

LOCALIZACIÓN DE ZONAS APTAS PARA LA AGRICULTURA PROTEGIDA EN BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO¹

*Alicia López-Méndez², Celso Armenta-López², Adolfo Dagoberto Armenta-Bojórquez³,
Héctor Cirilo Fraga-Palomino⁴, Jaime Alberto Félix-Herrán²*

RESUMEN

Localización de zonas aptas para la agricultura protegida en Baja California Sur, México. El objetivo del presente trabajo fue localizar zonas aptas para el desarrollo de la agricultura protegida en Baja California Sur. Se evaluaron variables meteorológicas y edáficas. Se realizó un muestreo de suelos en 51 sitios de octubre a noviembre de 2010, además se analizó la disponibilidad de N, P, K, pH y C.E. Hubo baja concentración de N, alta de P, mientras que el de K varió en cada suelo. El pH de las muestras de suelos fue alcalino y la C.E. de moderada a baja. Baja California Sur presentó diferentes características de clima y suelo, incluso a nivel municipal. En consecuencia, se presentaron variaciones extremas de la temperatura y fotoperiodo para el desarrollo de la agricultura protegida; en mayo se encontró la mayor superficie con condiciones aptas, con 6 811 778 ha. La mayor parte del año presentan condiciones óptimas para cultivar bajo invernadero, sin la necesidad de instalar mecanismos adicionales para controlar la temperatura. Sin embargo, durante el verano las condiciones son subóptimas y es necesario disminuir las altas temperaturas.

Palabras clave: hortalizas en ambientes protegidos, condiciones climáticas de una región, fotoperiodo y temperatura en ambientes protegidos.

ABSTRACT

Location of suitable zones for protected agriculture in Baja California Sur, Mexico. This study was conducted to define potential sites to establish protected agriculture in Baja California Sur, Mexico, taking into account weather and soil variables. A soil sampling was conducted in 51 sites from October to November 2010; besides, the available amount of N, P and K, pH and Electrical Conductivity (EC) were analyzed. Results showed a low concentration of N, high content of P, and a variant concentration for K. Moreover, observed pH was alkaline and EC varied from moderate to low level. Based on the results, it can be stated that Baja California Sur has different weather and soils in each of its counties. As a consequence, there are considerable variations in protected agriculture development. The higher surface in Baja California Sur, suitable for protected agriculture, measured in May 2010, was quantified in 6,811,778 ha. Most of the year is optimal to cultivate under protected agriculture approach, without the need for additional mechanisms for weather control. However, during the summer conditions are suboptimal and it is necessary to introduce means to decrease high temperatures.

Keywords: vegetables in greenhouses, regional weather, photoperiod and temperature in greenhouses.



¹ Recibido: 21 de enero 2012. Aceptado: 28 de octubre, 2013. Tesis de grado del primer autor.

² Universidad Autónoma Indígena de México. Calle Benito Juárez #39, Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. C.P. 81890. alim.forestal@gmail.com, celso_arlo@hotmail.com, jfelixherran@yahoo.com.mx (autor para correspondencia).

³ Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-IPN). Blvd. Juan de Dios Batís #250, Guasave, Sinaloa, México. Teléfonos: 687 8729625 y 8729626. aarmenta@ipn.mx

⁴ Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste A.C., Calle Instituto Politécnico Nacional No. 195, Col. Playa Palo de Santa Rita, Apdo. postal 128; La Paz, BCS 23090, México. Tel:(52) (612) 123-8484. hfraga04@cibnor.mx



INTRODUCCIÓN

La tecnología para la producción de cultivos en invernaderos ha avanzado considerablemente en los últimos 20 años a nivel mundial (Jensen y Malter 1995). En México, desde el año 2000 se empezó a hacer más frecuente el sistema de producción denominado "Agricultura Protegida", el cual se define como una instalación cubierta y abrigada artificialmente con materiales transparentes para defender las plantas de la acción del clima. Esta instalación permite el control de: temperatura ambiental y del suelo, humedad relativa, concentración de anhídrido carbónico en el aire, y la luz (Serrano-Cermeño 2005).

Al igual que en otros países, en México, se realizan fuertes inversiones privadas y públicas para la instalación y operación de estructuras con el fin de practicar algún tipo de agricultura protegida, llámese invernaderos, macrotúneles, malla anti-insectos o casa sombra (FIRA 2010). La tasa de crecimiento nacional de la agricultura protegida es de 20%, aunque los proyectos instrumentados en el sector presentan tasas de sobrevivencia de 60% (SAGARPA 2009), debido a la falta de tecnologías apropiadas para las condiciones particulares de cada región del país, y a la instalación de estructuras en lugares inadecuados que incrementan los costos de inversión y de producción.

Es importante proporcionar al cultivo bajo agricultura protegida las condiciones ambientales apropiadas para su desarrollo. Las unidades de producción bajo el sistema de agricultura protegida deben ser planificadas y establecidas en un área apta para su desarrollo; es por eso, que se realiza este tipo de investigaciones, para minimizar los problemas que se presentan cuando no se eligen zonas apropiadas antes de establecer las estructuras de agricultura protegida. El presente trabajo tiene por objetivo localizar zonas aptas para el desarrollo de la agricultura protegida en el estado de Baja California Sur.

MATERIALES Y MÉTODOS

Información de datos geográficos

La zona de estudio comprende la mitad sur de la península de Baja California. El estado de Baja California Sur se localiza entre los 22°24'17" y los 28°00'00" de latitud norte y entre los 109°24'47" y

los 115°04'53" de longitud oeste (Hernández-Vincent 1998). Al norte colinda con el estado de Baja California en el desierto de Vizcaíno; al este con el Golfo de California y al oeste con el Océano Pacífico (Gobierno del Estado de Baja California Sur 2001). El clima es semicálido y cálido, derivado de la interacción de la latitud, relieve y corrientes marinas. La temperatura anual promedio para todo el estado es de 25°C, con máximas de 40°C y mínimas de 10°C. La precipitación anual promedio, de 1984 a 1999, por municipios de norte a sur es: para Mulegé 160,6 mm, para Loreto 184,6 mm, para Cd. Constitución 163,8 mm, para La Paz 180,2 mm y por último, para San José del Cabo 345,4 mm (INEGI 2011). Los suelos predominantes a lo largo del estado son los regosoles, yermosoles y litosoles; en general, cada uno de estos tipos de suelo se encuentran asociados a otro y presentan regularmente alguna limitante física (INEGI 1981).

La selección de los puntos de muestreo, se dio con base en los sitios donde se encontraban las estaciones meteorológicas (Ruiz-Corral *et al.* 2006).

Base de datos del medio físico

Se utilizaron datos de estadísticas meteorológicas básicas, del estado de Baja California Sur del periodo 1961-2003 proporcionado por INIFAP (Ruiz-Corral *et al.* 2006). Estos datos corresponden a 51 estaciones meteorológicas. Las variables utilizadas en el proceso de identificación de zonas aptas para el sistema de agricultura protegida fueron: temperatura media mensual (°C), fotoperiodo (horas luz). De esta manera se conjuntaron las variables meteorológicas y edáficas para la localización de zonas aptas para el desarrollo de la agricultura protegida. La temperatura media mensual óptima, altitud sobre el nivel del mar y pendiente del terreno son las siguientes: temperatura mínima 12°C, temperatura óptima 17-27°C, temperatura máxima 32°C, pendiente del terreno óptima 1,5%, pendiente del terreno máxima 5%, altitud (msnm) óptima 1000 msnm (FAO 2002, Shany 2003). Estas variables consideradas establecerán aptitud climática para el establecimiento de la agricultura protegida (Serrano-Cermeño 2005).

Aptitud climática para la instalación de invernaderos

Para la generación de gráficas se procesaron los datos en el programa Excel, utilizando las variables

fotoperíodo considerado como tiempo para captar la mayor cantidad posible de radiación solar durante el día (Rosa y Suarez 1998) y temperatura media mensual de cada uno de los municipios. Este análisis consistió en cotejar los requerimientos climáticos, para el establecimiento de sistemas de agricultura protegida con las condiciones ambientales adecuadas que requiere.

Muestreo de suelo: Los muestreos se realizaron en los meses de octubre y noviembre del año 2010. Cada muestra de suelo se tomó en los 0-30 cm de profundidad, en cada una de las 51 localidades con estación meteorológica localizadas con la ayuda de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés).

Análisis de variables físicas y químicas

Las muestras se llevaron al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. (CIBNOR Unidad La Paz) donde se realizó el secado y tamizado con una malla de acero inoxidable de abertura de 2,00 mm de acuerdo a la NOM-021-RECNAT-2000. A estas muestras de suelos se les analizó la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, pH y la conductividad eléctrica. La medición cualitativa del nitrógeno, fósforo y potasio fue mediante el TEST KIT Modelo HI 3896 (Hanna Instruments), previo al análisis se obtuvo el extracto de suelo tomando 10 g de este mezclando durante 1 min en 53,33 ml de agua destilada, posteriormente se dejó reposar 30 min, se decantó el sobrenadante en un vaso de precipitados para su posterior utilización.

Para el nitrógeno (NO_3) se utilizó el método químico de diclorhidrato de N-(1-naftil)-etilendiamina (diclorhidrato de NED). Se tomó una alícuota de 2,5 ml del sobrenadante y se disolvió el reactivo HI 3895-N, por último, se igualó el color rosa con la tarjeta N de colores de Nitrato. Para el fósforo (P_2O_5) se tomaron 2,5 ml de alícuota y se disolvió el reactivo HI 3895-P, que contiene una solución reductora con ácido ascórbico y molibdato de amonio, el cual reacciona con el fósforo disponible en el extracto, y forma complejos fosfomolibdato de color azul; finalmente, se iguala el color azul con la tarjeta P de colores de fósforo para obtener su concentración. Para nitrógeno y fósforo son posibles ocho lecturas diferentes: traza, traza-bajo, bajo, bajo-medio, medio, medio-alto, alto y muy-alto.

El potasio (K_2O) se midió con el método turbidimétrico, en el cual, el potasio del suelo reacciona con el tetrafenilborato sódico formándose una turbidez proporcional a la concentración de

potasio. Se tomaron 0,5 ml de extracto de suelo y se mezclaron con 2 ml de agua destilada y el reactivo HI 3895-K. Se comparó el tubo de ensayo con la tarjeta de lectura K de Potasio. Para potasio el resultado se obtiene en traza, bajo, medio o alto.

Para la medición de pH se utilizó un potenciómetro modelo HI98127. Consistió en adicionar 1 g de suelo seco (48 h a 120°C) y tamizado con una malla de acero inoxidable de abertura de 2 mm de acuerdo a la NOM-021-RECNAT-2000 (2000). El suelo tamizado se mezcló con 2,5 ml de agua destilada y el reactivo HI 3895-pH. Se dejó reposar durante 5 minutos y se tomó la lectura con la tira de colores del pH. La medición de la conductividad eléctrica se llevó a cabo con un conductímetro HI 98311 de Hanna Instruments S. R., la medición se hizo directamente en el extracto de suelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Superficie de zonas aptas y no aptas para la agricultura protegida

De acuerdo a los datos meteorológicos se obtuvieron las zonas adecuadas para el establecimiento de la agricultura protegida para cada mes (Serrano-Cermeño 2005), a partir de la temperatura media mensual, pendiente del terreno y altitud (msnm) del estado de Baja California Sur. Se presentaron dos periodos donde se dan las mejores condiciones para el establecimiento de agricultura protegida que fueron de febrero a mayo y de agosto a diciembre, mientras que en enero y julio se presentó la menor superficie de zonas aptas (Cuadro 1). La misma tendencia se observó en las zonas no aptas.

Aptitud climática para invernaderos por municipios

El municipio de La Paz (Figura 1) reúne condiciones óptimas para la instalación de algún sistema de agricultura protegida desde el mes de octubre hasta el mes de mayo, durante este periodo no se tendría la necesidad de emplear ningún equipo para el control de temperaturas bajas y altas dentro del invernadero. Los meses de junio, julio, agosto y setiembre son meses subóptimos, por lo que, sí tendría que instalarse equipos e implementarse prácticas de manejo para operar en este periodo con altas temperaturas.

Cuadro 1. Superficie de zonas aptas y no aptas para el desarrollo de agricultura protegida en Baja California Sur, México. 2010.

Mes	Zonas aptas (ha)	Zonas no aptas (ha)
Enero (1)	4 541 325	2 580 340
Febrero (2)	6 786 773	371 329
Marzo (3)	6 807 758	372 260
Abril (4)	6 412 214	371 176
Mayo (5)	6 811 778	371 725
Junio (6)	6 215 966	371 136
Julio (7)	5 394 938	879 139
Agosto (8)	6 217 895	371 434
Septiembre (9)	6 027 525	371 063
Octubre (10)	6 800 689	372 223
Noviembre (11)	6 793 694	369 552
Diciembre (12)	6 651 291	369 351
Total	55 611 568	7 170 728

En el municipio de Loreto (Figura 2), se reúnen las condiciones climáticas óptimas en los meses de octubre a abril y una parte del mes de mayo. Por otra parte, se presentan condiciones subóptimas durante una parte del mes de mayo a septiembre, por lo que en estos meses, sí se requeriría equipo de enfriamiento para el control de las altas temperaturas.

En el municipio de Comondú (Figura 3), los meses con temperaturas óptimas van desde una parte del mes de octubre hasta el mes de junio, teniendo meses subóptimos durante julio, agosto y septiembre. Por lo tanto, es necesario instalar equipos y prácticas de manejo para operar en los meses con temperaturas fuera del óptimo para producción en invernadero.

El municipio de Los Cabos (Figura 4), cuenta con clima óptimo durante los meses de octubre a mayo y una parte del mes de junio. Los meses que salen del óptimo requerido son durante una parte de junio a septiembre, por lo que sí se necesita implementar mecanismos para reducir las altas temperaturas y ventilar el invernadero.

En el municipio de Mulegé (Figura 5) se cuenta con climas subóptimos en el mes de diciembre, enero y febrero, por lo que es necesario implementar mecanismos para reducir o aumentar la temperatura en el invernadero. En los meses de abril, mayo, octubre y noviembre se muestran rangos con aptitudes climáticas óptimas para invernadero.

En general, se encontraron zonas óptimas y subóptimas para el establecimiento de agricultura protegida en Baja California Sur. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Moreno-Reséndez *et al.* (2011) quienes afirman, que es factible el establecimiento de estos sistemas de producción debido al deterioro en el suelo y el ambiente por la sobreexplotación de los recursos (Armendáriz-Erives 2007), así como por el efecto en el suelo y la biodiversidad del sitio en la

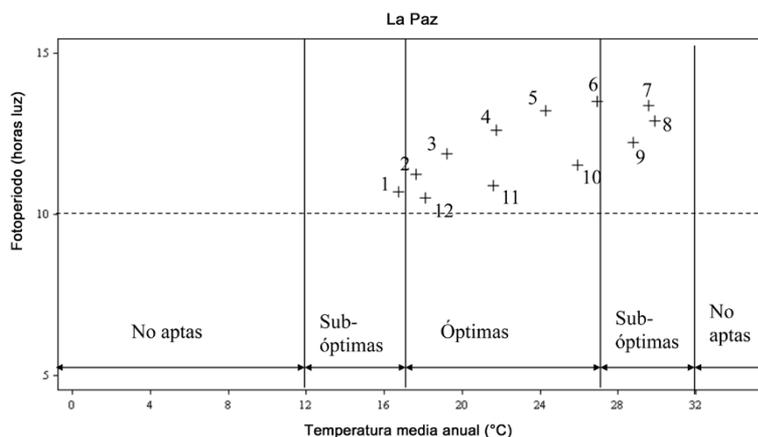


Figura 1. Aptitud climática del municipio de La Paz en función de la temperatura media mensual y fotoperiodo de 1961 – 2003. La Paz, Baja California Sur, México. Fuente: Ruiz-Corral *et al.* (2006).

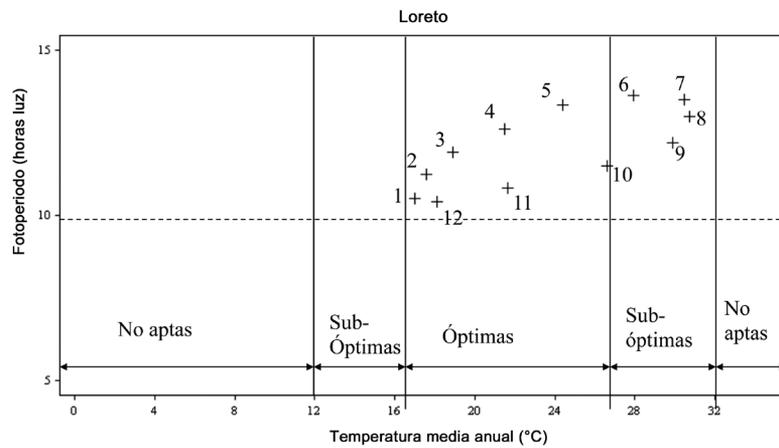


Figura 2. Aptitud climática del municipio de Loreto para la agricultura protegida, en función de la temperatura media mensual y fotoperiodo de 1961 – 2003. Loreto, Baja California Sur, México. Fuente: Ruiz-Corral *et al.* (2006).

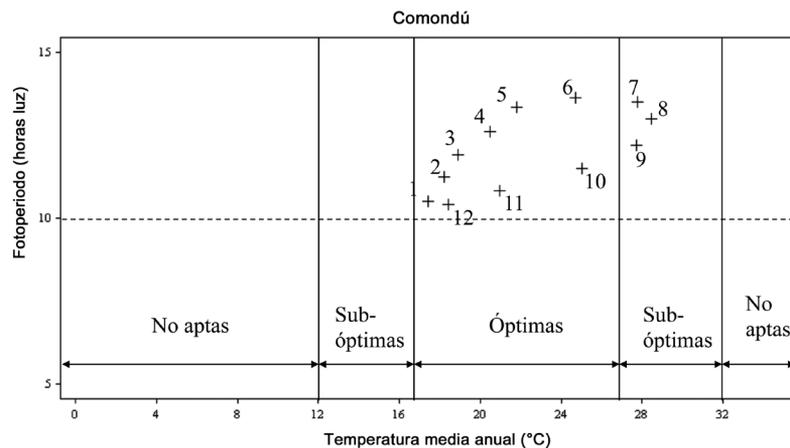


Figura 3. Aptitud climática del municipio de Comondú para la agricultura protegida, en función de la temperatura media mensual y fotoperiodo de 1961 – 2003. Comondú, Baja California Sur, México. Fuente: Ruiz-Corral *et al.* (2006).

variación de la distribución del agua y la temperatura (Sánchez-Salazar y Martínez-Galicia 2006); esto debido a los fenómenos climatológicos como la sequía, granizadas, lluvias torrenciales y heladas (Moreno-Reséndez *et al.* 2011) que inciden en Baja California Sur.

Análisis de suelo

Los resultados indican que las concentraciones de N, P, K variaron entre las muestras (Cuadro 2). Para

representar su contenido, los resultados se agruparon en seis categorías: muy bajo, bajo medio, bajo, medio, medio alto y alto.

En cuanto al contenido de nitrógeno, de los 51 muestreos, el 64% de los sitios presentó un contenido muy bajo, en un 7% bajo y bajo-medio, mientras que en otro 7% la concentración fue media. La concentración media alta y alta solo se presentó en un 5% del total de las muestras. El nitrógeno es un elemento limitante en esos suelos, la fertilización de cualquier

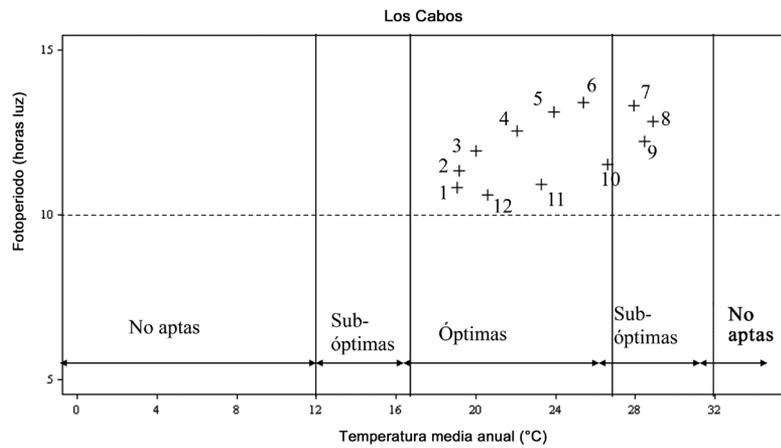


Figura 4. Aptitud climática del municipio de Los Cabos para la agricultura protegida, en función de la temperatura media mensual y fotoperiodo de 1961 – 2003. Los Cabos, Baja California Sur, México. Fuente: Ruiz-Corral *et al.* (2006).

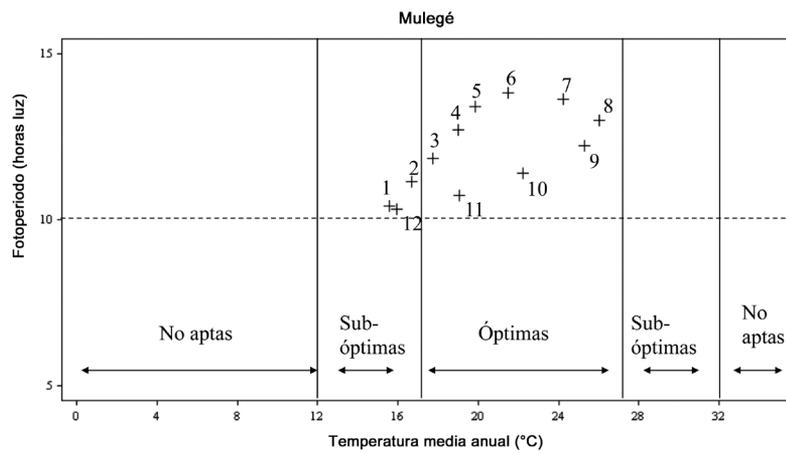


Figura 5. Aptitud climática del municipio de Mulegé para la agricultura protegida, en función de la temperatura media mensual y fotoperiodo de 1961 – 2003. Mulegé, Baja California Sur, México. Fuente: Ruiz-Corral *et al.* (2006).

Cuadro 2. Resultados de disponibilidad de nutrimentos y categorías correspondientes de suelos de Baja California Sur, México. 2010.

No. muestras	Municipio	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	pH	C.E. (dS/m)
10	Mulegé	Muy bajo - medio alto	Medio alto - alto	Muy bajo - medio	alcalino	1,97
3	Loreto	Muy bajo	Medio - alto	Muy bajo - bajo	alcalino	0,51
14	Comondú	Muy bajo - alto	Medio - alto	Muy bajo - medio	alcalino	1,27
17	La paz	Muy bajo - alto	Bajo - alto	Muy bajo - alto	alcalino	0,72
7	Los cabos	Muy bajo - alto	Medio - alto	Bajo - medio	alcalino	0,80

siembra debe ser realizada con base en este nutrimento. Para el fósforo (P), el 64% de los sitios muestreados presentaron alta concentración de este elemento, 21% fue media, 9% fue medio alta, 3% baja y el 2% la concentración fue medio baja. En el caso del potasio (K), solo un 2% presentó una concentración alta, 41% una concentración media, 30% fue baja, 22% fue muy baja y el 6% fue baja-media, por lo que a estos suelos se les requiere suministrar potasio para mantener el suelo rico en este nutriente o incluso incrementar la productividad bajo el sistema de producción agrícola (López *et al.* 2003). De acuerdo con esta investigación, se ha mostrado que los suelos estudiados en el estado de Baja California Sur, México, poseen un alto contenido de fósforo, mientras que el nitrógeno total y el potasio son bajos.

El pH de los suelos analizados se ubicó entre 7,7 a 8,8 (alcalinos). Las áreas con suelos alcalinos ocurren en regiones áridas debido al material original, a la vegetación, hidrología y/o al manejo del suelo en áreas con sistemas de riego mal manejados; estos suelos tienen altos contenidos de bicarbonato y carbonatos. La salinidad del suelo causa varios problemas nutricionales en las plantas, como la clorosis por la incapacidad de absorber suficiente hierro o manganeso, deficiencias de cobre, zinc, potasio, de fósforo a causa de su baja solubilidad y de nitrógeno debido generalmente al bajo contenido de materia orgánica (Call 1999, FAO 2000).

La conductividad eléctrica de los 51 sitios evaluados nos indica que existió mucha variación, presentando moderado nivel de salinidad en el municipio de Mulegé y La Paz con una C.E de 1,97 y 1,27 dS/m,

respectivamente y el resto de los municipios presentó baja conductividad eléctrica (Pizarro 1990). Esto concuerda con lo encontrado en una investigación en suelos agrícolas en el Estado de Baja California Sur, donde se encontró alta acumulación de sales sobre la superficie, principalmente en sitios en donde el riego se ha utilizado por un periodo prolongado de años, el fenómeno de salinización gradual se atribuye a la baja calidad del agua de riego (Endo *et al.* 2000). La conductividad eléctrica da una idea de la cantidad de sales solubles en el suelo, así, a mayor conductividad mayor salinidad (FAO 2000, Lutens y Salazar 2000).

En México, la producción de agricultura protegida ha tenido un desarrollo importante en los sistemas de producción bajo invernadero, debido a que se han expandido en 19 entidades; aunque el 84% de la superficie se concentra solo en seis: Sinaloa, Jalisco, Baja California, Baja California Sur, Sonora y Estado de México (Guantes 2006). Sánchez del Castillo (2004) menciona las principales empresas Mexicanas que destacan por su superficie (Cuadro 3).

Baja California Sur, es de los estados que cuenta con una mayor superficie sembrada bajo el sistema de agricultura protegida, ya que las condiciones ambientales mostraron ser apropiadas para su establecimiento. De acuerdo con este trabajo, y la metodología empleada Baja California Sur cuenta con zonas aptas para sistemas de producción protegida, debido a que se encuentra en zonas áridas y semiárida del país; su producción agropecuaria se ve limitada seriamente, principalmente por la baja disponibilidad de agua ocasionada por la escasa precipitación y la demanda

Cuadro 3. Superficie de invernaderos de empresas mexicanas. Baja California Sur, México. 2010.

Empresas	Estados	Número de ha
Greenever	Baja California Sur	48
Agrícola ABC	Baja California Norte	40
Santa Fe	Sonora, Sinaloa, Durango	60
Eco cultivos	Jalisco	55
San Martín	Jalisco	12
Agrícola Saracho	Sinaloa	10
Agros	Querétaro	10
Los Girasoles	Nuevo León	7
Complejo Agrícola de Morelos	Morelos	7

Fuente: Sánchez del Castillo (2004).

creciente por otros sectores como el industrial y el de consumo humano. Todo lo anterior, ha contribuido a que los sistemas de producción mediante agricultura protegida se estén desarrollando de una manera importante, permitiendo así, un manejo más sustentable de los recursos hídricos.

El estado de Baja California Sur cuenta con zonas con alto potencial climático para el establecimiento de algún sistema de agricultura protegida, ya que la mayor parte del año se tienen condiciones óptimas para cultivar bajo agricultura protegida, sin la necesidad de algún mecanismo adicional para el control climático. En verano se presentan condiciones subóptimas, por lo que se tendría la necesidad de implementar mecanismos para reducir las altas temperaturas. Los suelos son alcalinos con baja conductividad eléctrica y presentan baja disponibilidad de nutrimentos.

LITERATURA CITADA

- Armendariz-Erives, S. 2007. Desafíos y riesgos agrícolas ante el calentamiento global. *In* Oportunidades y retos de la ingeniería agrícola ante la globalización y el cambio climático. México, UACH-URUZA. p. 73-79.
- Call, RE. 1999. Arizona Master Gardener Manual. College of Agriculture. Tucson, Az. USA, The University of Arizona. 660 p.
- Endo, T; Yamamoto, S; Honna, T; Takashina, M; Iimura, K; López, R; Benson, M. 2000b. Behavior and distribution of salts under irrigated agriculture in the middle of Baja California, Mexico. *Japan J. Soil Sci. Plant Nutr.* 71:18-26.
- FAO (Organización para la alimentación y la agricultura de las Naciones Unidas). 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Boletín de Tierras y Aguas de la FAO No. 8. FAO. Roma, Italia. 220 p.
- FAO (Organización para la alimentación y la agricultura de las Naciones Unidas). 2002. El cultivo protegido en el Mediterráneo. Estudio FAO, Producción y Protección Vegetal 90. Roma, Italia. p. 1-120.
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). 2010. Oportunidad de negocios en agricultura protegida. Morelia, Michoacán, México. p. 11-98. (Boletín informativo FIRA Número 7).
- Gobierno del Estado de Baja California Sur. 2001. Dir. de planeación, Programas de Desarrollo Regional 2001. La Paz, Baja California Sur, México. p. 1-3.
- Guantes, J. 2006. El mercado de los invernaderos en México. Editado por el Instituto Español de Comercio Exterior. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en México. Notas sectoriales. 54 p.
- Hernández-Vincent, M. 1998. Desarrollo, planificación y medio ambiente en Baja California Sur. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur, México. p. 17.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadísticas Geografía e Informática). 1981. Carta edafológica. Hoja La Paz. Escala 1:1'000,000. México. sp.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2011. Panorama sociodemográfico de Baja California Sur. Censo de Población y Vivienda 2010. México. 28 p.
- Jensen, MH; Malter, AJ. 1995. Protected agriculture: A global review. World Bank Technical Paper 253. Washington D. C., USA. 157 p.
- López-Aguilar, R; Villavicencio-Floriani, E; Real-Rosas, M; Ramírez-Barajas, J; Murillo-Amador, B. 2003. Macronutrimentos en suelos de desierto con potencial agrícola. *TERRA Latinoamericana* 21(3):333-340.
- Luters, A; Salazar, JC. 2000. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Traducción al español del: "Soil Quality Test Kit Guide". Argentina, Instituto de Suelos. 82 p.
- Moreno-Reséndez, A; Aguilar-Durón, J; Luevano-González, A. 2011. Características de la agricultura protegida y su entorno en México. *Revista Mexicana de Agronegocios* 15(29):763-774.
- NOM-021-RECNAT-2000. 2000. Norma oficial mexicana que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreos y análisis. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 85 p.
- Pizarro, CF. 1990. Riegos localizados de alta frecuencia: goteo, microaspersión, exudación. 2 ed. D.F., México, Ediciones Mundi-Prensa. p. 73-123.
- Rosa, R; Suárez, W. 1998. Producción de tomate bajo invernáculo en la región sur de Uruguay, Bajo oriente, Montevideo, Uruguay, IICA-JUNAGRA. p. 130.
- Ruiz-Corral, J; Díaz-Padilla, G; Meza Sánchez, R; Serrano-Altamirano, V; Medina-García, G. 2006. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Baja California Sur (Periodo 1961-2003). Libro Técnico Núm. 2. Cd. Obregón, Sonora, México, INIFAP-CIRNO. p. 1-263.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación). 2009. Programa de ejecución directa 2009 agricultura protegida (en línea). Consultado 12 oct. 2010. Disponible en www.amhpac.org.

- Sánchez del Castillo, F. 2004. Invernaderos e hidroponía en el contexto de la agricultura mexicana: dos alternativas tecnológicas viables. *In* Salazar, R; Ojeda, W; Rojano, A. eds. III Curso Internacional de Invernaderos. Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. México. p. 1-37.
- Sánchez-Salazar, M; Martínez-Galicia, M. 2006. La vulnerabilidad de la industria y los sistemas energéticos ante el cambio climático global. México, Instituto de Geografía, UNAM. 17 p.
- Serrano-Cermeño, Z. 2005. Construcción de invernaderos. 3 ed. Madrid, España, Ediciones Mundi-prensa. p. 1-225.
- Shany, M. 2003. Tecnología de producción bajo cobertura. *In* Memorias curso internacional sobre: producción de hortalizas bajo condiciones protegidas. Israel. 66 p.