

Determinación de los índices bioclimáticos y tipo de clima para la vid en las condiciones de Jagüey Grande, Matanzas, Cuba **Determination of the bioclimatic indexes and type of climate for growing grapes in the conditions of "Jagüey grande", Matanzas, Cuba**

Miguel Aranguren González¹, José Pérez Rodríguez¹ y Yenia Pérez Acebedo²

¹Unidad Científico Tecnológica de Base Jagüey Grande-IIFT. Calle 24 No. 1702. Torriente, Matanzas, Cuba. CP 44540.

²Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical-IIFT. Ave.7ma No.3005 e/30 y 32. Miramar, La Habana, Cuba. CP 11300.

E-mail: miguel@citrovig.cu

RESUMEN. El desconocimiento de las aptitudes del clima de las localidades donde se fomentan las plantaciones de vid (*Vitis vinifera* L.) en Cuba, ha limitado el potencial agro productivo de los cultivares introducidos para el desarrollo de este cultivo. En este trabajo se determinaron los índices bioclimáticos para el desarrollo de la vid durante los periodos verano e invierno en el municipio Jagüey Grande, provincia de Matanzas. Los resultados mostraron que el clima de esta localidad es apta para el establecimiento de plantaciones de vid, aunque se detectaron como limitaciones al desarrollo del cultivo, la alta humedad y temperaturas, en determinados períodos del año que favorecen la incidencia de enfermedades fungosas y pueden afectar los indicadores productivos en esta región. Estos resultados son básicos, para la selección de cultivares, patrones y tecnologías de manejo adecuados como estrategias para la adaptación de este cultivo a las condiciones climáticas de Cuba.

Palabras clave: humedad, índices bioclimáticos, temperatura, *Vitis vinifera*.

ABSTRACT. The ignorance of the climate aptitudes of areas where grape plantations (*Vitis vinifera* L.) are developed in Cuba has limited the productive potential of cultivars introduced for the development of this cultivation. Bioclimatic indexes for grapes growth during summer and winter seasons in Jagüey Grande municipality, Matanzas province, were determined in this work. Results showed that climate from this location is appropriate for setting up grape plantations; though it was detected as limitations that high humidity and temperature in certain periods of the year enhance the incidence of fungus diseases and may affect the productive parameters in this region. These results are basic for the selection of cultivars, rootstocks and the right management technologies as strategies for the adjustment of this crop to the Cuban climatic conditions.

Keywords: humidity, bioclimatic indexes, temperature, *Vitis vinifera*.

INTRODUCCIÓN

La vid (*Vitis vinifera* L.) es una de las plantas cultivadas más antiguas que se conoce y se consume como fruta fresca, cócteles, jugos, jaleas, pasas, vinos y brandis. Esta especie es originaria de Asia, entre los mares Negro y Caspio y de ella se derivan la mayoría de las selecciones utilizadas, con evidencias de su cultivo que se remontan a 2500 años ANE (Morales, 1991).

Las principales zonas productoras de vid se encuentran en áreas templadas entre los 20° y 50° Norte y Sur, donde están bien definidas las cuatro estaciones del año y se obtiene una cosecha anual, aunque en la actualidad se planta

en los cinco continentes, incluyendo países de clima tropical donde era impensable su cultivo (Matadamas, 1995).

En la viticultura tropical las condiciones del clima favorecen la obtención de dos o tres cosechas anuales, ya que las temperaturas no bajan de los 15 °C, las yemas no caen en dormancia y se mantiene un crecimiento continuo del cultivo (Mullins *et al.*, 1992). Estos elementos justifican la necesidad de conocer las especificidades climáticas de las regiones productoras para establecer la adaptación de los diferentes cultivares, en función de los parámetros

productivos y de calidad que permiten obtener los mejores resultados en el desarrollo de las plantaciones tanto para el consumo en fresco como para vinificación (Tonietto y Carbonneau, 2004).

En Cuba a través de los años la vid se ha cultivado fundamentalmente a nivel de productores individuales con el empleo de cultivares rústicos aclimatados favorablemente, sin embargo, en los últimos años se ha impulsado la producción a partir de la introducción de cultivares europeos injertados sobre patrones con altas producciones y calidad de los frutos (Pérez *et al.*, 2007 b).

La aclimatación, adaptación y multiplicación de los cultivos en diversas condiciones agroecológicas son las mayores limitantes para la producción, no obstante, la vulnerabilidad del cultivo a la incidencia de plagas agrícolas constituye un reto importante. Con este panorama se ha incrementado internacionalmente la demanda por material de propagación para la implantación de los nuevos viñedos.

El desarrollo de una viticultura tropical en Cuba es incipiente, aunque en los últimos años la necesidad de producir frutos de mesa para el mercado en frontera y de vinos de origen con denominación nacional, ha incentivado la producción y el establecimiento de nuevas plantaciones a partir de la introducción de 19 cultivares europeos (14 de vinificación y cinco de mesa) sobre tres patrones. Como resultado del diagnóstico de la situación del cultivo de vid en las condiciones actuales, se pudo constatar que el desarrollo vitícola enfrenta como problema el desconocimiento de las aptitudes del clima de las localidades donde se fomentan las plantaciones de este cultivo lo que ha limitado el potencial agro productivo de los cultivares introducidos.

La determinación de la aptitud vitícola desde el punto de vista climático, permite una caracterización regional o zonal del medio. Esta caracterización climática se puede hacer manejando los distintos elementos del clima que en su conjunto se integran e influyen en la valoración del potencial vitícola (Tonietto, 1999).

El primer paso para la determinación de la aptitud vitícola es la determinación de los índices climáticos y bioclimáticos, que permiten clasificar las regiones y evaluar las posibilidades generales que presentan para el desarrollo de distintos cultivares de vid. Los índices establecen relaciones entre uno o varios parámetros climáticos con la finalidad de caracterizar la capacidad productiva del cultivo en la región, así

como las posibilidades de maduración, aptitud de los cultivares y/o patrones, vocación para la obtención de vinos de calidad y el riesgo de enfermedades y plagas (Carbonneau, 1994 y Tonietto, 2001).

El objetivo de este trabajo es determinar los índices bioclimáticos y el tipo de clima del municipio Jagüey Grande en la provincia de Matanzas para la evaluación de sus potencialidades o limitantes en el desarrollo de la vid, como contribución a los estudios de selección de las zonas de cultivo con mejores condiciones en Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación básico se desarrolló en áreas de la Estación Experimental de Cítricos y Frutales, ubicada en el municipio Jagüey Grande, provincia de Matanzas, Cuba, localizada a los 22°41' de latitud norte (N), 81°51' de longitud oeste (W) y una altitud de 10-30 msnm.

El clima de la región se clasifica de forma general como tropical modificado estacionalmente húmedo (Lima *et al.*, 1988). El régimen térmico se caracteriza por una temperatura máxima media del mes más cálido (julio) de 33,6 °C y una mínima media del mes más frío (enero) de 14,3 °C (Aranguren, 2009).

El régimen hídrico se destaca por una precipitación anual de 1 624 mm como promedio, siendo el mes de junio con 273 mm el más lluvioso. La evaporación total media anual llega a 1 384 mm aunque el máximo mensual en julio es de 144 mm y el mínimo de 76 mm en diciembre. El periodo menos lluvioso es entre noviembre y abril.

Los suelos son del tipo Ferralítico rojo típico, según la nueva clasificación genética de los suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 1999) y catalogados como Ferralsol Rhodic en correlación con el "World Reference Base" (Hernández *et al.*, 2004). Localmente hay dominancia de materiales calcáreos que le otorgan al suelo una permeabilidad moderada y buen drenaje.

Estimación de los índices bioclimáticos para la vid

Para la estimación de los diferentes índices climáticos de interés vitícola, en la localidad de Jagüey Grande, se utilizaron los registros mensuales de las diferentes variables meteorológicas, que fueron facilitados por el Centro Nacional de Meteorología Agrícola para

una serie de 23 años (1981-2004).

Se determinaron los diferentes índices bioclimáticos establecidos para la vid, según las indicaciones y fórmulas establecidas por Jiménez (2003) y Tonietto y Carbonneau (2004).

- **Índice de posibilidades heliotérmicas de Huglin (IH)**

Este índice permite evaluar las posibilidades heliotérmicas de un medio vitícola.

Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$IH = \sum_{1abril}^{30agosto} [(Ta - 10^{\circ}) + (Tm - 10^{\circ})] * \frac{k}{2}$$

Leyenda:

- Ta: temperatura media diaria
- Tm: temperatura máxima diaria
- k: coeficiente de longitud del día, que varía de 1,02 a 1,06 entre los 40 y 50 ° latitud

- **Índice de frío nocturno (IF)**

Este índice permite la valoración cualitativa de las potencialidades de una región para producir vinos de mejor color y aroma. Se corresponde con la media de las temperaturas mínimas (°C) del mes de septiembre en el hemisferio norte.

- **Índice de sequía (IS)**

Relaciona la disponibilidad potencial de agua con el nivel de sequía en una región, y es de importancia para estimar la maduración y la calidad del vino.

Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$W = W_0 + P - T_v - E_s$$

Leyenda:

- W: estimación de la reserva de agua en el suelo para un periodo de seis meses
- W₀: agua de reserva en la tierra que pueden absorber las raíces
- P: precipitación
- T_v: transpiración potencial en el viñedo

$$T_v = ETP * k$$

- E_s: evaporación directa desde el suelo mes a mes

$$E_s = \frac{ETP}{N} * (1 - k) * JP_m$$

- ETP: evapotranspiración potencial total mensual
- k: coeficiente de absorción de la radiación por la planta de vid

k = 0,1, durante abril, 0,3 para mayo y 0,5 durante los meses de junio a septiembre.

- N: número de días por cada mes
- JP_m: número de días de evaporación eficaz desde el suelo por mes (es la lluvia por mes en mm/5 y debe ser menor o igual que el número de días por mes).

W no debe ser mayor que W₀ y se calcula mes por mes con W₀ = 200 mm

- **Integral térmica eficaz de Winkler y Amerine (Ite)**

Es la suma de temperaturas medias diarias eficaces en el periodo desde el 1 de abril al 30 de octubre considerado para el periodo vegetativo en cada ciclo (se emplean medias mensuales). Una Integral térmica eficaz de 2.000°C es suficiente para que la zona sea apta para la vid y cuando es superior a 3.100° C se favorece la buena producción.

$$I_{te} = \sum_{1abril}^{30agosto} T_e$$

Leyenda:

- T_e (temperatura eficaz): temperatura activa (Ta) menos 10 °C
- Ta: suma de temperaturas medias diarias superiores a 10 °C

- **Índice hidrotérmico de Branás, Bernon y Levadoux (P)**

Establece la relación entre las temperaturas y las lluvias e indica la predisposición de una región al desarrollo del mildium, en función de las temperaturas y la frecuencia de las lluvias.

$$P = \sum_{\text{Abril}}^{\text{30 agosto}} Tm(\text{mensual}) * mm(\text{lluviamensual})$$

• Índice heliotérmico de Branas (I)

Se establece que el óptimo es un valor de 2,6 e indica la duración posible de los ciclos del cultivo.

$$I = X * H - 10^{-6}$$

Leyenda:

- X: suma de temperaturas eficaces
- H: suma de horas de sol en el periodo activo

• Índice bioclimático de Hidalgo (Ibc)

Las zonas favorables para el cultivo se consideran cuando este índice alcanza valores entre 5 y 25 con óptimo de 15.

Se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$I_{bc} = \frac{\sum Te * \sum Ie * 10^{-3}}{P}$$

Leyenda:

- Te: temperaturas eficaces del periodo activo
- Ie: horas de sol de dicho periodo
- P: precipitación anual

Las determinaciones de los diferentes índices climáticos para la zona de cultivo analizada, se realizaron para los ciclos de verano (1 abril – 30 septiembre) y de invierno (1 octubre – 31 marzo) respectivamente.

Determinación del tipo de clima vitícola de la localidad

El tipo de clima vitícola de la localidad, se estableció a partir del Sistema de Clasificación Climática Multicriterio Geovitícola (SCCMG) establecido por Tonietto y Carbonneau (2004). Se utilizaron los datos de los índices bioclimáticos: índice heliotérmico, de frío nocturno y de sequía, correspondientes al periodo lluvioso y menos lluvioso del año, para determinar el número de grupos climáticos que caracterizan la localidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La estimación de determinados índices climáticos, permiten identificar las aptitudes vitícolas de una región y caracterizar las posibilidades de adaptación varietal, su capacidad productiva, periodos de maduración, calidad vinícola, riesgo de enfermedades y realizar una acertada selección de las regiones donde se puede establecer el cultivo (Jiménez, 2003).

Prescott (1965) indica que una zona es propicia para el cultivo de la vid, si la temperatura media es de 18, 9 °C en el mes más caluroso, y la media extrema del más frío supera a -1,1 °C. La temperatura óptima para que ocurra la fase fenológica de brotación es 10 -13 °C, para el desarrollo vegetativo 15 -25 °C, la floración 15 -25 °C, el desarrollo de la baya 15 -25 °C y la maduración 20 -30 °C.

El régimen térmico en Jagüey Grande se caracteriza por una temperatura máxima media del mes más cálido (julio) de 33,6 °C y una mínima media del mes más frío (enero) de 14,3 °C, estas temperaturas favorecen el desarrollo vegetativo y reproductivo de la vid. Sin embargo, en determinados periodos del año se presentan valores extremos de temperaturas, principalmente en el verano que pueden afectar la fenología del cultivo con implicaciones en la producción y calidad de los frutos.

Estudios realizados en otras áreas vitivinícolas del mundo sugieren que la variabilidad climática generada por el calentamiento global, puede producir cambios significativos en el ciclo fenológico de la vid, pues el aumento de la temperatura en las noches en época de madurez de las uvas, puede traer aparejados cambios potenciales en el rendimiento y la composición físico-química de las bayas afectando la calidad de los vinos producidos (Cavagnaro *et al.*, 2014).

Para poder estimar posibles proyecciones futuras en la actividad vitivinícola es importante saber cuál es la respuesta a la variabilidad y tendencia presente de diversos indicadores relacionados con la producción de las uvas y la elaboración del vino, y se utiliza para este fin la evaluación de los índices bioclimáticos para la vid y su potencial influencia en los cambios en la fenología, producción y calidad de los frutos en cada temporada productiva.

La tabla muestra los resultados de la estimación de algunos índices climáticos de interés vitícola

por ciclos de desarrollo vegetativo del cultivo en el año para las condiciones de cultivo en el municipio Jagüey Grande, Matanzas, Cuba.

- **Índice heliotérmico de Huglin (IH)**

Índice que debe ser superior a 1,500 para garantizar el buen desarrollo del cultivo. El estimado de 2,931 para el periodo de invierno y 3,584 en el de verano muestra que la región tiene posibilidades heliotérmicas adecuadas durante todo el año para el desarrollo vegetativo de la vid.

Pérez *et al.* (2007 a) informa para otras regiones del país como Banao (Sancti Spíritus) valores que oscilan entre 2,993 en invierno y 3,524 en verano, lo que se corresponde con los valores de este índice estimado para Jagüey Grande. El análisis indica que las regiones tienen posibilidades para el cultivo de la vid, y pueden lograrse dos producciones al año con el manejo de la poda (Rodríguez, 2006).

- **Índice de frío nocturno (IF)**

Este índice climático proporciona una idea complementaria del régimen termal involucrado con el periodo de maduración de la uva. En esta región durante el ciclo de invierno el IF estimado es de 15,7 y para el verano de 21,9; valores inferiores a los estimados para Banao (17,4-21,9) y el sur de La Habana (17,7-22,2) según lo reportado por Pérez *et al.* (2007 a), lo que indica condiciones favorables desde el punto de vista nictotérmico.

En estas circunstancias de temperaturas nocturnas se favorece la maduración de los cultivares más tardíos en comparación con los tempranos (Tonietto y Carbonneau, 2004). En climas más frescos, los vinos blancos serán más ácidos, finos en bouquet y aroma; mientras que en climas más cálidos tendrán mayores niveles de alcohol y bajos en sabor y aroma, aunque procedan de frutos del mismo cultivar, sin embargo, también influyen las prácticas de manejo y el suelo (Fernández, 2006).

- **Índice de sequía (IS)**

Durante el ciclo de invierno se estima un valor de IS de 146, que puede considerarse muy elevado en comparación con la estimación del índice para Banao o el sur de La Habana, donde se alcanzan valores de 53 y 80 respectivamente. Para el verano se estima un índice de 200, similar al estimado para las otras regiones analizadas con anterioridad (Pérez *et al.*, 2008).

La vid se adapta bien desde zonas donde el régimen pluviométrico no sobrepasa los 200 mm anuales hasta aquellas más húmedas con más de 1000 mm anuales, variando solamente la tecnología de producción y la productividad. En las condiciones de Jagüey Grande, las precipitaciones son abundantes y por tanto las mayores restricciones para el cultivo están asociadas a la incidencia de enfermedades fungosas, por lo que es necesario establecer cultivares tolerantes a las enfermedades e implantar programas fitosanitarios y de manejo

Tabla. Índices climáticos del sistema CCM Geovitícola estimados por ciclos de desarrollo vegetativo en el año, para la región de Jagüey Grande, Cuba

Índices del sistema CCM Geovitícola^z	Ciclo invierno (01/10-31/03)	Ciclo verano (01/04-30/09)	Rangos óptimos
Índice heliotérmico de Huglin (IH)	2,931	3,584	> 1,500
Índice de frío nocturno (IF)	15,7	21,9	-
Índice de sequía (IS)	146	200	-
Integral térmica eficaz (Ite)	2,387	3,096	1,926-2,204
Índice hidrotérmico de Branás (P)	1,703	5,422	< 1,500
Índice bioclimático de Hidalgo (Ibc)	13,4	5,8	5 (15) 25
Índice heliotérmico de Branás (I)	5,7	6,9	2,6

^zÍndices climáticos estimados según: Jiménez (2003) y Tonietto y Carbonneau (2004)

eficiente de la fitotecnia del cultivo.

- **Integral térmica eficaz (Ite)**

La estimación de este indicador climático proporcionó valores de 2,387 durante el ciclo de invierno y de 3,096 para el de verano donde se supera el rango óptimo para el desarrollo vegetativo (1,926-2,204). No obstante, Jiménez (2003) ha planteado que es necesario un acumulado entre 2 800 y 4 000 °C para que los frutos alcancen la madurez fisiológica y se obtenga una buena producción de uvas con alto contenido de azúcares, por lo tanto, estos valores favorecen la maduración de los frutos y su calidad.

Este índice climático muestra que el clima de Jagüey Grande favorece el establecimiento de cultivares que se quieran explotar con destino al consumo en fresco o para la producción de vinos dulces con elevado contenido de azúcares.

González *et al.*, (2010) recomiendan ubicar en las zonas de islas Canarias con Ite superiores a 2,204 los cultivares de alta acidez para la producción de vinos blancos y tintos comunes, con tecnología de riego. Entre los cultivares de color tinto se recomiendan Aramón, Monastrell y Cabernet, mientras que entre los de color blanco están Malvasía y Moscatel blanco, que se cultivan o han sido introducidos en las condiciones de Cuba junto a otros cultivares.

- **Índice hidrotérmico de Branas (P)**

Es un indicador de las posibilidades existentes para el desarrollo de hongos como el mildiu, a partir de la frecuencia de las lluvias y el comportamiento de las temperaturas. El índice dado como límite máximo posible es 1,500 por encima del cual pueden ocurrir ataques de mildiu (Jiménez, 2003),

Se obtuvieron valores de P entre 1,700 y 5,422 durante los ciclos de invierno y verano respectivamente, estos valores son superiores al límite, lo que sugiere que existen condiciones favorables para las infestaciones de mildiu en la región, lo que se agravaría si no son establecidas medidas preventivas para evitar la aparición de las enfermedades fungosas.

- **Índice bioclimático de Hidalgo (Ibc)**

De acuerdo con este índice, las zonas favorables para el cultivo de la vid son las que presentan valores comprendidos entre 5 y 25, con un

valor óptimo de 15 (Jiménez, 2003). En la zona climática analizada los valores estimados son de 13,4 y 5,8 para ciclo de invierno y verano respectivamente, lo que indica que esta región se encuentra dentro del rango considerado como favorables para el desarrollo de la vid.

Índice heliotérmico de Branas (I)

Se puede observar que los valores de este índice para los dos ciclos del cultivo son de 5,7 y 6,9; lo que confirma que la localidad de Jagüey Grande, supera los valores límites de 1,5 y 2,6 y por ende, reúne condiciones climáticas favorables para el desarrollo vitícola según lo expresado por Fregoni (1973) e Hidalgo (1980). El índice (I) estimado para esta zona permite definir que en estas condiciones, las uvas tendrán un ciclo mayor a 185 días, de acuerdo con las indicaciones de Jiménez (2003).

Determinación del tipo de clima vitícola de la localidad

En la viticultura mundial se ha puesto en práctica la implementación de un Sistema de Clasificación Climática Multicriterio Geovitícola (SCCM) que se basa en el cálculo y la integración de los índices heliotérmico, de frío y de sequía, para establecer el clima vitícola de cada región, clasificarlo e identificar sus posibilidades para el cultivo de la vid como parte de los estudios de zonificación climática vitivinícola y recomendación de cultivares mejor adaptados (Tonietto y Carbonneau, 2004).

El cálculo de los índices del Sistema Geovitícola (Figura), para los dos periodos del año, ubicó el clima de la localidad de Jagüey Grande como: "clima vitícola con variabilidad intraanual".

Se determinó la existencia de seis grupos climáticos que fueron: IH+3, IF-2, IS-2 para el ciclo de verano e IH+2, IF-1, IS-1 para el ciclo de invierno. Este tipo de clima se corresponde con periodos, entre caluroso (IH+2) y muy caluroso (IH+3), de noches templadas (IF-1) a noches cálidas (IF-2) y de húmedo (IS-1) a subhúmedo (IS-2) durante los ciclos analizados en el año.

Con relación a este tipo de clima Pérez *et al.*, (2007 a) encontraron en otras regiones de Cuba condiciones similares de clima caliente y húmedo, que puede ser una limitante por favorecer la incidencia de enfermedades fúngicas. En Brasil Teixeira *et al.*, (2012) no encontraron limitaciones térmicas por lo que

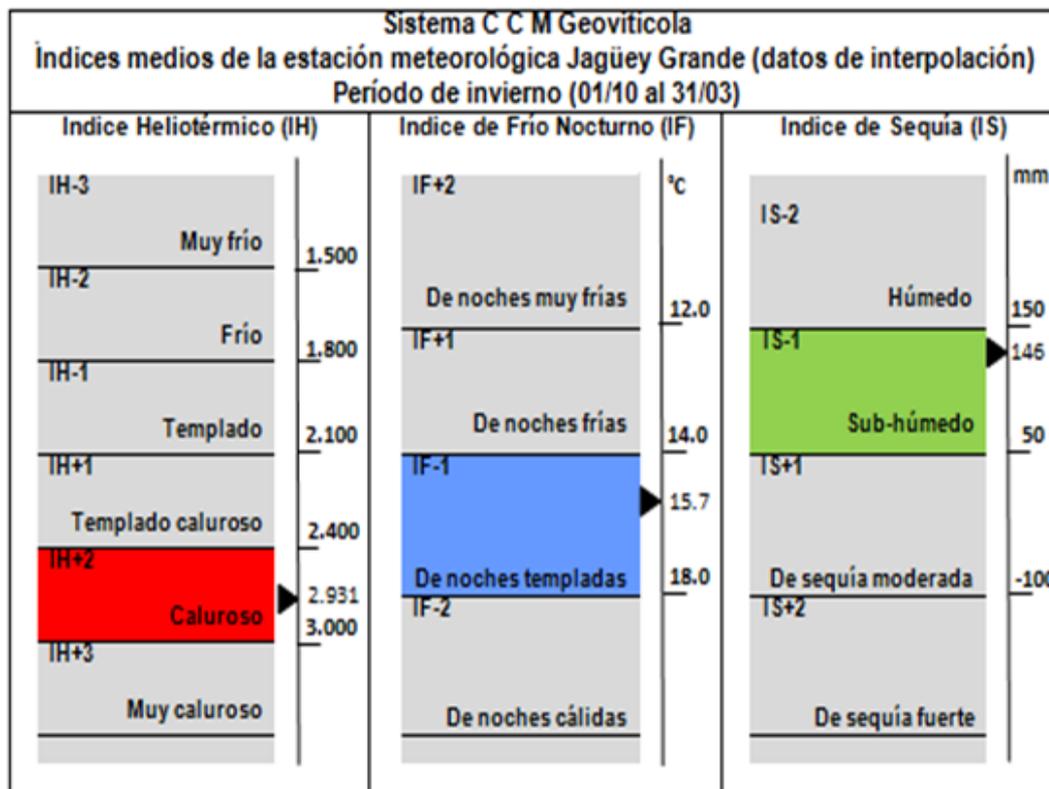
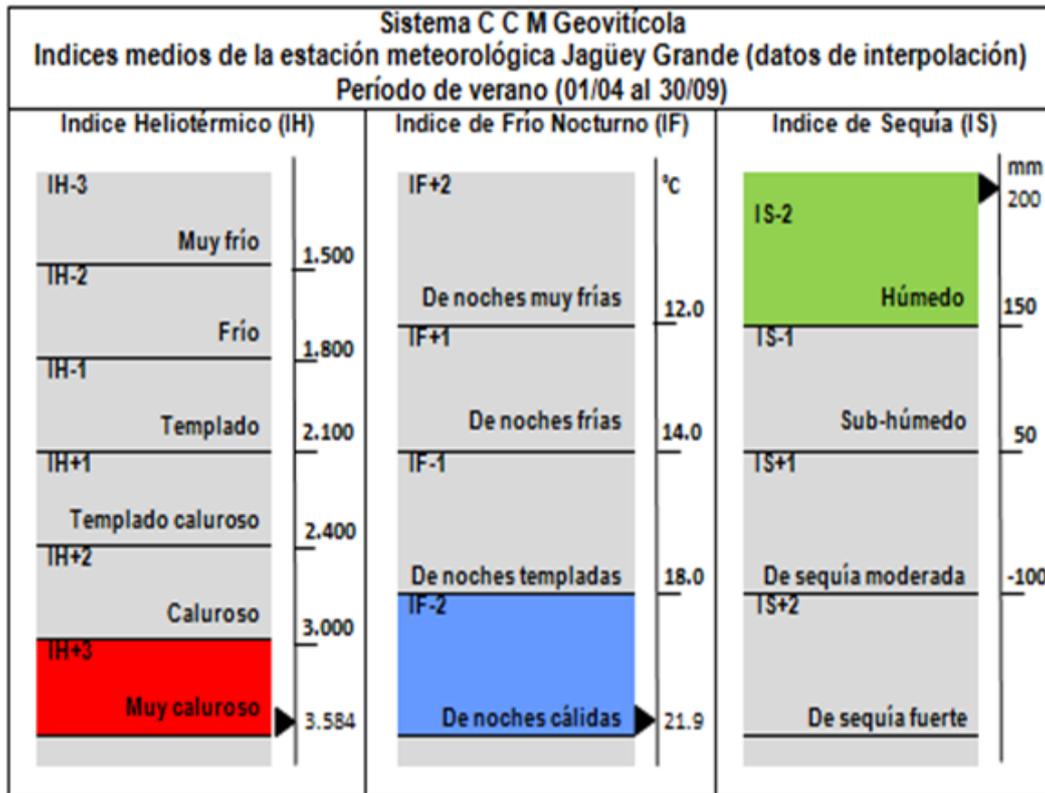


Figura. Climas vitícolas estimados según el sistema CCM Geovítica para el periodo de verano y de invierno en Jagüey Grande

se vio favorecida la acumulación de azúcares y la producción en las uvas de mesa, aunque los periodos muy lluviosos fueron problemáticos por el exceso de humedad y el riesgo de pudriciones de los racimos.

CONCLUSIONES

1. La estimación de los índices bioclimáticos permitió la caracterización de la aptitud potencial para el medio vitícola del mesoclima de Jagüey Grande, y establecer que el cultivo de la vid es factible en esta región, a partir del desarrollo de plantaciones con cultivares de mesas y vino que superen las limitaciones propias del medio (altas temperaturas y precipitaciones) que favorecen la incidencia de patógenos fungosos.

2. Debido al clima de la región analizada se debe trabajar en la implementación de prácticas de manejo para las plantaciones, como el riego y la fertilización, que potencien los rendimientos, la calidad de los frutos, y minimicen los efectos negativos atribuidos al clima.

3. Para el desarrollo satisfactorio del cultivo en estas condiciones calurosas, de alta humedad, se debe valorar el empleo de cultivares tropicalizados y desarrollar el cultivo sobre parras nativas como patrones, que permitan la adaptación de las vides europeas de calidades superiores que han sido introducidas.

BIBLIOGRAFÍA

- Aranguren, M.: Pronósticos de madurez y otras especificaciones de calidad para el ordenamiento de la cosecha en los cítricos de Jagüey Grande. Tesis para optar al título de Doctor en Ciencias Agrícolas, Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 2009, 115 p.
- Carbonneau, A.: Le zonage des potentialités viticoles à l'échelle de l'Union Européenne. *Progr, Agric, Vitic*, 22: 505–514, 1994.
- Cavagnaro, M.; P. Canziani; J. Portela; W. Robledo: Evolución de tres índices bioclimáticos para la vid en San Martín y Luján de Cuyo (Mendoza, Argentina), 37th World Congress of Vine and Wine and 12th General Assembly of the OIV, EDP Sciences, 2014, 5 p. Disponible en <http://oiv,edpsciences.org> or <http://dx.doi.org/10.1051/oivconf/201405007> Consultado el 01 de diciembre, 2014.
- Fernández, L.: La zonificación bioclimática vitícola como base para la selección de variedades de vinífera. *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica, GeoFocus*, 6: 1-32, 2006.
- Fregoni, M.: Ecología vitícola: Adaptación de los objetivos de la producción al medio natural. Simposium Internacional de Viticultura, CONAFRUT-SAG, México, 1973, 23 p.
- González, F. J.; E.P. González; C.L. Suárez; J.L. Santana; V. Gutiérrez: Caracterización bioclimática del cultivo de la vid en la subzona Anaga en la Denominación de Origen Tacoronte-Acentejo en la isla de Tenerife. 2010. En sitio web: <http://urbinavinos.blogspot.com/2010/12/caracterizacion-climatica-de-las.html> consultado el 12 de mayo, 2014.
- Hernández, A.; J.M. Pérez; D. Bosch; L. Rivero: Nueva Versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Ed. AGRINFOR, La Habana, Cuba, 1999, 64 p.
- Hernández, A.; M.O. Ascanio; A. Cabrera; M. Morales; N. Medina: Correlación de la Nueva Versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba con la World Referente Base. Conferencia en Curso de Postgrado de Clasificación de los Suelos. Maestría en Ciencias del Suelo, UNAH-INCA, Mayabeque, Cuba, 2004, 15 p.
- Hidalgo, L.: El medio ambiente de la producción de uvas en climas semiáridos, XII Congreso Internacional de la Vid y el vino, Tijuana B.C., México, 1980, 10 p.
- Jiménez, A.: Índices climáticos propios de la vid, 2003, pp. 59-63. En sitio web: https://www.uclm.es/area/ing_rural/Proyectos/AntonioJimenez/05-Anejo3.PDF Consultado el 01 de diciembre, 2014.
- Lima, H.; M.T. Cornide; M. Álvarez; E. Frómeta: Clasificación edafoclimática de las localidades citrícolas en Cuba. *Agrotécnia de Cuba*, 20 (2): 63-74, 1988.
- Matadamas, E.J.: Efecto de la aplicación de defoliantes y de dos dosis de cianamida hidrogenada en la brotación de las yemas y fructificación de la vid (*Vitis vinifera* L. cv. Cardinal) bajo las condiciones subtropicales de Santo Domingo Tonala. Tesis de maestría, Escuela Nacional de Fruticultura "Los

Cues”, Queretaro, México, 1995, 87 p.

13. Morales, P.: El cultivo de la uva. Fundación de Desarrollo Agropecuario, INC (FDA). *Boletín Técnico*, 6: 15, 1991.

14. Mullins, G.; A. Bouquet; L. Williams.: *Biology of the Grapevine*. Ed, Cambridge University Press, 1992, 250 p. ISBN: 978-0521038676.

15. Pérez, Y.; J. Tonietto; M. Aranguren; A. Rodríguez; E. Farrés: Utilización de un sistema de clasificación climática para estudios de zonificación en el cultivo de la uva en Cuba. En: *Memorias II Simposio Internacional de Fruticultura Tropical Subtropical*, [CD-ROM], La Habana, Cuba, 2007 a. ISBN: 978- 959-296-001-5.

16. Pérez, Y.; E. Farrés; A. Rodríguez; M. Aranguren: El cultivo de la vid en Cuba, Aspectos generales de manejo con vistas a la recomendación de cultivares. En: *Memorias II Simposio Internacional de Fruticultura Tropical Subtropical*, [CD-ROM], La Habana, Cuba, 2007 b. ISBN: 978- 959-296-001-5.

17. Pérez, Y.; A. Rodríguez; E. Farrés; M. Aranguren; O. Coto; J. Pérez: Desarrollo de una tecnología de producción de la vid en las condiciones de Cuba. Informe Final del Proyecto 0545 (2005-2007), Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, La Habana, Cuba, 2008, 25 p.

18. Prescott, J.A.: *The climatology of the vine:*

The cool limits of cultivations. Trans, Roy, South Aust, 89: 5-23, 1965.

19. Rodríguez, A.: Estudio de las condiciones climáticas de la localidad de Banao para la recomendación y establecimiento de cultivares de vid. Tesis en opción al título de Master en Fruticultura, Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, La Habana, Cuba, 2006, 105 p.

20. Teixeira, A.H.; C. Tonietto; J. Pereira, G.E. Angelotti: Delimitação da aptidão agroclimática para videira sob irrigação no Nordeste Brasileiro. *Rev, bras, eng, agric, ambient*, 16 (4): 399–407, 2012.

21. Tonietto, J.: Les macroclimats viticoles mondiaux et l’influence du mésoclimat sur la typicité de la Syrah et du Muscat de Hambourg dans le sud de la France: méthodologie de caractérisation, Thèse Doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Montpellier, France, 1999, 233 p.

22. Tonietto, J.: Valorização do ecossistema: importância da regionalização vitivinícola na produção de vinhos de qualidade. *Annales del Congreso Latinoamericano de Viticultura y Enología*, Asociación de Enólogos del Uruguay, Montevideú, pp. 1–9, 2001.

23. Tonietto, J. and A. Carbonneau: A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. *Agricultural and Forest Meteorology*, 124 (1-2): 81-97, 2004.

Recibido el 6 de noviembre de 2014 y aceptado el 6 de agosto de 2015