

CONDICIONES PARA LA PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR EN KHUZESTAN, IRÁN Y PAPEL DE LAS INVESTIGACIONES PARA ALCAZAR RESULTADOS SUPERIORES

CONDITIONS TO SUGARCANE PRODUCTION IN KHUZESTAN, IRAN AND ROLE OF RESEARCH TO OBTAIN HIGHER RESULTS

Hassan Hamdi¹, Héctor García Pérez^{2}, Masoud Parvizi Alemanni¹ y Víctor
Caraballoso Torrecilla²*

¹ Iranian Sugarcane Research & Training Institute, (IRATIS), Irán.

² Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Carretera CUJAE Km 2 ½ La Habana, Cuba.

Recibido: Febrero 27, 2014; Revisado: Abril 21, 2014; Aceptado: Abril 25, 2014

RESUMEN

En Irán el cultivo comercial de caña de azúcar se somete a condiciones climáticas excepcionales. Los meses de verano tienen temperaturas máximas diarias superiores a 45° C y los de invierno muy bajas, normalmente con varios días de heladas. La precipitación media anual es escasa (240 mm) y se concentra en los meses fríos (noviembre-abril), por lo que se necesita riego desde la plantación hasta el comienzo de la cosecha a mediados de octubre. Para lograr el desarrollo cañero que exige la satisfacción de la demanda interna de azúcar, se ha hecho necesario implementar tecnologías de avanzada, donde el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar y el Desarrollo de Subproductos, ha tenido un importante papel. En el presente artículo se detallan las condiciones y tecnologías para la producción de caña en la provincia Khuzestán y los aportes de las investigaciones a ese objetivo, las que han permitido el establecimiento de redes de riego y drenaje, recuperación de suelos, adecuado balance nutricional de las plantaciones, control de plagas y la introducción de dos cultivares nuevos para la llanura caliente y salina de Khuzestán.

Palabras clave: Caña de azúcar, condiciones de cultivo, investigaciones, Khuzestan Irán

Copyright © 2014. Este es un artículo de acceso abierto, lo que permite su uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada.

* Autor para la correspondencia: Héctor García, E-mail: hectorgp@inica.azcuba.cu

ABSTRACT

Commercial sugarcane in Iran is subjected to an exceptional range of climatic conditions. The summer months have daily maximum temperatures over 45°C and winter months commonly have several days of frost. Due to that the 240 mm average annual rainfall occurs only in the cool months (November to April), the entire crop is irrigated up to the beginning of the annual harvest in mid October. In order to fulfill the sugar internal demand, it has been necessary to implement modern technologies, and that is where the Sugarcane Research and By-Products Development Institute, has played an important role. In this paper the technologies and conditions for the sugarcane production in Khuzestan province are detailed and also the research contributions to this objective which have made possible the implementation of an irrigation and drainage network, soil reclamation, plant nutrition, pest management and introduction of two new cultivars for hot and saline plain of Khuzestan.

Key words: Crop condition, Khuzestan Irán, researches, sugarcane production.

1. INTRODUCCIÓN

La demanda de azúcar de Irán, alcanza los 2,2 millones de toneladas. Actualmente no se satisface con la producción nacional, entre otras razones por las complejas condiciones climáticas para el cultivo de la caña de azúcar y por los bajos rendimientos agrícolas de la remolacha azucarera, que además dispone de fábricas pequeñas y obsoletas.

A partir de las amplias potencialidades de la caña de azúcar para la diversificación, desde finales del siglo pasado, se ejecuta en el valle de la provincia Khuzestán al sur de Irán, un proyecto para su expansión con el cual se ha ampliado la capacidad de producción de azúcar y sus derivados, de manera que pueda satisfacerse la demanda interna.

La compañía *Sugarcane and By-products Development* (SCBD Co.) líder del proyecto, prevé un aumento de la jerarquía como cultivo de importancia industrial de la caña de azúcar, en la misma medida que vaya desplazando paulatinamente a la remolacha azucarera.

Todo el desarrollo anterior se sustenta en la aplicación de modernas tecnologías, rectoradas por el Instituto Iraní de Investigaciones y Entrenamiento de la Caña de Azúcar (IRATIS). Se presentan en este artículo las particularidades para la producción de caña en estos complejos agroecosistemas y la incidencia que ha tenido en ello la introducción de resultados científicos, entre los que se destacan la liberación de nuevos cultivares.

2. DESARROLLO

2.1. Historia. Llegada de la caña de azúcar a Irán

La historia escrita refleja que fue Alejandro el Grande quien llevó la caña de azúcar a Persia, (Sund y Clements, 1974; citando a Deer, 1950), la cual se propagó en la provincia de Khuzestán que en idioma persa significa “tierra del azúcar”. Fue en Gondishahpur, cerca de Dezful, antigua ciudad de Khuzestán, donde se produjo por primera vez azúcar blanca. Las plantaciones cañeras se estuvieron explotando hasta el

siglo XII A. D., cuando la región fue destruida por el ejército de Genhis Khan y otros invasores.

La reimplantación y desarrollo del cultivo fue emprendida en el período 1956-1958, para lo cual se requirió la construcción de un presa elevada, hidroeléctrica para la generación de energía, represa y canales para el riego en la región de Haft Tappeh. El nuevo proyecto para la producción de azúcar de caña (Haft Tappeh Cane Sugar Project) se instituyó en 1958 y a inicios de ese año comenzaron a establecerse las plantaciones (Sund y Clements 1974).

Estudios realizados inicialmente para acometer la reimplantación del cultivo de la caña de azúcar, indicaron la posibilidad de obtener altos rendimientos, por la existencia de abundante agua de río de buena calidad, luz solar, calor, e inmensas áreas de tierras relativamente llanas y suelos profundos, así como disponibilidad de mano de obra necesitada de trabajo. Los mayores problemas identificados fueron: bajas temperaturas, salinidad, mal drenaje de los suelos, y plagas (malezas, jabalíes, roedores y barrenadores del tallo). También se diagnosticó la necesidad de obtener variedades de caña adecuadas a las condiciones agroclimáticas de la región (Sund y Clements 1974).

Una nueva ampliación de las áreas cañeras fue desplegada posteriormente por las compañías Karun Agroindustrial y Mian Ab (Hamdi, 2009).

Con el triunfo de la revolución islámica el autoabastecimiento y suministro de productos alimenticios, fueron tomados en cuenta como la primera prioridad de los programas de gobierno. Se realizó una investigación completa para el aprovechamiento óptimo de los recursos naturales, que incluyó el estudio del clima y las posibilidades de la provincia Khuzestán para el cultivo de la caña de azúcar. Todas las acciones para el fin anterior se concretaron en el proyecto “Desarrollo de la Caña de Azúcar y Subproductos”.

2.2. Condiciones excepcionales de la provincia Khuzestán para el cultivo de la caña

La provincia Khuzestán está situada en el suroeste de Irán y el desarrollo cañero se encuentra en las latitudes de 31 a 32° N y longitud de 48° E, entre 6 y 80 m sobre el nivel del mar. Las cadenas montañosas se extienden desde el noroeste hasta el sureste y es famosa por las llanuras de la Mesopotamia, las que se extienden hasta el Golfo Pérsico en el sur.

Los promedios históricos de temperatura indican contrastes muy grandes entre la máxima y la mínima en un mismo mes, en ocasiones superiores 46°C. La máxima ocurre en el mes de julio (47°C) y en el período junio-agosto se producen los conocidos “vientos calientes” que perjudican el normal desarrollo del cultivo. La mínima ocurre en enero (5,1°C) donde también son frecuentes valores por debajo de 0°C, que ocasionan afectaciones severas debido a la ocurrencia de heladas (*frost*).

En estos casos la mayoría del follaje de la caña se seca y el proceso de maduración se interrumpe. Pocas semanas después, la pureza de la caña se recupera y el proceso de extracción de azúcar continúa sin dificultades. Si los valores de temperatura descienden hasta -5 ó -6°C las células y tejidos se destruyen rápidamente y la caña comienza a deteriorarse. Al llegar el mes de mayo con el aumento de las temperaturas, los campos afectados deben ser cosechados y enviados a la fábrica rápidamente y las afectaciones

disminuyen en dependencia de la tolerancia de las variedades a ese tipo de estrés (Sund y Clements, 1974; Shirivastava y Srivastava, 2006).

La amplitud de las diferencias entre las temperaturas máxima y mínima, también determina que la floración no ocurra, lo que es una limitante para el desarrollo del programa de mejora genética.

Igualmente son contrastantes los promedios de la humedad relativa, que van desde 30% en junio y julio, hasta 75% en los meses de enero y febrero. Estas características unidas a los fuertes vientos calientes de los meses de verano, inciden en promedios de evaporación anual sobre los 3000 mm, que sumado al errático período de lluvias, ubicado entre noviembre y abril, con una precipitación media anual de 240 mm, hace más dependiente al cultivo de la aplicación de técnicas de riego eficientes, para garantizar rendimientos agrícolas altos (Hamdi *et al.*, 2011).

La luz solar varía mucho durante el año y los valores de esta región excepcional, se asemejan a la de otras donde se cultiva la caña de azúcar en el mundo tales como; La Florida y Hawái. Las radiaciones diarias medias anuales de Clewiston, Florida, New Orleans, Luisiana y Hawái están alrededor de 390, 395 y 595 g cal/cm²/día respectivamente, mientras que en la ciudad de Ahwaz, capital de la provincia Khuzestán es de 447 g cal/cm²/día. Algunos autores (Bassham, 1978; Hassnani *et al.*, 2005) refieren que la radiación diaria mínima necesaria para la formación de materia seca en la caña de azúcar es de aproximadamente 250 g cal/cm²/día y estos valores son muy comunes en Khuzestán en verano, cuando los días son más largos.

2.2.1. Suelos

Los suelos son muy jóvenes en su mayoría, del tipo Aluvial, formados por decantación gradual de partículas procedentes de las cadenas montañosas Zagros, que fluyen hacia el Golfo Pérsico. Se encuentran clasificados mayormente dentro del orden Inceptisols, cuya textura predominante es arcillosa y no muestran un perfil definido hasta profundidades de 2 a 6 m, mayores en algunos casos, con presencia de grietas muy profundas durante los períodos secos.

El pH oscila entre 7,8 y 8,2 con valores del carbonato de calcio que pueden llegar a 35-45%. La materia orgánica normalmente es baja (0,5 a 3,5%), pero en la mayoría de las áreas está por debajo de 1%. Son muy pobres en cuanto al contenido de fósforo y muy ricos en potasio. Su permeabilidad puede considerarse de lenta a muy lenta. Estos tipos de los suelos especialmente en el sur de la región, a menudo tienen un alto porcentaje de sales solubles en el manto freático, peligrosas pues limitan el rendimiento (Figura 1), lo que hace necesaria una red de drenajes para su lavado (Sund y Clements, 1974; Anónimo, 1991).



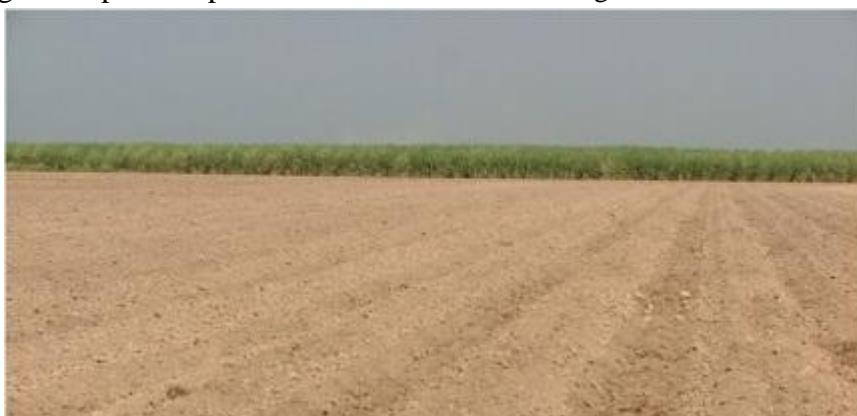
Sales solubles del manto freático forman costras en la superficie del suelo por la evaporación
(Foto: Hassam Hamdi)

Proceso de lavado y drenaje de las sales del suelo
(Foto: Hassam Hamdi)

Figura 1. Empleo de tecnologías para la recuperación de suelos salinos

2.2.2. *Sistemas de plantación*

Están implementados dos métodos de plantación, una hilera sencilla a una distancia entre una y otra de 1,5 metros, que se usa en los campos más antiguos (Haft Tappeh y Karun) y que se viene remplazando por doble surco a 1,83 metros, ajustado al ancho de la cosechadora para evitar la compactación (Figura 2a). El procesamiento de la semilla puede ser manual o con cosechadoras y en ambos casos previo a la plantación existe un tratamiento con fungicida para la desinfección de los esquejes. La colocación de éstos también se hace manual o completamente mecanizada con máquinas plantadoras (Figura 2b). En el primer caso el tape se hace con implementos de discos. Concluye la tecnología con la aplicación de herbicidas pre-emergentes, lo que deja el campo listo para el riego. La época de plantación va de mediados de agosto hasta finales de octubre.



a) Campo listo para la plantación a 1,83 m entre surcos dobles y 0,45 m entre surcos estrechos



b) Plantación totalmente mecanizada

Fotos: Hassam Hamdi

Figura 2. Sistemas de plantación

2.2.3. Riego

El calor y la alta tasa de evaporación que predomina, imponen una alta frecuencia de riegos en el verano, período de mayor crecimiento. Cada campo tanto de planta como de retoño, recibe como mínimo 25 riegos, que significan en el ciclo de corte al menos 30 000 m³.ha⁻¹. Para el ahorro de agua se ha están utilizando actualmente tubos de polietileno conocida esta tecnología como *HydroFlume* (Figura 3).



Fotos: Hassam Hamdi

Figura 3. Riego mediante tuberías de polietileno

2.2.4. Crecimiento y producción de caña y maduración

La existencia de altas temperaturas del aire y el suministro de agua al suelo, favorece la brotación que puede estar produciéndose hasta finales de agosto. Desde la plantación y hasta principios de noviembre donde comienza el descenso de las temperaturas, la tasa de crecimiento es muy pequeña y se tiende a cero hasta el mes de marzo. A partir del ascenso vertiginoso de la temperatura a finales de marzo, se activa lentamente el periodo de crecimiento efectivo. Una alta tasa de crecimiento se produce en julio y principios de agosto. A continuación, el crecimiento de la caña de azúcar se reduce gradualmente y finalmente a principios de octubre se detiene para dar paso a la maduración.

La acumulación de materia seca en esta región es una de las más altas del mundo. En campos comerciales el rendimiento puede alcanzar las 100 toneladas por hectárea y 10% es el rendimiento promedio en fábrica, dependiendo de las variedades y el periodo de cosecha. Es de destacar que el record de producción es de 200 toneladas de caña por hectárea y se logró en campos comerciales del norte de la provincia.

Para favorecer la maduración, a finales de septiembre se le retiene el riego a las variedades de maduración temprana, tecnología que se completa con el descenso de las temperaturas. La maduración puede retrasarse con la llegada de las lluvias de invierno, reducirse o detenerse temporalmente si se presentan heladas.

3. Investigaciones para el desarrollo de la caña de azúcar

El embrión de las investigaciones cañeras en la región se remontan a la creación de las Direcciones de Investigación de las compañías Haft Tappeh, Karun Agroindustrial y Mian Ab, las que permitieron solventar parcialmente los principales problemas identificados.

El vasto conocimiento acumulado en relación a las características de los suelos y su uso para el manejo agrícola de los cultivos mejor adaptados a las condiciones climáticas de la región, permitieron alcanzar resultados aceptables en la producción de caña y azúcar (Peycani *et al.*, 2010; Nouri y Boroomand, 2011). El limitado conocimiento en cuanto al mejoramiento genético del cultivo, confinado casi exclusivamente a la introducción y evaluación de variedades de otros países con similares características climáticas, no propiciaron un desarrollo cañero verdaderamente sustentable, lejos de las verdaderas potencialidades (González, 2012), razones que motivaron la búsqueda de asesoría foránea y es cuando reciben consultores FAO de Cuba, Egipto y la India, que contribuyeron en la consolidación de un Programa Investigación-Desarrollo, con énfasis en la mejora genética.

En 1995 se creó el Centro de Investigaciones de la Caña de Azúcar (SCRC) con el objetivo de desarrollar investigaciones aplicadas y transferencia de tecnologías para incrementar la producción de caña, con ensayos en campos de la Unidad Agroindustrial Imán Jomeini.

Dos años más tarde se ampliaron las investigaciones a otras unidades con el propósito de llevar hacia ellas los Servicios Científico Técnicos y se constituye el Instituto de Investigaciones y Entrenamiento de la Caña de Azúcar (IRATIS), con tres divisiones: Mejoramiento Genético y Biotecnología; Plagas y Agronomía (González, 2012).

3.1. Mejoramiento genético y biotecnología

Su actividad principal es la producción de variedades de alto rendimiento, resistentes a plagas y tolerantes a los tipos de estrés ambiental: vientos calientes, salinidad del suelo y heladas. Para lograr el objetivo desarrollan investigaciones relacionadas con: inducción artificial de la floración; germinación, trasplante, adaptación y selección de posturas y clones, estudios multi-ambientales, introducción de variedades y uso de la biotecnología en la propagación acelerada de variedades destacadas (Hamdi *et al.*, 2005; García *et al.*, 2010).

Los resultados de los últimos siete años muestran una consolidación del Programa de Mejora Genética, muestra de ellos es la selección de 26 clones en las etapas finales, con posibilidades de llegar a las condiciones comerciales de producción, dos de ellos ya en fase de validación comercial IRC99-01 y IRC99-02 (Figura 4).



Fotos: Hassam Hamdi

Figura 4. Variedades IRC99-01 e IRC99-02 liberadas por el programa de mejora

3.2. División de Plagas

Su misión principal es el control integrado de las principales plagas presentes en el país, mediante el uso de medios biológicos, variedades tolerantes y semilla sana. También se encarga esta división del control de las principales malezas que compiten con la caña de azúcar.

El principal insecto plaga es el bórer (*Sesamia* spp.) y se controla a través de la avispa *Cotesia flavipes*, control biológico que se ha logrado reproducir en condiciones artificiales. Mientras que 16 enfermedades han sido reportadas afectando áreas de cultivo, de acuerdo con los índices de incidencia y severidad se consideran como las más importantes: raquitismo de los retoños, virus de la hoja amarilla, carbón y mosaico. El resultado de mayor impacto de aplicación en esta área lo constituye, la implementación de un Programa de Manejo Integrado para el raquitismo de los retoños, que incluye diagnóstico serológico de la enfermedad, aplicación de medidas de higiene de campo, mejoramiento genético y uso de semilla categorizada, medidas que han reducido las pérdidas ocasionadas por la patología.

3.3. División de Agronomía

Debido a las exigencias de las condiciones excepcionales en que se desarrolla Irán, donde el rendimiento depende de la calidad y cantidad de agua de riego disponible,

fertilidad del suelo, salinidad y el nivel del manto freático, esta división desarrolla varios proyectos de investigación, cuyos principales objetivos son los siguientes:

- Determinación de las necesidades de agua e intervalo de riego conveniente y el estudio de métodos de irrigación de bajo consumo de agua.
- Análisis de los efectos de la salinidad y el nivel freático en el rendimiento de la caña de azúcar y el seguimiento de las redes de drenaje.
- Determinación de los requisitos en el suministro de nutrientes a la caña de azúcar para mantener altos rendimientos y reducir los índices de contaminación ambiental.
- Evaluación de diferentes métodos de plantación que mejoren el sistema de cosecha y reduzcan la compactación del suelo.

Como principales resultados de esta área se pueden mencionar; la extensión y adecuación en más de 90% de las áreas comerciales del sistema de riego *HydroFlume* a partir de la experiencia Australiana. Otro resultado de impacto significativo ha sido el drenaje y lixiviación con agua fresca del río Karun, de todas las tierras bajo el cultivo de caña de azúcar, sobre los cuales se mantiene un monitoreo sistemático.

Estudios exhaustivos se han llevado a cabo para reducir los costos y mejorar la eficiencia de la red de drenaje a través del uso de nuevos filtros sintéticos, sustituto del sistema de suelo de baldosas.

Se ajustaron las dosis de 400 kg de fosfato de amonio por hectárea pre-siembra, reduciéndolas en 60% lo que permitió disminuir la contaminación del agua.

Establecimiento de la cosecha en verde, que permite dejar una cobertura de paja, que evita la evaporación del agua en el suelo, incrementa la materia orgánica y contribuye a mejorar sus propiedades físicas.

Plantación de 84 000 hectáreas en filas dobles con 1,83 m de distancia de centro a centro de la fila doble, a partir de la extrapolación y ajuste de la experiencia Australiana, la cual se adaptó muy bien al utilizarse las mismas máquinas cosechadoras.

4. CONCLUSIONES

El cultivo de la caña de azúcar se reafirma como el de mayor perspectiva para la satisfacción de la demanda interna azúcar de Irán, a pesar de las condiciones excepcionales presentes en Khuzestán, con aportes adicionales a la economía del país por sus amplias potencialidades para la diversificación.

El desarrollo de investigaciones básicas y aplicadas y el monitoreo de los resultados por el Instituto de Investigaciones y Entrenamiento de la Caña de Azúcar, constituyen el soporte fundamental de la producción de caña, bajo las condiciones de estrés ambiental imperantes en la región.

REFERENCIAS

- Anónimo. First stage studies of sugarcane development and by-product design. First consultant engineers, Vol. 2 (en persa): 385pp. 1991.
- Bassham J.A. Photosynthetic productivity of tropical and temperate crops. Caribbean consultancy on Energy and Agriculture. Santo Domingo, Dominican Republic. November 29th, 1978.

- Deere N. History of sugar. Chapman and Hall, London, 2 vols. 1950.
- García H., Hamdi H., Jorge H., Parvizi M. and K. Taherkani. The Iranian sugarcane selection program: An overview of methodologies. Proc. ISSCT 27: 6 pp. 2010.
- González R.M. Informe de la Asistencia Técnica realizada al Instituto de Investigaciones y Entrenamiento de la Caña de Azúcar (IRATIS) de la República Islámica de Irán. 27pp. 2012.
- Hamdi H. Bases para el establecimiento de un programa de mejora genética de la caña de azúcar para las condiciones de estrés ambiental de la provincia Khuzestán, Irán. Tesis presentada en Opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. INICA, SCBD Co., UNAH: 98pp. 2009.
- Hamdi H., Taherkhani K., Parvizi, M. y Jamshid Nia A. Sugarcane production and research activities in Khuzestan-South West of Iran. Balancing Sugar and Energy Production in Developing Countries: Sustainable Technologies and Marketing Strategies. New Delhi, India: 39-42. 2011.
- Hamdi H; García H.; Parvizi, M. y Taher-Kani, K. Avances del Programa de Mejoramiento de la caña de azúcar en Irán. Proc. ISSCT 25, 523-526. 2005.
- Hassuani S. J., Leal M.R.L.V., Macedo I. de C. Biomass power generation: sugar cane bagasse and trash. Piracicaba: PNUD-CTC, 2005.p. il. 27cm. (Série Caminhos para Sustentabilidade) ISBN 85-99371-01-0: 217pp.
- Nouri M. and Boroomand S. Study of effect of alternate furrow irrigation in sugarcane (var. CP69-1062) at different growth stages on quality and quantity of yield. ICID 21st International Congress on Irrigation and Drainage, 15-23 October, Teheran, Iran. R56.2/Poster/2. 2011
- Peycani Gh. R., Kelashemi M., Shabazi H. and Akrami A.H. A determination of suitable sugar cane utilization system using total factor productivity (TFS) (Case study: Imam Khomeini cultivation and processing center in Khuzestan province. J. Agr. Sci. Tech., Vol. 12: 511-521. 2010.
- Shrivastava A. K. and Srivastava M. K. Abiotic Stresses Affecting Sugarcane: Sustaining Productivity. International Book Distributing Co. (Publishing Division) Chaman Studio Bulding, 2nd Floor. Charbagh, Lucknow 226 004 U.P. (INDIA): 322pp. 2006.
- Sund K. A., Clements H. F. Production of Sugarcane Under Saline Desert Conditions in Irán. Hwaian Agricultural Experiment Station, College of Tropical Agriculture: 64pp. 1974.