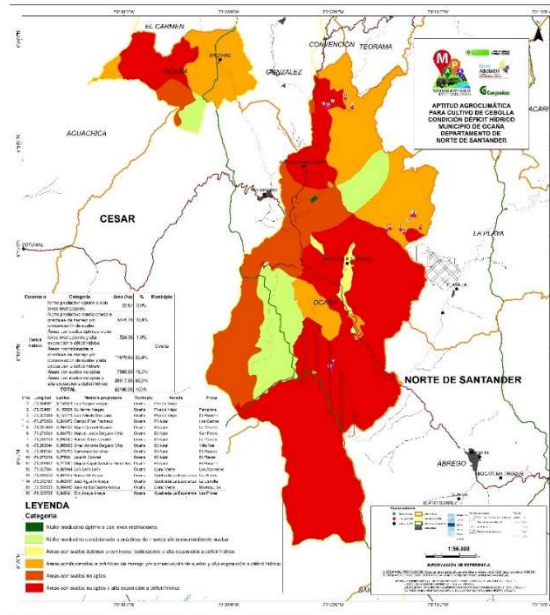


Figura 1. Aptitud agroclimática para cebolla en condición de déficit hídrico en Ocaña. Fuente: Corpoica (2015a).

Con la integración de exposición a déficit hídrico y aptitud de suelos para el sistema de cebolla, se tiene que 50% del área municipal presenta suelos no aptos y con alta exposición a déficit hídrico, principalmente al oriente y al sur del municipio. En estas zonas se presenta una aptitud moderada de los suelos por drenaje, acidez, pendientes muy fuertes y alta probabilidad de ocurrencia de que se presenten deficiencias de agua.

VARIABLES METEOROLÓGICAS Y DE CULTIVO

El estado del agua en la atmósfera y el suelo, representado en el balance hídrico atmosférico y el balance hídrico agrícola, respectivamente, se ilustra en la Figura 2.

El balance entre precipitación y evapotranspiración fue negativo, lo que sugiere que se presentó déficit hídrico. El consumo de agua por el cultivo que superó el agua fácilmente aprovechable (AFA), limitó la evapotranspiración y esto ocasionó estrés hídrico por falta de agua en el suelo (Allen et al., 2006).

Con relación al efecto de las opciones tecnológicas sobre las variables del cultivo, se obtuvo que la lámina total aplicada y la producción obtenida en las plantas con riego por microaspersión fue de 705,6 m³ y 7.375 kg, respectivamente. Para el sistema de riego convencional estos valores fueron de 1.231 m³ y 6.062 kg. El IPA para el sistema convencional fue 53% menor en comparación al riego por microaspersión (Corpoica, 2015c).

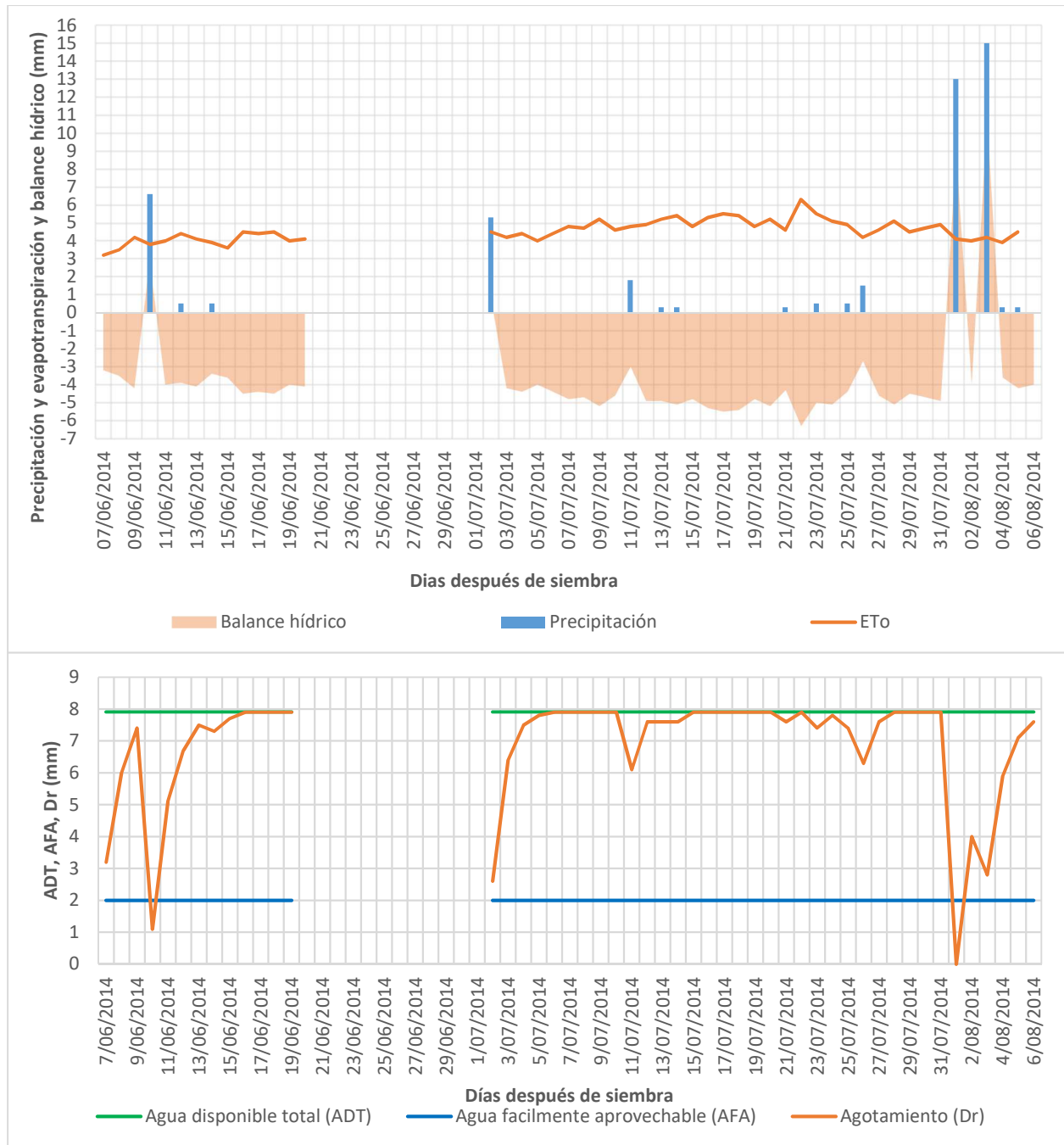


Figura 2. Balance hídrico atmosférico (superior) y agrícola (inferior) en la parcela de integración de cebolla en Ocaña. Fuente: Corpoica (2015c).

Con el sistema de riego propuesto y la incorporación de materia orgánica compostada, se tuvo un incremento en rendimiento de 10%. Esto se asocia a que las enmiendas orgánicas compostadas tienen un efecto positivo sobre el suelo ya que contribuyen a aumentar la productividad, la fertilidad y la retención de humedad en suelo (Moreno y Moral, 2008).

Acevedo et al. (2014), reportaron que la adición de materia orgánica aumentó la agregación, incrementando la microporosidad y por ende la capacidad de retención de humedad en suelos agrícolas.

CONCLUSIONES

El riego convencional generó pérdidas considerables del recurso hídrico. Con la implementación del sistema de riego por microaspersión se hizo uso eficiente del agua, lo cual cobra gran importancia en las condiciones de déficit hídrico que se evidenciaron a nivel de municipio.

Las opciones tecnológicas propuestas redujeron la vulnerabilidad del sistema productivo de cebolla ante condiciones de déficit hídrico en el suelo en el municipio de Ocaña, Norte de Santander.

El uso de material orgánico debidamente compostado tuvo un efecto positivo sobre la retención de humedad en el suelo, lo cual resulta altamente benéfico para el cultivo, en condiciones de déficit hídrico en el suelo.

REFERENCIAS

- Acevedo, I., Contreras, J., González, R., Acevedo, I. y García, O. 2014. Efecto de la aplicación de materia orgánica sobre las propiedades físicas y químicas de un suelo de huerto. *Rev. Fac. Agron.* 31, 325-340.
- Allen, R., Pereira, L., Raes, D. y Smith, M. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. FAO. Roma. 323 p.
- Corpoica. 2015a. Producto 2: Mapas de aptitud agroclimática e identificación de nichos productivos por eventos de variabilidad climática para cebolla (Ocaña y La Playa), lulo (Abrego y Teorama) y papa (Silos y Mutiscua). Proyecto: Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático. 87 p.
- Corpoica. 2015b. Informe final: Parcela de integración del sistema productivo de cebolla, municipio de Ocaña, Norte de Santander. Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático. 39 p.
- Corpoica. 2015c. Producto 1: Caracterización de la variabilidad climática y zonificación de la susceptibilidad territorial a los eventos climáticos extremos. Proyecto Reducción del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático. 94 p.
- FAO. 2009. Perfil para el cambio climático. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma. 28 p.
- FONADE e IDEAM. 2013. Efectos del cambio climático en la producción y el rendimiento de cultivos por sectores. Apoyo a la agenda colombiana de adaptación al cambio climático. Evaluación del riesgo agroclimático por sectores. Primer informe: estado del arte sobre la agricultura y el cambio climático. Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo (FONADE) e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Contrato de Cooperación CO- T1150.
- Moreno, J. y Moral, R. 2008. Compostaje. Mundi Prensas. Madrid. 357 p.
- Nelson, G. C., M.W. Rosegrant, J. Koo, R. Robertson, T. Sulser, T. Zhu, C. Ringler, S. Msangi, A. Palazzo, M. Batka, M. Magalhaes, R. Valmonte-Santos, M. Ewing, and D. Lee. 2009. Climate change: Impact on agriculture and costs of adaptation. Food Policy Report 21. International Food Policy Research Institute (IFPRI). Washington, D.C. 30 p.
- Ramírez- Builes, V. y Jaramillo- Robledo, A. 2009. Relación entre el Índice Oceánico de El Niño y la lluvia, en la región andina central de Colombia. *Cenicafé* 60 (2), 161-172.
- Zinck, J. 2012. Geopedología. Elementos de geomorfología para estudios de suelos y riesgos naturales. Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation. Enschede, The Netherlands. 131 p.