

ZONIFICACIÓN PLUVIOTÉRMICA PARA EL CULTIVO DEL *Amaranthus* spp EN LA PROVINCIA DE PINAR DEL RÍO E ISLA DE LA JUVENTUD, CUBA*

Teresa Reyna Trujillo**
Juan Manuel Fernández***
Teresa López D.***
Ana Luisa Hernández**

Resumen

A nivel mundial y particularmente en Latinoamérica y el Caribe ante el vertiginoso aumento de la población, se han hecho esfuerzos por rescatar o desarrollar cultivos alternativos portadores entre otros nutrimentos de proteínas que pudiesen coadyuvar en una mejor alimentación, como por ejemplo el amaranto, cultivo que en México tuvo desde épocas prehispánicas importancia en la alimentación humana y animal y que ha sido motivo de la presente investigación para zonificar las áreas que potencialmente por condiciones climáticas (precipitación y temperatura), pudiesen ser ocupadas por este cultivo en Cuba.

Palabras clave: Cultivos alternativos, amaranto, zonificación climática potencial, índices pluviotérmicos.

Summary

Facing the fast population grow at the global, Latin American and Caribbean levels, efforts to rescue and develop alternative crops with high proteinic value, among other nutriments, are being made. Amaranth is an example of a Mexican Prehispanic crop of a great importance for human and animal nutrition. In this study, potential grow areas for amaranth in Cuba are studied from the climatological point of view. Temperature and precipitation variables are analyzed.

Key words: Alternative crops, amaranth, potencial climatic zonification.

Introducción

La agricultura, actividad primaria fundamental, se encuentra estrechamente relacionada con las condiciones naturales, particularmente con las climáticas. De estas últimas, cabe destacar la importancia que tienen la precipitación y la temperatura para el óptimo rendimiento de los cultivos, ya que de estos elementos dependen el aumento, desarrollo y productividad de las cosechas, así como la utilización de la maquinaria agrícola, el periodo de siembra y cosecha, el laboreo y las medidas agrotécnicas en general.

* Recibido: 18 de noviembre de 1997.

** Instituto de Geografía, UNAM, México.

*** Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, Ciudad de La Habana, Cuba.

En el mundo de hoy, donde el ritmo de crecimiento de la población es vertiginoso y la demanda de productos agrícolas con alto nivel nutricional es mayor cada día, se impone el desarrollo de una agricultura sustentable donde se aprovechen al máximo los recursos naturales, y se rescate la práctica de cultivar plantas que coadyuven en gran medida, a la alimentación humana y animal, siendo el *Amaranthus* uno de ellos.

El amaranto o "alegría" como genéricamente se le llama en México, o "bledo" conocido comúnmente en Cuba, fue un vegetal consumido en la dieta humana y animal desde épocas prehispánicas. Por su alto contenido proteico (de 13 a 15% en promedio), puede ayudar a enriquecer tanto la dieta del pueblo mexicano como del cubano; carece además de gluten, lo cual es benéfico para las personas que padecen la enfermedad conocida como "celiaquía", (Reyna, 1993). También ofrece una diversidad de usos a nivel industrial, obtención de harinas, aceites y colorantes, e inclusive se le puede utilizar con fines ornamentales, existen además, especies y variedades que son altamente productoras de forraje.

En Cuba (De la Luz, 1996) menciona que se han encontrado diez especies silvestres de amaranto; sin embargo, fue hasta la década de los setenta que el investigador cubano Agustín Hernández inició el estudio del comportamiento de semillas genéticamente mejoradas de especies de amaranto que se introdujeron desde México y en el Instituto de Ciencia Animal, Valdiviá realizó trabajos sobre la utilización de dicha planta en la alimentación animal. Posteriormente, investigadores del departamento de Fisiología Vegetal de la Universidad de La Habana, (Collazo *et al.* y Peláez *et al.*) presentaron en 1991 resultados preliminares de investigaciones realizadas con dicho género en el Primer Congreso Internacional del Amaranto celebrado en Oaxtepec, Morelos, México (Reyna y Ortega, 1997).

La Facultad de Geografía de la Universidad de La Habana junto con el Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma México, iniciaron el proyecto conjunto (8.14) apoyado por CONACYT: "Posibilidades de adaptación de especies mexicanas de amaranto en la República de Cuba", cuyo resultado inicial fue presentado en el IV Simposio de Botánica en La Habana, Cuba (Reyna *et al.*, 1993).

En 1995 se presentó el proyecto de trabajo conjunto (8.32) entre la UH y otros centros de Educación Superior cubanos, la UNAM y CONACYT, titulado: "Estudio Biológico, Etnobotánico y Ambiental del Amaranto en Cuba", resultado del mismo fue la realización del Taller Cuba - México "Potencialidades y Usos del Amaranto," organizado por las Facultades de Geografía y Biología de la UH y el Instituto de Geografía de la UNAM celebrado en abril de 1996, donde se dieron a conocer las investigaciones que sobre este recurso vegetal han estado realizando investigadores cubanos y mexicanos.

Además, trabajos fruto de dicho proyecto, se han presentado en diferentes foros nacionales e internacionales como los de Reyna y Fernández (1993), López *et al.* (1994), Fernández *et al.* (1995), Reyna *et al.* (1996) y Fernández *et al.* (1997).

Particularmente en el proyecto: "Posibilidades de adaptación de especies mexicanas de amaranto en Cuba", se realizó la presente investigación con el objetivo fundamental de establecer la zonificación pluvio-térmica del extremo más occidental de Cuba (Provincia de Pinar del Río y el Municipio Especial Isla de la Juventud), a fin de determinar las áreas con mayor aptitud para el cultivo del *Amaranthus* spp.

Localización y características geográficas generales del área en estudio

El área en estudio se extiende de los 21° 25' a los 23° 00' de latitud norte y los 82° 35' y los 84° 55' longitud oeste. Según Mateo y Acevedo en el Atlas Nacional de Cuba (ANC, 1989), el distrito físico-geográfico de Pinar del Río está formado por cuatro regiones: Cordillera de Guaniguanico, Llanura Norte de Pinar del Río, Llanura Sur de Pinar del Río y Llanura de Guanahacabibes. Las llanuras se encuentran desde el nivel del mar hasta los 100 m, son de planas a onduladas y bordean al sistema montañoso por el Norte, Sur y Oeste que alcanza 692 msnm en su punto culminante del Pan de Guajaibón.

En términos generales, las pendientes son menores de 10°. La geología predominante está constituida por rocas del Jurásico inferior y medio, Cretácico, Neógeno y Cuaternario.

Los suelos son muy variados, ocupando según Marrero *et al.* (ANC, *op. cit.*) jerárquicamente de mayor a menor proporción los Ferralíticos, Hidromórficos, Pardos, Poco Evolucionados, Húmicos Calcimórficos, Fersialíticos y Ferríticos con distintas combinaciones de tipos y subtipos. Cabe mencionar que en la parte más baja no existen actualmente procesos erosivos, en tanto que hacia los lomeríos la erosión es débil y sólo en las mayores altitudes es de fuerte a muy fuerte.

La vegetación actual en las costas es de mangle, en la península de Guanahacabibes hay combinación de bosque mesófilo típico y de humedad fluctuante, en las llanuras hay predominio de pastos combinados con algunos cultivos agrícolas y vegetación secundaria, mientras que en la parte centro-oeste de la Sierra de los Organos hay bosque de pino, plantaciones forestales, vegetación de mogotes y poca agricultura, siendo solamente parte de la Sierra del Rosario, la zona que presenta bosque mesófilo submontano y vegetación secundaria.

El Municipio Especial Isla de la Juventud está constituido por dos regiones: Llanuras y Alturas del Norte de la Isla de la Juventud y Llanuras del Sur de la Isla de la Juventud, cuya máxima altitud se localiza al noreste, muy cerca de la ciudad de Nueva Gerona y alcanza

295 msnm. En lo que a geología se refiere, ésta se compone principalmente de rocas del Jurásico inferior y medio y del Cuaternario.

Los suelos varían en proporción con respecto a Pinar del Río, pues los predominantes son los Húmicos Calcimórficos al sur, los Ferralíticos al centro, los Hidromórficos en una franja que rodea casi todo el contorno de la misma y pequeños manchones de suelos aluviales localizados en forma disgregada al este de esta área.

En cuanto a la vegetación abundan las plantaciones de cítricos, pastos, bosque de pinos, restos de bosque semidecíduo mesófilo y matorral secundario.

El clima en toda el área en estudio es tropical estacionalmente húmedo (Aw), con dos estaciones bien definidas: una húmeda donde llueve aproximadamente 80% de la total anual entre 1 000 y 2 000 mm en correspondencia con la altitud, y caliente con temperatura media de 26° C que se extiende de mayo a octubre; aun en esta temporada lluviosa del verano suele presentarse una sequía relativa llamada comúnmente "canícula" o sequía intraestival. Y la otra, más seca, con lluvias de 300 a 600 mm, es relativamente fresca con temperaturas medias de 21° C en los meses de invierno.

Materiales y métodos

Para iniciar esta investigación fue necesario determinar la influencia de los elementos climáticos: precipitación, temperatura y evaporación para el cultivo del *Amaranthus spp.* Se determinaron para las 51 localidades tradicionalmente productoras de amaranto en México, los valores medios anuales de temperatura y de precipitación, así como de producción de las especies (*A. hypochondriacus* y *A. cruentus*) y variedades de las mismas, además se consultaron varios autores, entre ellos Reyna (1986), Barrales *et al.* (1991), Reyna *et al.* (1991) y Reyna y Carmona (1994) que de una u otra forma daban también valores de temperatura y de precipitación en los que el cultivo tenía buen desarrollo y rendimiento.

Obtenida esta información, se organizó el material de forma que se destacaran los valores más frecuentes de las variables ya mencionadas, con la producción. De esta forma se determinaron los indicadores agroclimáticos (expresiones cuantitativas que establecen la relación entre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos con los elementos del clima, P y T) (**Cuadro 1**), se dividieron en rangos y se construyó una matriz que facilitó la categorización, Reyna y Fernández (1996).

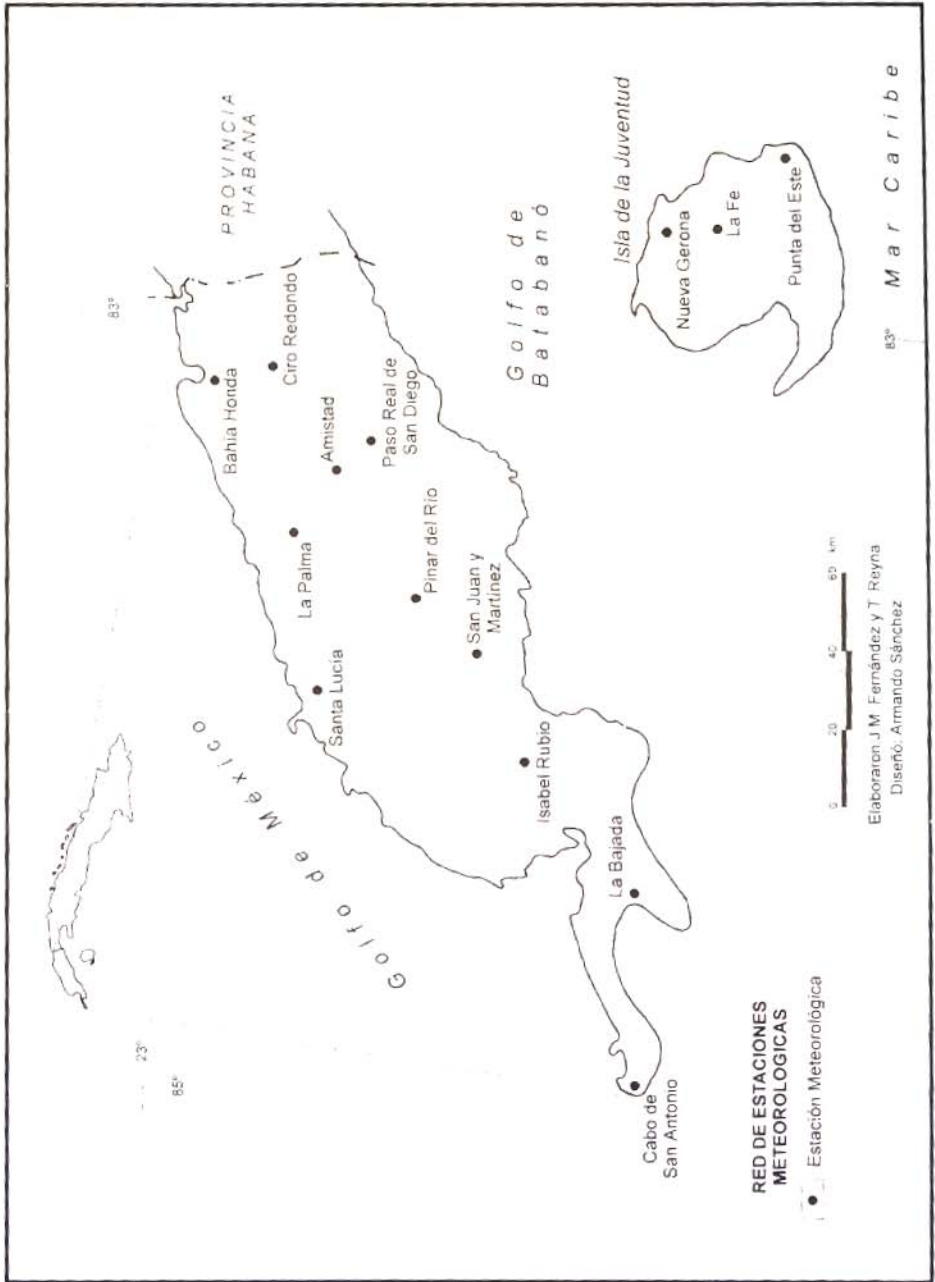
Cuadro 1. Indicadores agroclimáticos y categorización aplicables para el cultivo del *Amaranthus spp.*

Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Categoría
< 600	< 14	Mala
600-800	14 -16	Regular
800-1 200	16 -24	Buena
1 200-1 400	24 -26	Regular
> 1 400	> 26	Mala

Tipificados los indicadores agroclimáticos y para aplicarlos directamente en Cuba, fueron seleccionadas la Provincia de Pinar del Río y el Municipio Especial Isla de la Juventud, como estudio de caso, dado que poseen tierras ociosas, donde podría implantarse el amaranto como cultivo alternativo, sin desplazar a otros de gran importancia como la caña de azúcar, tabaco y cítricos entre otros. Además, el área cuenta con 14 estaciones meteorológicas (**Mapa 1**) controladas por el Instituto de Meteorología y con información pluviométrica proporcionada por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. Asimismo, se llevó a cabo trabajo de campo que permitió corroborar la presencia de amarantos silvestres, (**Fotos 1 y 2**) se hizo también una revisión exhaustiva de los materiales herborizados depositados en los herbarios del Jardín Botánico Nacional y en el Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias.

Para conocer la distribución espacial del comportamiento de los valores medios mensuales de precipitación (P), temperatura (T) y evaporación (E) se utilizó la información de 7 estaciones meteorológicas e hidrometeorológicas cuyos registros abarcaron el periodo de 1967-1988. Se construyeron los climogramas que muestran la distribución de dichas variables en el año, su comportamiento permite (según FAO, 1981, en Colegio de Posgraduados, 1990) determinar el comienzo y duración del periodo de crecimiento determinado por: disponibilidad de agua, que se establece mediante un balance de humedad, comparando la precipitación con la evapotranspiración potencial $ETP = 0.8 E$ (**Mapa 2**).

Determinados los indicadores agroclimáticos para el cultivo del amaranto, y para llevar a cabo la zonificación pluviotérmica potencial, se utilizó el sistema de información geográfica ILWIS (Integrated Land and Water Management Information System), (Palacio y Luna, 1993), procediendo de la siguiente manera:



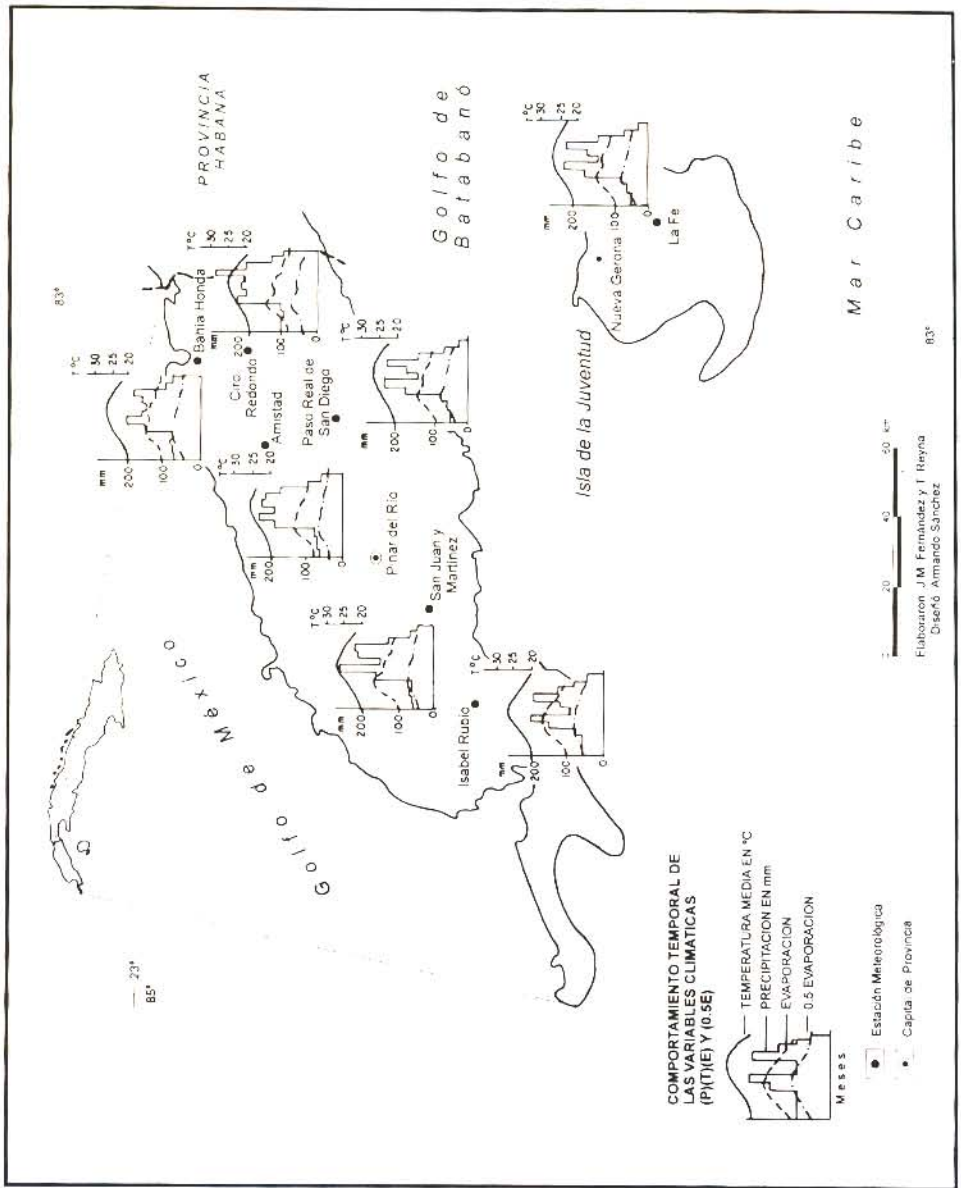
Mapa I. Red de estaciones meteorológicas (Provincia de Pinar del Río e Isla de la Juventud, Cuba).



Figura 1. *A. spinosus*, al sur del pueblo de Candelaria, en la región de la Llanura Sur de Pinar del Río.



Figura 2. *Amaranthus* spp. (silvestre) en las calles de Pinar del Río.



Mapa 2. Comportamiento temporal de las variables climáticas (Provincia de Pinar del Río e Isla de la Juventud, Cuba)

- Digitización de los mapas de precipitación (P) y temperatura (T), de Izquierdo y Lapinel respectivamente del ANC (1989).
- Rasterización de los mismos.
- Obtención de los mapas de zonificación pluviométrica y térmica para el cultivo del amaranto (**Mapas 3 y 4**).
- Creación de polígonos con los valores de la tipología previamente establecida (**Cuadro 2**).
- Superposición de ambos mapas (**3 y 4**), generando el mapa de zonificación pluviotérmica potencial para el cultivo del amaranto (**Mapa 5**).

Cabe mencionar que en algunas ocasiones uno de los dos parámetros contemplados (P y T) era bueno para este cultivo, pero el otro factor era regular o malo, por lo que con base en la experiencia personal de los autores, se asignaron rangos de bueno, regular o malo para el cultivo del *Amaranthus* spp. (**Cuadro 2**).

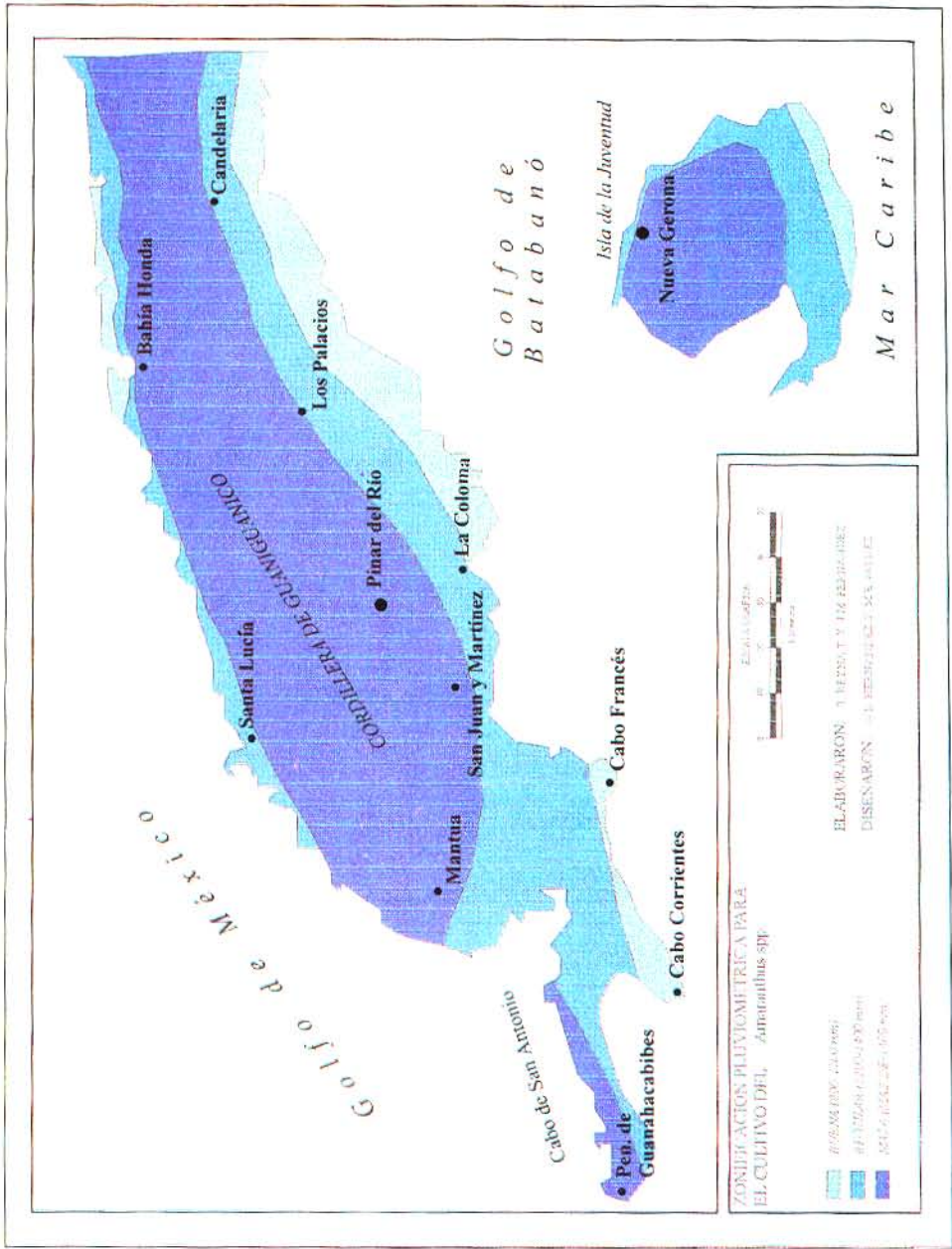
Cuadro 2. Categorización de las áreas para el cultivo del amaranto con base en las combinaciones de precipitación y temperatura.

Categoría de precipitación (mm)	Categoría de temperatura (°C)	Categoría de las áreas para el cultivo del amaranto
Buena (800-1 200)	Regular (24-26)	Buena
Regular (1 200-1 400)	Regular (24-26)	Regular
Mala (>1 400)	Buena (16-24)	Mala
Mala (>1 400)	Regular (24-26)	Mala

Análisis y Resultados

Zonificación Pluviométrica (Mapa 3)

En el área en estudio se establecieron tres zonas bien definidas: Las que presentan buenas condiciones, con precipitaciones de 800 a 1 200 mm que se corresponden con las zonas llanas y costeras; en la Provincia de Pinar del Río se manifiesta en una estrecha franja en la costa norte que se extiende de Bahía Honda a Mariel y al sur de la misma en una franja costera más amplia que la norte, pero fragmentada, que va desde Cabo de Corrientes a Cabo



Mapa 3. Zonificación pluviométrica para el cultivo del *Amaranthus* spp. (Provincia de Pinar del Río e Isla de la Juventud, Cuba)

Francés, apareciendo nuevamente en La Coloma, manifestándose a lo largo de la costa sur de dicha provincia. Esta zona en la Isla de la Juventud sólo está presente al sur en la pequeña franja costera.

Las zonas con regulares condiciones donde la precipitación oscila entre 1 200 y 1 400 mm, coinciden con zonas llanas y en ocasiones costeras de la Provincia de Pinar del Río, más extendidas que la anterior, en la costa norte aparece desde Santa Lucía hacia el Este, en una pequeña franja en toda la provincia; en la llanura sur esta zona se encuentra en una franja continua desde el Cabo de San Antonio, ocupando gran parte de la llanura de Guanahacabibes hasta Isabel Rubio y posteriormente en una franja intermedia a lo largo de la provincia entre las zonas de buenas y malas condiciones pluviométricas para el cultivo del amaranto.

En la Isla de la Juventud dicha zona se manifiesta en forma de arco que bordea por el Norte, Este y Sur a las áreas con malas condiciones, las cuales forman un núcleo circular bien establecido que ocupa gran parte de dicho territorio.

Las áreas con malas condiciones para el cultivo del amaranto con precipitaciones que superan los 1 400 mm, son aquellas que ocupan la mayor parte de la Provincia de Pinar del Río, con una franja estrecha al norte de la Península de Guanahacabibes desde el Cabo de San Antonio hasta Carabelitas y, posteriormente, reaparece en la zona de Mantua a Dimas para ocupar todo el centro de dicha provincia.

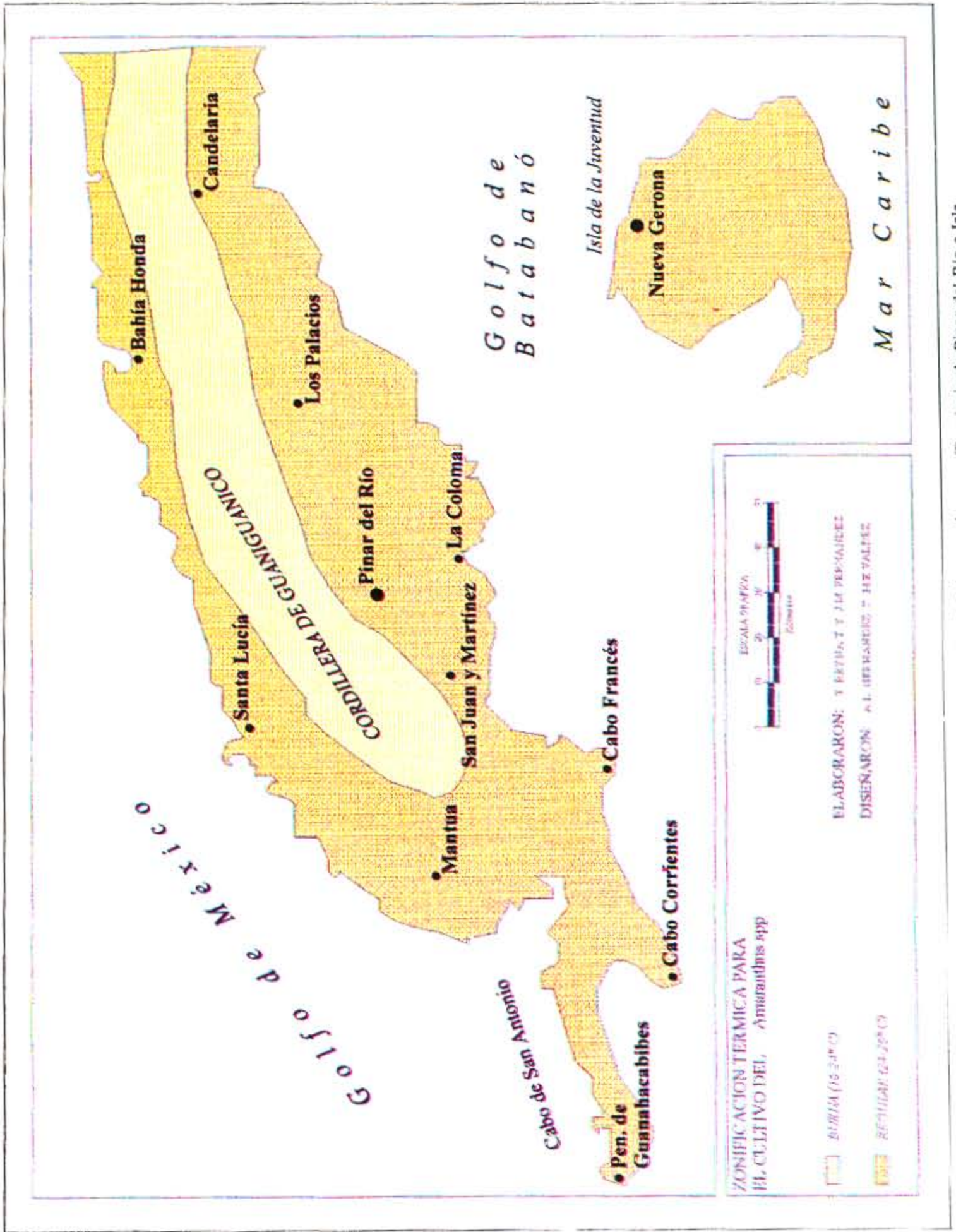
Zonificación Térmica (Mapa 4)

Como la temperatura en el área en estudio tiene mucha menor variabilidad, la zonificación térmica para el cultivo del amaranto es más homogénea, manifestándose tan solo dos zonas: donde oscila de 16 a 24° C, que es buena, ocupada fundamentalmente por una franja interior que comienza cerca del pueblo de San Juan y Martínez y que se extiende por todas las áreas montañosas y premontañosas, esta categoría no se manifiesta en la Isla de la Juventud.

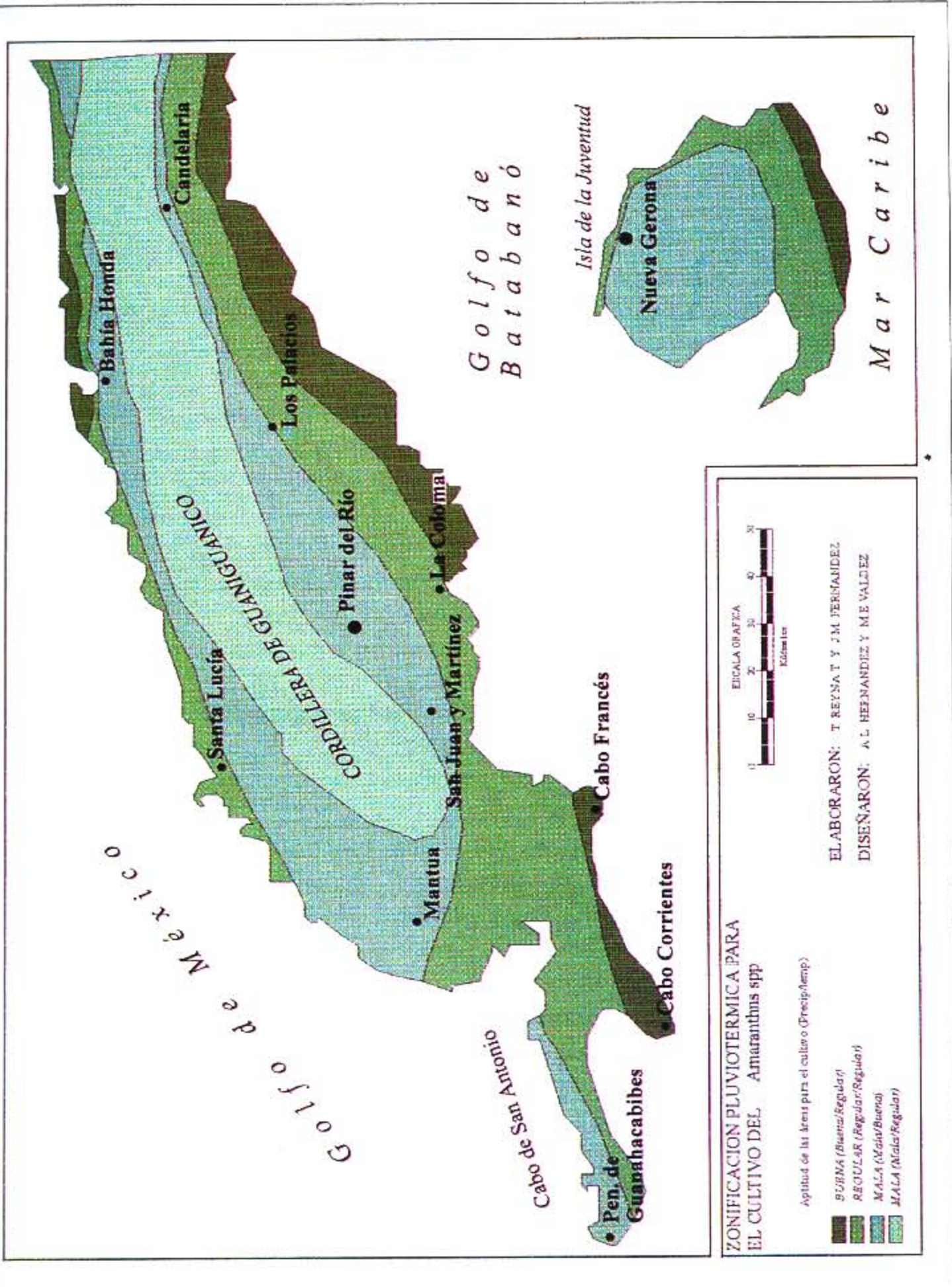
La otra zona de condiciones regulares con temperaturas de 24 a 26° C, ocupa el resto de la Provincia de Pinar del Río, extendiéndose desde la costa hasta el límite de la anterior. Esta zona en la Isla de la Juventud abarca todo su territorio.

Zonificación Pluviotérmica (Mapa 5)

El régimen pluviotérmico bueno se encuentra en las llanuras que bordean la Provincia de Pinar del Río al Norte y Sur, siguiendo la línea de la costa en forma de fajas, en ambas, la precipitación oscila entre 800 y 1 200 mm –valores buenos para el cultivo– y la temperatura



Mapa 4. Zonificación térmica para el cultivo del *Amaranthus* spp (Provincia de Pinar del Río e Isla de la Juventud, Cuba).



Mapa 5. Zonificación pluviotérmica para el cultivo del *Amaranthus* spp (Provincia de Pinar del Río e Isla de la Juventud, Cuba).

es de 24 a 26° C (regular), aun así, la temperatura no es limitante para el desarrollo de esta planta, condiciones similares a éstas se han encontrado en algunas localidades de Morelos, México, donde el rendimiento particularmente de *A. cruentus* es bueno (superior a los 1 500 kg / ha), Reyna y Carmona (1994).

En la Llanura Norte, estas condiciones se manifiestan en una estrecha franja al oriente de la Provincia de Pinar del Río entre los pueblos de Bahía Honda a Mariel, en la Llanura Sur esta franja es mucho más amplia extendiéndose desde Cabo Corrientes a Cabo Francés, reapareciendo en La Coloma y continuando hacia el oriente de dicha provincia, la superficie para la explotación del cultivo de amaranto es mayor que en la norte. En la Isla de la Juventud estas condiciones están presentes en la llanura costera sur, desde Cabo Pepe a Punta del Este.

Las fajas con condiciones regulares se ubican inmediatamente después de las zonas con buenas condiciones (hacia el centro de la Provincia de Pinar del Río), esta categoría en la llanura norte aparece desde el pueblo de Santa Lucía y aunque estrecha, se hace continua hacia el este de la provincia, en la Llanura Sur esta categoría se encuentra en una franja continua desde el Cabo de San Antonio, parte de la llanura de Guanahacabibes, punta de Avalos, Isabel Rubio, San Luis, y continúa en el resto de la provincia hacia el Este, en una posición intermedia entre las zonas de buenas y malas condiciones pluviotérmicas. En todos los sitios antes mencionados, la precipitación es de 1 200 a 1 400 mm y la temperatura de 24 a 26° C. Estas condiciones en la Isla de la Juventud describen un arco que bordea por el Norte y Este a las malas condiciones, extendiéndose desde Punta de Barcos a Punta del Este y al Sur ocupa una franja intermedia entre las malas y buenas condiciones, ocupando al Oeste desde Punta Francés a Cabo Pepe y la Ciénaga de Lanier.

El resto de la Provincia de Pinar del Río mostró condiciones malas, debido principalmente a la precipitación, ya que excede los 1 400 mm, lo cual provocaría pudrición en la raíz del amaranto; esta categoría ocupa la mayor área de la Provincia de Pinar del Río, en una franja estrecha al norte de la Península de Guanahacabibes, reapareciendo en la zona de Mantua a Dimas y extendiéndose por todo el centro hacia el Este, limitando con las regulares condiciones. Esta categoría presenta dos variantes pues aunque la precipitación es la misma, la temperatura puede ser buena (16 - 24° C) o regular (24 - 26° C).

En la Isla de la Juventud esta categoría forma un núcleo bordeado por las regulares condiciones por el Norte, Este y Sur, ocupando también gran parte del municipio.

En cuanto al periodo de crecimiento por disponibilidad de agua en el área en estudio, se puede apreciar en los climogramas (**Mapa 2**) que las precipitaciones siempre superan la mitad de la ETP, esto permite considerar que existen posibilidades para el cultivo del

amaranto a lo largo de todo el año, ya que a pesar de las diferencias de relieve el comportamiento de las variables es semejante, así como la existencia de un periodo intraestival (canícula), bien definido en las estaciones situadas en las llanuras (Isabel Rubio, San Juan y Martínez, Paso Real de San Diego, Nueva Gerona y Bahía Honda), no así en las estaciones localizadas en zonas elevadas como son los casos de Amistad y Ciro Redondo.

Conclusiones

En el área en estudio la temperatura es bastante homogénea, dado que no tiene una marcada variabilidad espacial, no así la precipitación, cuya variabilidad se manifestó al obtener la zonificación pluviotérmica para el cultivo del amaranto. Las tres áreas resultantes: buenas, regulares y malas se definieron fundamentalmente con base en este parámetro.

Las zonas buenas se caracterizan por tener de 800 a 1 200 mm de lluvia al año y temperaturas superiores a 24° C, ocupan pequeñas franjas discontinuas latitudinales y costeras.

Las áreas con regulares condiciones (precipitación de 1 200 a 1 400 mm y temperatura de 24 a 26° C) están ubicadas hacia el interior de la Provincia de Pinar del Río y de la Isla de la Juventud, cubren una mayor superficie y se distribuyen en forma de franjas continuas.

El resto con precipitaciones superiores a 1 400 o inferiores a 600 mm de lluvia y temperaturas mayores de 26 y menores de 14° C, ocupan las categorías malas y se extienden ampliamente en el territorio estudiado.

Las zonas obtenidas con buenas y regulares condiciones pluviotérmicas coinciden con las llanuras bajas y planas, y podrían tener limitantes como por ejemplo el mal drenaje y la salinización de los suelos, por lo que se requiere de un estudio de las condiciones edáficas que permita establecer una zonificación agroecológica más precisa para el cultivo del amaranto.

Hay presencia de amarantos silvestres, con amplia cobertura, principalmente en la Provincia de Pinar del Río, donde predomina, sobre todo abundantemente, *A. spinosus*, *A. dubius* y *A. hybridus*, que avalan la adaptación del género en esta región caribeña.

Agradecimientos

Los autores agradecen a sus respectivas Universidades, el apoyo recibido para la realización de esta investigación, así como al Comité de Colaboración Económica (CECE), actual Ministerio para la Inversión Extranjera y la Colaboración Económica (MINVEC), y al

Ministerio de Educación Superior (MES) de Cuba; al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a la Dirección General de Intercambio Académico (DGI-UNAM) de México. También a Sandra Gort, María Eugenia Valdéz y a María del Carmen Guzmán Martínez, por el apoyo logístico.

Referencias

- Barrales D., J. S., R. J. García y H. C. Meztiza (1991). "Influencia de la precipitación pluvial sobre el desarrollo del Amaranto", en *Primer Congreso Internacional del Amaranto*, Oaxtepec, Mor., México, PUAL - UNAM, p. 52.
- Colegio de Posgraduados (1990). *Manual de la metodología para evaluar la aptitud de las tierras para la producción de cultivos básicos en condiciones de temporal*, Tijerina Chávez, L. y C. A. Ortiz Solorio (comps.), 112 p.
- Collazo, M., I. Peláez, E. Soto, I. Balbín, F. Ortega, M. Pérez, J. Pardo, B. García, M. Castro y M. Díez (1991), "Aspectos fisiológicos del amaranto en Cuba. II Dinámica del crecimiento y rendimiento", en *Primer Congreso Internacional del Amaranto*, Oaxtepec, Mor., México, PUAL - UNAM, p. 55.
- De La Luz, A. M. (1996), "Especies silvestres cubanas del género *Amaranthus L.*", en *Taller Cuba-México. Potencialidades y Usos del Amaranto*, Universidad de La Habana, Cuba y Universidad Nacional Autónoma de México, La Habana, Cuba, vol. único, pp. 8-9.
- Fernández, J. M., T. López y T. Reyna T. (1995), "Regionalización agroecológica preliminar para el cultivo del *Amaranthus cruentus* en la Provincia de Pinar del Río, Cuba", en *V Encuentro de Geógrafos de América Latina*, Universidad de La Habana y Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, Cuba, p. 103.
- Fernández, J. M., T. Reyna T. y T. Lopez D. (1997), "El *Amaranthus* spp. Planta con perspectiva alimentaria", en *II Taller Científico Internacional. Georural II*, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba, p. 22.
- Izquierdo, R. A. (1989), "Precipitación Media Anual. 1964 - 1983", en *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*, Inst. de Geografía ACC, Inst. Cubano de Geodesia y Cartografía e Inst. Geográfico Nacional (España), Sección VI Clima, Mapa 31.
- Lapinel, P. B. (1989), "Temperatura media anual del aire", en *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*, Inst. de Geografía ACC, Inst. Cubano de Geodesia y Cartografía e Inst. Geográfico Nacional (España), Sección VI Clima, Mapa 15.

- López D., T., E. Carmona J., T. Reyna T. y J. M. Fernández L. (1994), "Fuente alternativa alimentaria: el amaranto", en *Transformación del Medio Rural. Georural 94. Taller Científico Internacional*, Universidad de La Habana y Universidad Toulouse-Le Mirail, Francia, 1 p.
- Marrero, R. A., J. M. Pérez J., E. Suárez E. y E. Vega L. "Suelos", en *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*, Inst. de Geografía ACC, Inst. Cubano de Geodesia y Cartografía e Inst. Geográfico Nacional (España), Sección IX Suelos, Mapa 1.
- Mateo, R. J y M. Acevedo G. (1989), "Regionalización Físico - Geográfica", en *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*, Inst. de Geografía ACC, Inst. Cubano de Geodesia y Cartografía e Inst. Geográfico Nacional (España), Sección XII Paisajes, Mapa 5.
- Palacio Prieto, J. L. y L. Luna González (1993). *Sistema de Información Geográfica. Introducción al Manejo del Integrated Land and Water Management Information System (ILWIS) (version 1.3)*, International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC) Enschede, Países Bajos, Instituto de Geografía, UNAM, México, 65 p.
- Peláez, I. I., E. Soto, I. Bejottes M., I. Herrera R. I. y M. Collazo M. (1991), "Aspectos fisiológicos del amaranto en Cuba. I características bioquímicas y nutricionales", en *Primer Congreso Internacional del Amaranto*, Oaxtepec, Mor., México, PUAL - UNAM, p. 80.
- Reyna Trujillo, T. (1986), "Requerimientos climáticos para el cultivo del Amaranto (*Amaranthus spp*) en México", en *Primer Seminario del Amuranto*, Chapingo, México, pp 81-89
- Reyna Trujillo, T., M. Taboada S. y A. Granjeno C. (1991), "Distribución y clima del género *Amaranthus* en Morelos, México", en *Primer Congreso Internacional del Amaranto*, Oaxtepec, Mor., México, PUAL - UNAM, p. 53.
- Reyna Trujillo, T. (1993), "Amaranto y Quinoa: Cultivos Alternativos de Importancia Alimenticia", *GEO-UNAM*, vol. 2, núm. 4, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 6-13
- Reyna Trujillo, T. y J. M. Fernández L. (1993), "Regionalización pluvio-térmica para el cultivo del *Amaranthus cruentus* en Pinar del Rio, Cuba", en *Memoria VI Congreso Nacional de Meteorología y II Congreso Iberoamericano del Medio Ambiente Atmosférico*, (CIAMAA/93), México, pp. 191-192.
- Reyna Trujillo, T., E. Carmona, J. M. Fernández L. y T. López D. (1993), "Regionalización edafoclimática para la adaptación y cultivo de especies de *Amaranthus* en Cuba", en *IV Simposio de Botánica*, Palacio de Las Convenciones y EXPOCUBA, La Habana, Cuba, p. 268.
- Reyna Trujillo, T. y E. Carmona J. (1994), "Caracterización pluviométrica y distribución del *Amaranthus* en México", *Investigaciones Geográficas Boletín*, Instituto de Geografía, UNAM, México, núm. 29, pp. 67-90.

- Reyna Trujillo, T. y J. M. Fernández L. (1996), "Aptitud pluviotérmica para el *Amaranthus* spp. en Pinar del Río", en *Taller Cuba-México Potencialidades y Usos del Amaranto*, Universidad de La Habana, Cuba y Universidad Nacional Autónoma de México, La Habana, Cuba, vol. único, pp. 12-14.
- Reyna Trujillo, T., J. M. Fernández L. y O. Muñiz (1996), "Importancia alimentaria del *Amaranthus* spp y del *Brosimum alicastrum*", en *II Foro Internacional Cuba - México sobre Abasto Alimentario*, La Habana, Cuba, p. 8.
- Reyna Trujillo, T. y E. Ortega D. (1997), "Investigaciones de Amaranto (*Amaranthus* spp) en Cuba", *Investigaciones Geográficas Boletín*, Instituto de Geografía, UNAM, México, núm. 34, pp. 115-118.
- Universidad de La Habana, Cuba y Universidad Nacional Autónoma de México (1996), *Taller Cuba-México Potencialidades y Usos del Amaranto*, La Habana, Cuba, vol. único, 77 p.