



Identificación de zonas agroclimáticas potenciales para producción de cebolla (*Allium cepa* L.) en Carabobo, Venezuela

Identification of potential agroclimatic zones for production of onion (*Allium cepa* L.) in Carabobo, Venezuela

Olivares-Campos Barlin Orlando^{1*}, Hernández Rafael Angel², Arias-Valdespino Alexander Alberto², Molina-Trigos Juan Carlos², Pereira-Bravo Yessica Verónica²

Datos del Artículo

¹Universidad de Córdoba (UCO), Escuela Internacional de Doctorado en Agroalimentación, Programa de Doctorado en Ingeniería Agraria, Alimentaria, Forestal y del Desarrollo Rural Sostenible. Avda. Medina Azahara, No 5, CP 14071. Córdoba, Andalucía, España.
Tel: (+34) 609 90 08 29.
URL: <http://www.uco.es>

²Gerencia de Meteorología Aplicada, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH), Venezuela. Avenida Bolívar, Caracas (+58) 212 535 3001
URL: <http://www.inameh.gob.ve/web>

*Dirección de contacto:

Barlin Orlando Olivares Campos
Programa Iberoamericano de Doctores en Agroalimentación de la Universidad de Córdoba (UCO), Andalucía, España. Avda. Medina Azahara, 5. 14071 Córdoba.
Teléfono:
E-mail: barlinolivares@gmail.com

Palabras clave:

Cebolla,
clima,
meteorología,
suelos,
territorio,
zonificación.

J Selva Andina Biosph.
2018; 6(2):42-54.

Historial del artículo.

Recibido abril, 2018.
Devuelto mayo 2018.
Aceptado septiembre, 2018.
Disponibile en línea, noviembre 2018.

Editado por:
**Selva Andina
Research Society**

Key words:

Onion,
climate,
meteorology,
soils,
territory,
zoning.

Resumen

El desarrollo de la zonificación agroclimática, además de permitir la localización específica de áreas con mayor vocación para actividades productivas particulares, también permite reconocer la ubicación de la infraestructura disponible para el impulso de la soberanía y seguridad alimentaria del país. El objetivo del estudio fue definir las zonas agroclimáticas aptas para el cultivo de cebolla en el estado Carabobo, Venezuela. Se utilizaron datos diarios de precipitación de 41 estaciones climáticas, para la estimación de la evapotranspiración, cartas edafológicas de la entidad y programas de cómputo para los balances hídricos del cultivo. Se compararon los requerimientos del cultivo en cuanto al suelo, clima, y "oferta" edafoclimática del área, para cuantificar satisfactoriamente los requerimientos cubiertos y, en consecuencia, se determinó el grado de aptitud potencial del área para el cultivo específico. Se analizaron separadamente las relaciones suelo-clima-cultivo, y luego se integraron mediante un Sistema de Información Geográfica para obtener un resultado único. El estudio determinó que 787 km² de las tierras agrícolas del estado son aptas para el cultivo de cebolla. En áreas de valles, zonas bajas de montañas, colinas, y llanura lacustrina de la Depresión del Lago de Valencia, pueden obtenerse rendimientos superiores a 95%. El estudio de zonificación pretende ser la base de un modelo de producción agrícola sustentable, que sirva como herramienta de trabajo, consulta y orientación de cara a las iniciativas que tengan relación con la actividad agrícola.

© 2018. *Journal of the Selva Andina Biosph. Bolivia. Todos los derechos reservados.*

Abstract

The development agroclimatic zoning, in addition to allowing the specific location of the areas with the greatest vocation for particular productive activities, also makes it possible to recognize the location of the available infrastructure for the promotion of the sovereignty and food security of the country. The objective of the study was to define agroclimatic zones suitable for growing onions in the state of Carabobo, Venezuela. To do this, daily rainfall data were used from 41 weather stations, climatic data for the estimation of evapotranspiration, edaphological charts of the entity and computer programs for crop water balances. The requirements of the crop in terms of soil and climate, and the edaphoclimatic "supply" of the area were compared to satisfactorily quantify the requirements covered and, consequently, the degree of potential aptitude of the area for the specific crop was determined. The soil-climate-crop relationships were analyzed separately, and then integrated by means of a Geographical Information System to obtain a unique result. The study determined that 787 km² of the state's agricultural lands are suitable for growing onions. In these areas of valleys, low areas of mountains, hills and the lacustrine plain of the Depression of the Lake of Valencia, yields higher than 95% can be obtained. The zoning study aims to be the basis of a model of sustainable agricultural production, which serves as a tool for work, consultation and guidance in the face of initiatives related to agricultural activity.

© 2018. *Journal of the Selva Andina Biosph. Bolivia. All rights reserved.*

Introducción

El objetivo primordial de la agricultura es la producción de alimentos, para satisfacer las necesidades alimenticias de la sociedad, en este proceso, el agua representa un recurso imprescindible que, en caso de que su disponibilidad sea limitada, condiciona fuertemente la productividad potencial de todo el sistema agrícola.

El desarrollo de la agricultura está estrechamente vinculado con el clima¹, suelo², condiciones físico-geográficas^{3,4} y disponibilidad de agua⁵. De manera más específica, el simple hecho de estimar la precipitación fluvial, temperatura del aire, fotoperiodo, propiedades fisicoquímicas del suelo, entre otras variables de interés, permiten identificar las potencialidades y limitaciones de diferentes superficies.^{6,7} Hace décadas, una gran parte del continente americano podía cultivarse sin necesidad de aportaciones de agua de riego, ya que la lluvia y las condiciones edafoclimáticas hacían que estos se mantuvieran lo suficientemente hidratados de forma natural⁸. Sin embargo, a medida que avanza el efecto del cambio climático (ECC), específicamente la ocurrencia de sequías meteorológicas⁹⁻¹¹, esta situación va modificándose y en muchas zonas vulnerables las precipitaciones no cubren la demanda hídrica de los cultivos¹², apareciendo el riego como una técnica necesaria y la zonificación como estrategia para un mejor ordenamiento territorial de la agricultura.

En particular, Venezuela, la producción de cebolla (*Allium cepa* L.) está concentrada en zonas semiáridas de los estados Lara y Falcón, que aportan 85% del volumen total nacional, Aragua, Carabobo, Guárico, Mérida, Táchira y Trujillo producen el resto de la producción del país (15%). En 2003 se cosecharon 10000 ha con un volumen de 240000 ton, siendo

la segunda hortaliza por volumen de producción, después del tomate.¹³

En función a lo anterior, el desarrollo de una zonificación agroclimática de este cultivo en la región bajo estudio, además de permitir la localización específica de las áreas con mayor vocación para actividades productivas particulares, también permite reconocer la ubicación de la infraestructura disponible para el impulso de la soberanía y seguridad alimentaria del país.

Este estudio se basó en la aplicación de los Sistema de Información Geográfica (SIG) para caracterizar las unidades de terreno de mayor valor agronómico en el estado Carabobo e identificar aquellas áreas de aptitud para el cultivo de cebolla (CC). De esta manera, y partiendo de una selección previa de aquellas variedades con mayor interés potencial para la región, se han elaborado mapas de aptitud de cultivos, permiten identificar alternativas productivas idóneas en función de sus características agrícolas. La existencia de nuevos espacios agrícolas, se pueden identificar mediante los SIG, en este sentido el objetivo de este estudio fue definir las zonas agroclimáticas aptas para el cultivo de cebolla en el estado Carabobo por medio de la zonificación a escala 1:250000, que se orienta a direccionar la inversión del sector agropecuario y delimitar las áreas con aptitud para el desarrollo de este tipo de cultivo.

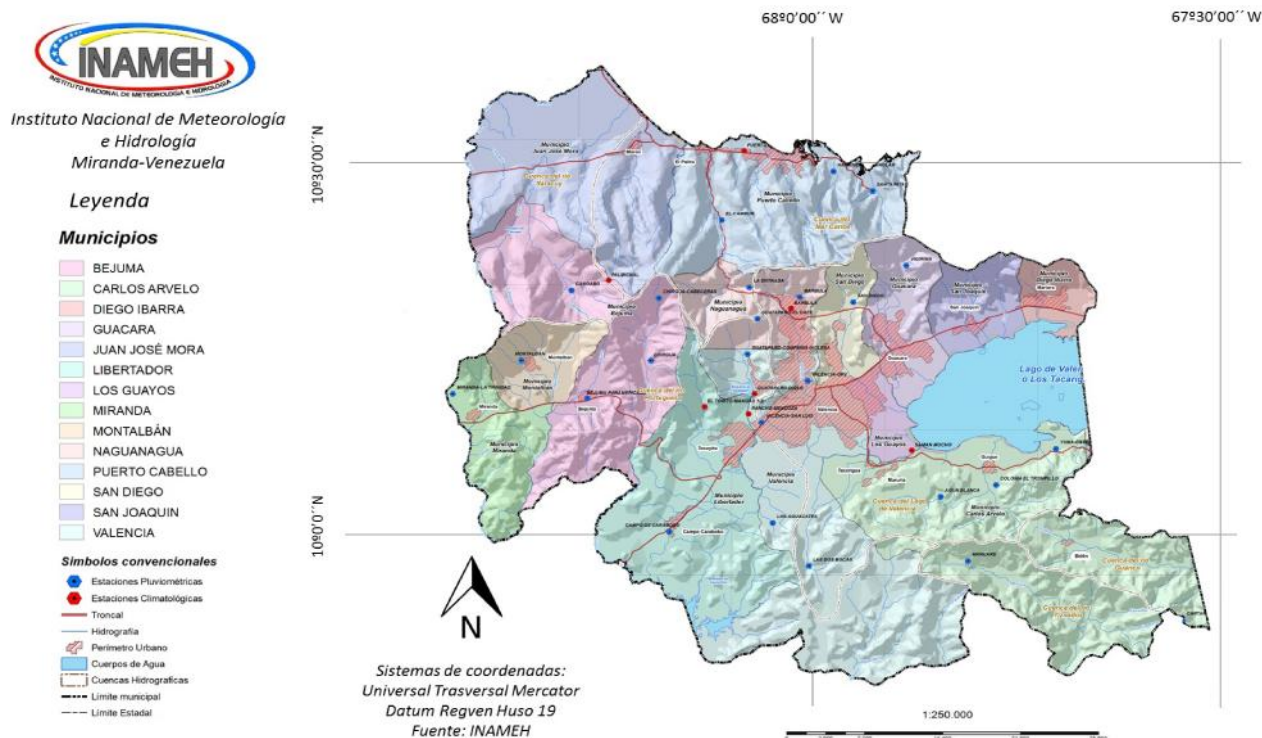
Materiales y métodos

Área de estudio. El estado Carabobo está localizado en la zona centro-norte del país, entre las coordenadas geográficas 09°48' y 10°35' de Latitud Norte con 67°31' y 68°26' de Longitud Oeste (figura 1). Está constituido por catorce municipios, posee una

superficie de 4651 Km², el 42.53% (1973 Km²) es considerado como territorio potencial para la activi-

dad agrícola.¹⁴

Figura 1 Ubicación geográfica del estado Carabobo, Venezuela. Adaptado de Olivares *et al.*⁵



Análisis climático. Los componentes del clima se caracterizan por su variación espacial y temporal, condicionada por distintos factores fisiográficos, como altitud, latitud, relieve y posición geográfica. Para esta fase se utilizaron datos de precipitación y evaporación de 41 estaciones meteorológicas disponibles para el periodo (1970-2000) ubicadas en la región^{1,8}, con la finalidad de determinar, las fechas de inicio, duración de los períodos de crecimiento y húmedo siguiendo la metodología propuesta por Franquín.¹⁵

A las series de precipitación mensual se aplicó un control de calidad para definir la proporción de datos faltantes, identificar valores fuera de lo normal y

observar el entendimiento básico de la distribución de las series.¹⁶⁻¹⁸

Posteriormente se calcularon los balances hídricos del cultivo para cada estación climatológica bajo un lenguaje de programación Clipper¹⁹, que arrojó información para realizar el análisis de riesgos edafo-climáticos. El resultado del balance permitió analizar la Evapotranspiración Máxima del Cultivo (Etm), rendimiento del cultivo y uso del agua (Ky), coeficiente de uso consuntivo (Kc), como la relación entre la demanda de agua del cultivo mantenido a niveles óptimos (ETa) y demanda del cultivo de referencia (ETP), además del rendimiento esperado en porcentaje, de siembra a una fecha estimada, que garantice la humedad inicial en suelos. Toda informa-

ción obtenida de los balances hídricos fue modelada para el mapa de zonificación agroecológica del CC.

Análisis edáfico. Los datos de suelo utilizados fueron de tres fuentes: i) información del mapa de clasificación por capacidad de uso de la tierra del estado Carabobo realizado por la Dirección General de Recursos Hidráulicos del Ministerio de Obras Públicas²⁰, escala 1:100.000, por ser el único estudio de suelos disponible, ii) cualidades edáficas analizadas fueron el tipo de drenaje, profundidad, textura de suelos, iii) pendiente del terreno; siendo estas variables indispensables para obtener la Capacidad Máxima de Almacenamiento del Suelo (CMA).

Adicionalmente, se utilizó el Sistema de Información de las Áreas Agroecológicas (SIAA) del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas²¹ y el Sistema de Información de Suelos de la Depresión del Lago de Valencia (SISDELAV).²²

Requerimientos del cultivo. La definición de los requerimientos del CC se realizó por medio de los aportes de Benacchio²³ que compiló necesidades hídricas, temperatura y otros factores climáticos que afectan el desarrollo de diferentes cultivos en ambientes tropicales (tabla1).

Tabla 1 Resumen de los requerimientos del cultivo de cebolla. Fuente: Adaptado de Benacchio (1982)

Requerimientos edafoclimáticos		Cebolla
Clima	Altitud (msnm)	0-2.800
	Temperatura (°C)	25-35
	Precipitación (mm)	Ciclo: 350 – 550 Anual: 300 - 800
	Nº de Meses Húmedos	<6
Suelos	Pendiente (%)	Planos
	Drenaje	Moderado a Excesivo
	Textura	Medias a Ligeras
	Fertilidad	Media a Alta
	pH	6-7,5
	Salinidad (ds/m)	Sensible (<1,2)
	Pedregosidad	No
Profundidad (m)	>0,30	
Necesidades Nutricionales (Kg/ha)	Nitrógeno	120
	Fosforo	22
	Potasio	131
	Calcio	8
	Magnesio	9
	Azufre	20

La resistencia a la sequía de la cebolla durante el transcurso de sus fases fenológicas varía, en este sentido, se observa en la tabla 2, los valores del índice Kc (coeficiente del cultivo), que aumentan según transcurren las décadas de crecimiento del cultivo según Doorenbos & Kassam²⁴, Doorenbos & Pruitt.²⁵

Zonificación agroecológica. La adaptabilidad de los cultivos al clima del area se determinó sobre la base de requerimientos hidricos (Eta), mediante la relacion entre la disminucion del rendimiento relativo y el deficit hidrico dado por el factor Ky (ecuación 1)

Posteriormente, se estableció un criterio general de adaptabilidad de acuerdo a la relación Ya/Ym (tabla 3).

$$\frac{1-Ya}{Ym} = Ky \left(\frac{1-ETa}{ETm} \right) \quad (1)$$

Ya rendimiento real cosechado, Ym rendimiento máximo cosechado, ky factor del efecto del déficit sobre el rendimiento, ETa Evapotranspiración real del cultivo y ETm requerimiento hídrico máximo del cultivo.

Luego, se calcularon requerimientos hídricos de los cultivos (Eta) cada rango de aptitud, tanto para el

ciclo vegetativo como las etapas críticas, se compararon la oferta climática del área, definida como precipitación efectiva del 75%, de probabilidad de ocurrencia. Posteriormente, se calculó un índice de adaptabilidad climática total (ecuación 2) para determinar el grado de aptitud (tabla 4).

$$IT = (0.4 * ICV) + (0.6 * IFC) \quad (2)$$

IT Índice total, ICV índice del ciclo vegetativo, IFC índice de la fase crítica.

Tabla 2 Los coeficientes de cultivo (Kc) de la cebolla para un cultivo con ciclos de crecimiento de 100 días

Década	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kc	0.5	0.5	0.5	0.6	0.75	0.85	0.95	1.0	1.0	1.0

Tabla 3 Rangos de adaptabilidad de la relación Ya/Ym

Grado de Aptitud	Rangos (Ya/Ym)
Apta	Ya > 75% Ym
Moderadamente Apta	50% Ym < Ya < 75% Ym
Marginalmente Apta	25% Ym < Ya < 50% Ym
No Apta	Ya < 25% Ym

Tabla 4 Rangos de adaptabilidad según el clima

Grado de Aptitud	Rangos (IT)
Apta	> 2.26
Moderadamente Apta	1.51-2.25
Marginalmente Apta	0.76-1.50
No Apta	< 0.76

Finalmente, se realizó la zonificación espacio-temporal de los cultivos de forma gráfica superponiendo los mapas de aptitud suelo-cultivo y clima-cultivo mediante ambiente SIG Arcview v.3.2., ESRI²⁶ se consideraron como no aptos aquellas zonas que presentaron esta característica en cualquiera de los dos criterios estudiados.

Resultados

Aptitud de las tierras. En el estado Carabobo, la superficie apta para este cultivar representa 787 km², (28.7%) del territorio, la superficie moderadamente apta alcanza 420 Km² (15.4%) del estado (tabla 5).

Tabla 5 Superficie (Km²) de la aptitud de cultivo de cebolla por municipio del estado Carabobo

Municipio / Superficie (km ²)	Apto (A1)	Moderadamente Apto (A2)	No Apto (NA)	Total
Diego Ibarra	64	0	49	113.1
San Joaquín	61	11	37	109.1
Guacara	73	12	80	164.9
San Diego	58	8	44	110.2
Naguanagua	29	58	97	184.2
Los Guayos	21	0	35	56
Puerto Cabello	0	0	85	84.8
Juan José Mora	0	0	295	294.8
Miranda	68	0	104	171.6
Montalbán	19	0	96	115.4
Bejuma	40	0	120	159.7
Libertador	94	183	116	393
Valencia	161	36	94	291
Carlos Arvelo	99	112	281	492.1
Total	787	420	1533	2740

La superficie cultivable del municipio Libertador se caracteriza por presentar tres tipos de paisaje, zonas bajas de montañas, colinas, valles de la depresión del lago de Valencia, serranía del litoral y del interior, a pesar de ello, son áreas que las pendientes de terreno no superan 5% de inclinación, los suelos presentan texturas medias y moderadamente drenados, 94 km² son aptos para el CC, a la fecha de siembra estimada para la segunda década de mayo en el noreste y oeste de la localidad de Tocuyito, mientras que hacia el noroeste, la fecha de siembra se estimó en algunas zonas entre la primera década de junio y la tercera de agosto, para otras áreas, sureste y este de Campo de Carabobo, durante la tercera década de junio únicamente.

En algunos sectores del este, oeste del municipio, la fecha de siembra de cebolla se estima para la primera década de julio para obtener entre 95% y 100% de rendimiento.

Con relación a los suelos moderadamente aptos para el CC, cerca de 183 km² (90 y 94%) de rendimiento, dadas las condiciones de pendientes del terreno por encima de 6%, en áreas de colinas, montañas al oeste de Tocuyito y Campo de Carabobo, suelos de

texturas arenosas, con fecha de siembra estimada para la segunda década de mayo en la mayor parte de extensión de esta categoría, mientras que en las zonas restantes, la fecha es durante la tercera década de mayo, oeste, suroeste, y primera década del mes de julio sureste, considerando que de sembrar fuera de estos períodos, el rendimiento sería igual a 0%, implicando pérdidas materiales y económicas.

Una extensión de 161 km² del municipio Valencia, es considerada apta para el CC, por la disponibilidad hídrica durante la fase crítica del cultivo, 184 mm, mientras que cerca de 36 km² de los suelos son moderadamente aptos para dicho cultivo, por lo que en estas zonas del norte, cercanas a la ciudad capital de la entidad, sur y centro del municipio, los máximos rendimientos que pueden obtenerse al momento de la cosecha serán de 95%.

Los suelos cultivables del municipio se extienden latitudinalmente de norte a sur, el área pasa de un paisaje de colinas, montañas, valles y nuevamente colinas-montañas por lo que el inicio de las precipitaciones de la temporada lluviosa varía según estas condiciones geomorfológicas.

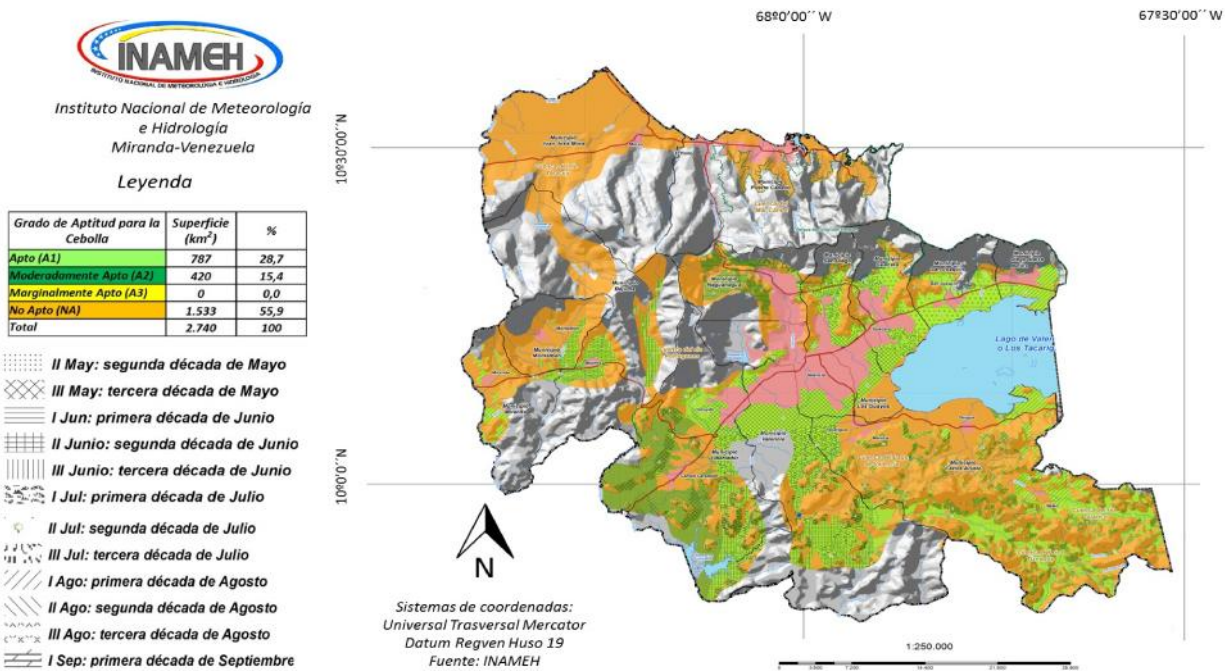
En el sureste del estado Carabobo, municipio Carlos Arvelo, se contabilizaron 99 km² de suelos aptos para el CC, éstos se encuentran en áreas de valles y zonas bajas de colinas, lo que caracterizan por sus pendientes bajas, suelos de textura franca y la disponibilidad hídrica durante los 60 días de duración de la fase crítica del cultivo es superior a la ETA, conlleva a que se obtengan rendimientos máximos de 100%. En cuanto a los suelos moderadamente aptos, se tienen 112 km² categorizados en el municipio, se encuentran en áreas de montañas, colinas y zonas altas de valles de la serranía del interior Fig. 2.

Las fechas de siembra para los suelos aptos del municipio se estimaron para la segunda década de mayo en los valles del sur y este, entre la tercera década de mayo y la segunda de junio en las planicies lacustrinas del noroeste, en algunos sectores del oeste, entre la primera década de julio, primera de septiembre. Para el resto de las tierras aptas para

CC, la fecha de siembra se estimó para la primera década de agosto, variando el número de décadas desde cuatro en el extremo sureste hasta una sola en el este del municipio. Cabe acotar que, mientras más décadas para la siembra existan, más serán los días para la siembra y la obtención de rendimientos de 100%.

Existe en el estado Carabobo una proporción de suelos no aptos para CC, cuyo contenido de arcilla es mayor al 50% (texturas arcillosas, Ar), o inferior al 20% (texturas franco arenosas, FA). La aptitud de los suelos con estas texturas se ve disminuida para el CC de bulbo, al incrementarse excesivamente el contenido de arcilla, los problemas de drenaje e impermeabilidad inducen complejos fungosos (*Peronospora destructor*, *Sclerotium cepivorum*, entre otros) que afectan severamente la productividad. Las texturas FA no ayudan al engrosamiento y finura del bulbo por presentar bajos contenidos de arcilla.

Figura 2 Zonificación agroecológica del cultivo de cebolla en Carabobo, Venezuela



Discusión

Para el caso de las zonas agrícolas de Carabobo, se debe señalar que la pendiente resulta importante para el establecimiento de la vocación de uso del suelo (US), usualmente a mayor pendiente mayor restricción al cultivo agronómico y menor restricción a la conservación.

La pendiente también favorece los fenómenos de remoción en masa como: desprendimientos, desplomes, deslizamientos de suelo. Es una variable que determina las técnicas del proceso productivo tales como: la preparación del suelo, la siembra, la cosecha y el cuidado del suelo postcosecha, entre otras actividades del proceso.

La pendiente al igual que la profundidad efectiva del suelo son los criterios más relevantes del componente físico, al ser determinantes en la decisión de establecer cultivos. El establecimiento y mantenimiento del cultivo requiere de prácticas agrícolas que se dificultan a medida que aumenta la pendiente, haciéndose menor la operación de maquinaria. En pendientes pronunciadas el cultivo efectúa una fuerza de resistencia para evitar su volcamiento repercutiendo en una menor calidad del mismo.

La pendiente para el CC de bulbo amarilla y blanca debe ser menor al 10% como pendiente óptima, para pendientes mayores del 25%, las prácticas de manejo adicionales requeridas pueden afectar la rentabilidad del cultivo pues involucran costos adicionales. Las pendientes planas o ligeras, facilitan la mecanización y disminuyen el riesgo de erosión y degradación de los terrenos, también permite la mejora de la infraestructura de caminos, riego y drenajes.²⁷

En la agricultura tradicional, en la región central de Venezuela, el problema principal lo constituyen las variaciones en la cantidad y distribución de las lluvias, lo que da lugar al período de sequía afectando

la producción de cultivos, y su sostenibilidad. Las restricciones hídricas durante el llenado de los bulbos probablemente causen mermas en el rendimiento. Adicionalmente, la escasez de agua suele causar adelantos en el ciclo del cultivo, que en este caso podrían ser beneficiosos.²⁸

Una restricción hídrica moderada en el CC, adelantaría el inicio de la bulbificación. Sin embargo, los rendimientos disminuyen cuando la deficiencia hídrica coincide con el período crítico al inicio de la formación de bulbos.^{27,29}

Por otra parte, la distribución de las lluvias es una herramienta muy acertada para efectuar estudios de zonificación agroclimática e identificación de zonas de vida, en las regiones tropicales de Venezuela, que la radiación, temperatura no presentan grandes variaciones a lo largo del año, el comportamiento, estacionalidad de la agricultura, la vegetación a una misma altitud están directamente relacionados con la disponibilidad del agua en el suelo proveniente de las lluvias.

Las decisiones que se toman en la agricultura, tales como cambios de cultivos, siembra de nuevas variedades, técnicas de siembra y manejo de sistemas de producción, presentan un riesgo que puede ser disminuido a partir del conocimiento de la probabilidad de ocurrencia satisfactoria de los elementos favorables a la producción. Desde un punto de vista exclusivamente climático, estas probabilidades corresponden a factores que influyen en los rendimientos, tales como la disponibilidad de agua.

En tanto la consideración de promedios en climatología puede llevar a toma decisiones erradas, de ahí que es necesario establecer probabilidades de ocurrencia asociadas a fechas de inicio del período húmedo y crecimiento. Entre los elementos meteorológicos, la lluvia es la que presenta mayor variabilidad en este medio, lo que sería el factor de mayor

riesgo para la agricultura, en la medida que el suelo retiene suficiente agua disponible y el cultivo este sano, las condiciones climáticas son las que dictan el ritmo del proceso de transpiración.³⁰

La programación, manejo de riego, la mayoría de los cultivos pretenden mantener suficiente agua en la capa de enraizamiento efectivo del cultivo a fin de evitar que éste sufra de estrés hídrico en algún momento. De ahí que los suelos difieren en profundidad, capacidad para retener agua, y en el caso de cultivos difieren en su capacidad de extraer agua del suelo, se hace necesario definir parámetros para la satisfacción de necesidades hídricas del cultivo en un área establecida.

El cultivo es el principal conducto por el que el agua fluye desde el suelo a la atmósfera circundante. A medida que se alarga la fecha de inicio de la siem-

bra (fechas más tardías), es decir, cuando la oferta puede ser inferior a la demanda, el cultivo puede sufrir estrés hídrico, su desarrollo se retrasa y hacia el final de su ciclo, se cosecha un rendimiento inferior al óptimo del que se hubiera podido obtener.³¹

Además, la cantidad de agua aplicada en exceso se pierde por percolación profunda o por escurrimiento superficial, arrastrando consigo una parte de los nutrientes almacenados en el suelo, de los fertilizantes y agroquímicos aplicados a un alto costo, ocasionando la contaminación del ambiente y poniendo en peligro el futuro del sistema Agua-Suelo-Planta-Atmósfera.³²

Tabla 6 Uso de bioinsumos y cambio de enfoque tecnológico para el control de plagas y enfermedades²⁶

Plaga y enfermedad	Tecnología sustentable requerida para combatir	Cambios tecnológicos para favorecer la disminución
Gusano cortador (<i>Agrotis repleta</i>)	Usar nematodos entomopatógenos contra las larvas de <i>Plutella</i> y otras larvas lepidópteras	- Incrementar la producción y uso de depredadores y parasitoides en invernaderos. - Usar extractos, como repelentes. - Incrementar el monitoreo. - Eliminar las aplicaciones calendario. - Realizar liberaciones de microorganismos e insectos
Thrips de la cebolla (<i>Thrips tabaci</i>)	Promover la reproducción natural de Coccinélidos depredadores, el uso de <i>chyroperla</i> spp.	- Biorreguladores sincronizadamente de acuerdo con la bioecología de las plagas. - Manejar de las fechas de siembra.
Gusano medidor (<i>Trichoplusia ni</i>)	Estandarizar estrategias de aplicación de entomopatógenos e insectos reguladores, como <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> , <i>Bacillus thuringiensis</i> , <i>Trichogramma</i> y <i>Telenomus</i> (plagas lepidópteras), parasitoides de áfidos.	- Utilizar abonos orgánicos.
Pudrición basal de los bulbos (<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>Cepae</i>)	Realizar un estudio ecológico de estos patógenos y detección de posible reguladores biológicos.	- Manejo integrado de plagas. - Constante monitoreo. - Análisis de la materia prima.
Bacteriosis de la cebolla (<i>Xanthomonas campestris</i>)	Usar materiales resistentes.	- Rotación de cultivos con gramíneas. - Realizar oportunamente prácticas culturales, como aporque, nutrición de suelo con énfasis en calcio, entresacar plantas y aplicar cal al hoyo dejado.

Para rendimientos óptimos en el CC se requieren 350 a 550 mm ciclo y un porcentaje de agotamiento

del agua útil menor del 25%.³³ Otros investigadores,^{34,35} señalan que la falta de humedad durante en

los períodos de crecimiento foliar y bulbificación, presentan cambios en la coloración normal típica del follaje, reducción del crecimiento del cultivo y del diámetro de bulbos, adelantándose la época de cosecha.

Estas experiencias realizadas sobre el efecto del tipo de suelo y reposición de la lámina de riego al agotarse 30% del agua útil, señalan que mejores rendimientos en suelos caracterizados por una baja capacidad de almacenamiento otros autores consideran que no es conveniente permitir un agotamiento superior al 35% en los estados más críticos del ciclo como germinación, en el inicio de bulbificación.

Orientaciones para el manejo sostenible (MS) de la producción agrícola. Durante mucho tiempo, se ha descrito de los excesivos volúmenes de insumos agrícolas aplicados en el sistema de producción de la cebolla y los efectos fatales que acarrearán sobre la salud del agricultor, el ambiente, y el consumidor. En la tabla 6 se presenta el abordaje del tema, desplegando elementos para la aplicación de tecnologías agrícolas sustentables tales como el manejo integrado de plagas y el uso correcto de cultivares que, por sus características de tolerancia a las plagas y enfermedades, permiten reducir sustancialmente la aplicación de biocidas.

Las prácticas agroecológicas son determinantes para una buena productividad y sustentabilidad de la agricultura. Los alcances van dirigidos hacia el mejoramiento genético de los cultivos o rubros para su adaptabilidad ambiental o ecoterritorial, las rotaciones o secuencias de uso, el MS, el control integrado de plagas, enfermedades y malezas, con la combinación de los bioinsumos e insumos inorgánicos.²¹

En el presente estudio se determinó que los suelos en el valle de Chirgua y la llanura lacustrina de Guacara son aptos para el CC, coincidiendo con el

reconocimiento a nivel nacional de las zonas por ser productoras de cebolla.

Por otra parte, la diferenciación de las zonas agroclimáticas para el CC en el estado Carabobo, posibilita la identificación de aquellas áreas donde el empobrecimiento del suelo, la degradación física, química y biológica demanda de una fertilización priorizada, o prácticas de manejo sostenible que contribuya al aumento de la productividad con tasas aceptables de rentabilidad de las cosechas. Este aspecto es esencial para el desarrollo municipal y estatal, sumido a lo largo de su historia por problemas sociales y económicos, agravados en el presente.

Como resultado de esta metodología se dota a los asistentes técnicos, extensionistas, investigadores, y usuarios de las dependencias mencionadas, de una herramienta ágil que facilitará la toma de decisiones relacionadas con el aprovechamiento óptimo de las potencialidades productivas del territorio, con base a esta información estarían en capacidad de adelantar acciones de generación tecnológica, capacitación y asistencia técnica en las diferentes zonas agrícolas ubicadas en el estado Carabobo.

El mapa de cultivo pretende ser la base de un modelo de producción agrícola sustentable, que sirva como herramienta de trabajo, consulta y orientación de cara a las iniciativas que tengan relación con la actividad agrícola. Una gran ventaja de la utilización de herramientas SIG fue la multitud de variables que se utilizaron al mismo tiempo, la incorporación de la información espacial permitió un diagnóstico coherente y más cercano a la realidad local.

En general, el SIG utilizado en este tipo de estudios permite profundizar el análisis integrado de la dinámica espacio temporal del uso de las tierras en Carabobo y de las medidas de sostenibilidad agrícola que se pueden deducir. Estos usos y sus características fueron confrontados cartográficamente de

forma digital, con la capacidad de producción de los recursos naturales involucrados, generando como resultado los grados de aptitud para el CC.

Conflictos de intereses

El presente artículo fue generado en el marco del proyecto denominado: Calendario de siembra y zonificación agroclimática en el estado Carabobo, Venezuela, ha cumplido las normas éticas para su publicación, financiada por la Secretaría de Seguridad Alimentaria y Desarrollo Agrario de la Gobernación del estado Carabobo en Venezuela y no genera conflictos de interés.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero de la Secretaría de Seguridad Alimentaria y Desarrollo Agrario de la Gobernación del estado Carabobo, Venezuela. También, el valioso apoyo técnico de los investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas: Adriana Cortez, Juan Carlos Rey y María Fernanda Rodríguez.

Literatura citada

- Olivares BO, Hernández R, Coelho R, Molina JC, Pereira Y. Analysis of climate types: Main strategies for sustainable decisions in agricultural areas of Carabobo, Venezuela. *Scientia Agropecuaria* 2018;9(3):359-69. DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.03.07>.
- Olivares BO. Descripción del manejo de suelos en sistemas de producción agrícola del sector Hamaca de Anzoátegui, Venezuela. *La Granja* 2016;23(1):14-24. DOI: <https://doi.org/10.17163/lgr.n.23.2016.02>.
- Camacho R, Olivares B, Avendaño N. Paisajes agroalimentarios: un análisis de los medios de vida de los indígenas venezolanos. *Revista de Investigación*. 2018; 42(93):130-53.
- Olivares B, Parra R, Guevara E, Cortez A, Rodríguez MF. Patrones de homogeneidad pluviométrica en estaciones climáticas del estado Anzoátegui, Venezuela. *Multiciencias* 2012; 12 (Extraordinario): 11-7.
- Olivares-Campos BO, Hernández RA, Coelho-Bonilla R, Molina-Trigos JC, Pereira de-López Y. Spatial analysis of the water index: an advance in the adoption of sustainable decisions in agricultural territories of Carabobo, Venezuela. *Rev Geogr Am Cent* 2018;60(1):277-99. DOI: <https://doi.org/10.15359/rgac.60-1.10>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia. Zonificación agroecológica. Guía general. Roma, Italia, FAO. 96 p. (Boletín de suelos de la FAO, n° 73);1997.
- Alva-Huayaney ME, Beraun-Chaca JJ. Determinación de zonas potenciales para cultivos frutícolas en la región Tacna, mediante sistemas de análisis espacial. *Espacio y Desarrollo*. 2013;25:123-35.
- Olivares B. Tropical rainfall conditions in rainfed agriculture in Carabobo, Venezuela. *La Granja* 2018; 27(1):86-102. DOI: <https://doi.org/10.17163/lgr.n27.2018.07>.
- Cortez A, Olivares BO, Mayela-Parra R, Lobo D, Rey JC, Rodríguez MF. Descripción de los eventos de sequía meteorológica en localidades de la cordillera central, Venezuela. *Ciencia, Ingenierías y Aplicaciones* 2018;1(1):22-44. DOI: <http://dx.doi.org/10.22206/cyap.2018.v1i1.pp23-45>.
- Parra RM, Olivares BO, Cortez A, Lobo D, Rodríguez MF, Rey JC, et al. Características de la sequía meteorológica (1980-2014) en dos locali-

- dades agrícolas de los andes venezolanos. *Revista de Investigación*. 2018; 42(95):38-55.
11. Olivares BO, Cortez A, Lobo D, Parra RM, Rey JC, Rodríguez MF. Estudio de la sequía meteorológica en localidades de los llanos de Venezuela mediante el índice de precipitación estandarizado. *Rev Acta Nova* 2016;7(3):266-83.
 12. Olivares B, Cortez A, Parra R, Lobo D, Rodríguez MF, Rey JC. Evaluation of agricultural vulnerability to drought weather in different locations of Venezuela. *Rev Fac Agron (LUZ)* 2017;34(1):103-29.
 13. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. El cultivo de Hortalizas en Venezuela. Maracay; 2005, Ven., 192 pág. (Serie Manuales de Cultivo INIA N° 2).
 14. Instituto Nacional de Estadística, Venezuela. Informe Geoambiental del Estado Carabobo [Internet]; 2011. [Consultado 07 feb. 2016]. Disponible en <http://www.ine.gov.ve>.
 15. Franquin P. Modelos estadísticos sobre potenciales del período de crecimiento de cultivos. Información Climática para el Desarrollo-Reviviendo la Revolución Verde. Maracay, Venezuela: FONAIAP-BID; 1983.
 16. Parra R, Cortez A. Control de calidad de series de precipitación de las series de precipitación del INIA Venezuela en el periodo 1970-2000. *Rev Argent Agrometeorol* 2005;(5-6):63-73.
 17. Olivares B, Cortez A, Parra R, Rodríguez MF, Guevara E. Aplicación de procedimientos estadísticos para el control de calidad de las series de precipitación mensual de los llanos orientales venezolanos. *Rev Fac Agron (LUZ)* 2013;30(3): 367-391.
 18. Guevara JM. Métodos de estimación y ajuste de datos climáticos. Caracas: Consejo de desarrollo científico y humanístico. UCV; 2013.
 19. Hernández R, Pereira Y, Molina JC, Coelho R, Olivares B, Rodríguez K. Calendario de siembra para las zonas agrícolas del estado Carabobo en la República Bolivariana de Venezuela. Sevilla, España: Editorial Universidad Internacional de Andalucía. 2017.
 20. Ministerio de Obras Públicas. Capacidad de Uso de las Tierras del Estado Carabobo. Mapa escala 1:100.000. Dirección General de Recursos Hidráulicos del Publicación MOP. Caracas, Venezuela; 1971.
 21. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Venezuela. Aproximación agroecológica para el nuevo modelo de producción agrícola en Venezuela. Maracay: INIA; 2016.
 22. Viloria-Rendón JA, Estrada C, Rey JC. Sistema de información de suelos de la depresión del lago de Valencia (SISDELAV) y su aplicación para evaluar la hipótesis de correlación regional de suelos. XVI Congreso Venezolano de Ciencias del Suelo; 1997.
 23. Benacchio SS. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el trópico americano. In: FONAIAP-Centro Nacional de Investigación Agropecuaria, Ministerio de Agricultura y Cría, Maracay; 1982. p. 35-9.
 24. Doorenbos J, Kassam AH. Yield response to water. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage, Paper 33, Rome; 1979.
 25. Doorenbos J, Pruitt WO. Guidelines for predicting crop water requirements, FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24, FAO, Rome; 1975.
 26. Arc View Gis. The Geographic Information System for Everyone. Versión 3.2. by ESRI. Product ID: 825921104087; 1996.
 27. Assuero SG, Rattin J, Saluzzo JA, Sasso G, Tognetti JA. Observaciones sobre la producción

- y conservación de cebolla en el sudeste de Buenos Aires en relación con la disponibilidad hídrica. *Rev Fac Agron* 2007; 106(2):109-18.
28. Estrada-Prado W, Lescay-Batista E, Álvarez-Fonseca A, Maceo-Ramos YC. Correlaciones simples y variabilidad de cinco cultivares de cebolla (*Allium cepa* L.) en condiciones de déficit hídrico. *Ctro Agr.* 2016; 43(4): 21-8.
29. Estrada Prado W, Lescay-Batista E, Álvarez-Fonseca A, Maceo-Ramos YC. 2015. Respuesta a la sequía de variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) utilizando diferentes índices de selección. *Cultrop* 2015;36(3):75-81.
30. Olivares BO, Parra R, Cortez A. Caracterización de los patrones de precipitación en el estado Anzoátegui, Venezuela. *Ería* 2017; 3(3):353-65.
31. Olivares BO, Guevara E, Demey JR. Utilización de bioindicadores climáticos en sistemas de producción agrícola del estado Anzoátegui, Venezuela. *Multiciencias* 2012;12(2):136-45.
32. Olivares BO. Características de interés agrícola de las precipitaciones en la agricultura de secano. *Revista INIA-Divulga.* 2009; 14:25-27.
33. Doorembos J, Fassom AH. Efectos del agua sobre el crecimiento de los cultivos. *Estudio FAO. Riego y Drenaje.* Roma; 1988. p. 115-7.
34. Chandler F. Growing and handling dry bulb onion in the Caribbean. *Technical Bulletin NY5. CARDI. Caribbean Agricultural Research and development Institute. University Campus, St Augustine, Trinidad; 1994.*
35. Ramos G. Determinación de funciones de producción y comportamiento del cultivo de la cebolla bajo diferentes láminas de riego y dosis de fertilización fosforada en San Juan de Lagunillas, Mérida, Venezuela. *Rev Fac Agron (LUZ).* 1999;16: 38-51.
-