

DATOS ANEXOS FUNDAMENTALES

Ponencia titulada: “ Zonificación agroecológica de *Theobroma cacao*, Lin para el Macizo montañoso Nipe - Sagua – Baracoa “

Nombre y apellidos del autor: MsC. Giclis Manuel Suárez Venero

Nombre y apellidos de los coautores: MsC. Rey F. Guarat Planche
Ing. Zaimara Vázquez Lavaut
Ing. Antonio Vantour Cause
Dr. C. Eduardo Garea Llanos
Ing. Eblis Sánchez

Del autor principal:

Teléfono: 82 120

Email: gicliweb@yahoo.es

Provincia: Guantánamo

Municipio: El Salvador

Centro y Organismo donde se está aplicando el trabajo: Empresas Agropecuarias de café y cacao de las provincias Guantánamo, Holguín y Santiago de Cuba, del MINAGRI

Resumen teórico: Los resultados permitieron definir tres zonas: zonas óptimas, zonas medianamente óptimas y zonas aceptables. Con el uso del SIG se pudo obtener la representación de las zonas por medio de un mapa a escala 1: 100 000, observando un área total de 25 123 ha con condiciones agroecológicas adecuadas en las diferentes categorías de zonificación. Para cada zona se recomendaron las tecnologías a tener en cuenta. Actualmente los resultados del trabajo se han aplicado en las Provincias de Guantánamo, Holguín y Santiago de Cuba en correspondencia con el plan de desarrollo estratégico 2005 – 2010.

Consideraciones de si puede ser generalizada en la Provincia, la rama u otros sectores nacionales: Los resultados se encuentran en proceso de generalización por su aplicación en las empresas agropecuarias del Macizo.

Beneficios: En el trabajo se exponen los aportes y beneficios económicos, Sociales y ecológicos por la aplicación de los resultados en las Empresas Agropecuarias del macizo.

Categoría que obtuvo en la Provincia: Relevante

Categoría que obtuvo en el Municipio: Destacado

Categoría que obtuvo en la Base: Relevante

Si está protegida o no: No.

FORUM DE CIENCIA Y TECNICA

Título: “Zonificación agroecológica de *Theobroma cacao*, Lin para el Macizo montañoso Nipe - Sagua – Baracoa “

Autor Principal: MsC. Giclis Manuel Suárez Venero

Coautores: MsC. Rey F. Guarat Planche
Ing. Zaimara Vázquez Lavaut
Ing. Antonio Vantour Cause
Dr. C. Eduardo Garea Llanos
Ing. Eblis Sánchez

Institución: Centro de Desarrollo de la Montaña

Organismo: CITMA

Municipio: El Salvador, Guantánamo

2006

“ Año de la Revolución Energética en Cuba “

INDICE

	Pág.
Resumen -----	3
Introducción -----	4
Desarrollo -----	4
Materiales y Métodos -----	4
Discusión de los resultados -----	8
Valoración económica -----	25
Aporte social -----	26
Aporte medioambiental y científico -----	27
Conclusiones y Recomendaciones -----	28
Bibliografías -----	29
Anexos -----	31

RESUMEN

El trabajo se desarrolló con el objetivo de realizar la zonificación agroecológica para el cultivo del cacao en el macizo montañoso Nipe Sagua Baracoa. Las actividades se desarrollaron en el Centro de Desarrollo de la Montaña y en los sitios donde se encuentra establecido el cultivo en todo el macizo objeto de estudio. Para el desarrollo del mismo se aplicó la metodología general de la FAO (1997) teniendo en cuenta además los elementos socioeconómicos y tecnológicos que influyen en los aspectos productivos del cacao en Cuba, para lo que se aplicó un sistema de encuesta como método de investigación sociológica. Se realizó una profunda revisión sobre los requerimientos agroecológicos del cacao utilizando fuentes de información de Cuba y del mundo y argumentada con los criterios de los 5 mejores expertos del cacao en Cuba. Se realizó una caracterización agroclimática, edáfica, fisiográfica y socioeconómica de la región relacionado con el cultivo del cacao. Los resultados permitieron definir tres zonas: zonas óptimas, zonas medianamente óptimas y zonas aceptables. Con el uso del SIG se pudo obtener la representación de las zonas por medio de un mapa a escala 1: 100 000, observando un área total de 25 123 ha con condiciones agroecológicas adecuadas en las diferentes categorías de zonificación. Para cada zona se recomendaron las tecnologías a tener en cuenta. Actualmente los resultados del trabajo se han aplicado en las Provincias de Guantánamo, Holguín y Santiago de Cuba en correspondencia con el plan de desarrollo estratégico 2005 – 2010.

INTRODUCCIÓN

Es conocido que para lograr un adecuado crecimiento y desarrollo de los cultivos es imprescindible tener en cuenta las condiciones agroecológicas de la región objeto de análisis. Sin embargo son muchos los factores que atentan contra la rentabilidad productiva en la rama agrícola, por ello la zonificación agroecológica es una de las principales herramientas para disminuir los riesgos a los que está sometida la agricultura actual. (Silva, 1994).

La zonificación agroecológica de los cultivos se entiende como la distribución de las plantas cultivadas en una determinada área, región o país, conforme a las exigencias agroecológicas de las especies, a lo que se debe añadir, según Benacchio (1984) "y su capacidad de conservación del potencial productivo del área". Esta es la delimitación de áreas, dentro de la geografía de un país para un cultivo, o sea se refiere a la delimitación cartográfica y la capacidad de las distintas áreas de la geografía nacional para determinado cultivo de acuerdo a las características agroclimáticas y fisioedáficas de cada zona y a las necesidades de dicho cultivo a determinadas condiciones ambientales.

Los cultivos de café y cacao constituyen rublos de interés económico en las montañas. Ambos poseen culturas similares en similares ecosistemas de desarrollo. Desde el punto de vista de los estudios de zonificación en Cuba, no se tienen antecedentes para el cultivo del cacao, sin embargo para el cultivo del café Soto et al. (2001) llevaron a cabo diferentes estudios con resultados alentadores en la zonificación del café en los macizos montañosos Sagua-Nipe-Baracoa, Sierra Maestra y Guamuhaya.

En Cuba, Ruiz et al (1986) a través del Instituto de suelos realizaron estudios de zonificación para varios cultivos incluyendo el café y el cacao para el macizo Nipe Sagua Baracoa. En el informe de los resultados solo se refirió a que en estas condiciones existían características del clima diferentes al resto de las regiones de Cuba y que la región posee positivas características edafológicas para el cultivo en relación a los requerimientos del mismo, sin llegar a criterios de distribución y mapificación.

Las plantaciones de cacao en el mundo están ubicadas entre los 20°N y los 20°S de la línea ecuatorial, con la mayor concentración en los 10° a ambos lados de la misma. En Cuba el 81.7 % del área nacional está representada dentro del macizo Nipe Sagua Baracoa y dentro de este, el 88 % de la producción nacional se encuentran dentro de la Provincia de Guantánamo. Cuba es un pequeño país productor (2000 t) y exportador de cacao, sin embargo, su producto se destaca por la calidad. Los rendimientos actuales promedian los 84 qq/cab, rendimientos aún bajos comparados con países productores como: Costa de Marfil, Indonesia, Ghana, Nigeria, Brasil, Camerún, Ecuador y Malasia. Constituye una meta para el productor cacaotero cubano obtener primero más de 100 qq/cab (0.34 t/ha) y luego poder llegar al potencial del rendimiento (1 t/ha) en correspondencia con las condiciones agroecológicas de cada lugar.

Reviste especial atención el establecimiento del cacao en el lugar adecuado y condiciones óptimas para su desarrollo. Por ello el **objetivo general** del trabajo fue la determinación y representación de las zonas agroecológicas para el establecimiento del cacao en el macizo montañoso Nipe Sagua Baracoa.

DESARROLLO

Materiales y Métodos

La investigación se desarrolló desde Junio/2003 – Junio/2006 en el Centro de Desarrollo de la Montaña ubicado en Limonar de Monte Ruz, El Salvador, Guantánamo, además de las actividades que se desarrollaron en 14 sitios que corresponden a los ecosistemas cacaoteros existentes en los dos macizos montañosos del oriente del país. La metodología general utilizada fue la descrita por la FAO (1997) para los estudios de zonificación agroecológica de los cultivos.

Para poder establecer las bases para la zonificación agroecológica del cacao, resultó imprescindible tener toda la información sobre el comportamiento del cultivo en las diferentes condiciones agroecológicas representativas, por ello en una primera etapa se realizó una profunda revisión sobre los requerimientos agroecológicos del cacao en Cuba y en el mundo, la cuál se realizó en las bibliotecas especializadas y locales de información del MINAGRI, además de la información internacional, el internet, documentos existentes en el MINAGRI y fuentes de información clásica sobre el cultivo. La información se organizó en una base de datos creada al efecto utilizando Access bajo Windows que contiene los siguientes datos: a)- Número de registro, b)- Autor, c)- Sitio, d)- Provincia, e)- Municipio, f)- País, g)- Año, h)- Origen y i)- Fuente. La información recopilada consistió en el registro de las condiciones edafoclimáticas (lluvias, temperatura, HR y suelo), además de la altura, producciones y número de cosechas.

Se realizó una caracterización agroclimática, edáfica, fisiográfica y socioproductiva de las principales zonas cacaoteras.

Caracterización agroclimática

Se utilizaron los indicadores Suma de las Probabilidades Acumuladas con ordenamiento (SPA) y Análisis Frecuencial de las Precipitaciones (AFP) según Gulinova (1974) y Ortiz (1987), así como la metodología descrita por la FAO (1988). Para el caso del SPA se utilizaron los datos de precipitaciones de 20 años en las Estaciones Meteorológicas más cercanas a las zonas cacaoteras. Para el AFP la evapotranspiración potencial se estimó utilizando la fórmula de Ivanov (1975):

$$E_{tp} = 0.0018 (T_{M \text{ med.}} + 25)^2 (100 - H_{R \text{ med.}})$$

Donde:

E_{tp} = Evapotranspiración potencial (mm)
TM med. = Temperatura media (°C)

HR med. = Humedad relativa media (%).

Para la clasificación climática de las zonas se utilizó el criterio de Thornthwaite y Mather (1957) utilizando el índice efectivo de humedad por la fórmula:

$$Im = (P/E_p - 1) \times 100$$

Donde:

Im = Índice efectivo de Humedad

P = Precipitación anual (mm)

E_p = Evapotranspiración potencial anual (mm)

Los criterios de clasificación y límites entre los tipos climáticos fueron:

<u>Índice efectivo de humedad</u>	<u>Tipo climático</u>
Mayor que 100	Super húmedo: A
80 – 100	Húmedo B4
60 – 80	Húmedo B3
40 – 60	Húmedo B2
20 – 40	Húmedo B1
0- 20	Húmedo y subhúmedo: C2
- 33.3 – 0	Seco y Subhúmedo: C2
- 66.7 a -33.3	Semiárido: D
Menor que – 66.7	Arido: E

Específicamente en cuanto al clima, para la temperatura del aire y debido a que en el área de estudio no existen suficientes estaciones meteorológicas, se realizaron correlaciones de las existentes con las ubicadas en las zonas más llanas próximas al macizo montañoso y se establecieron diferentes gradientes por altura, llegándose a las relaciones que señala Soto (2001), coincidiendo con otros autores. Para el análisis de la temperatura media del aire se utilizó unas series de datos de 20 años creadas a partir de las observaciones realizadas en las estaciones meteorológicas cada 3 horas y donde se calcularon las medias diarias a partir de las observaciones y las medias mensuales y anuales por medio de estas. La información fue organizada en una base de datos digital creada con la utilización de Excel bajo Windows.

Para el análisis de las lluvias se utilizó una serie de datos de 30 años en 5 estaciones meteorológicas del Instituto de Meteorología y 151 pluviómetros del instituto Nacional de Recursos Hidráulico. Para establecer la posible existencia de diferencia significativa entre los acumulados de lluvias de los pluviómetros y las estaciones pluviométricas por Provincias y por regiones, se emplearon los métodos estadísticos de análisis de varianza y dótimas de comparación múltiple de medias de Tukey para $p \leq 0.05$.

La base de datos pluviométricos se creó procesando la información de cada equipo, obteniéndose la lluvia media mensual, media anual y por períodos estacionales. Se seleccionaron algunos pluviómetros representativos de la zona para confeccionar gráficos estacionales.

Para la caracterización edáfica se realizó un trabajo de campo el cuál se ejecutó a partir de las normas y principios establecidos en la metodología del Instituto de Suelos que facilitó el mapeo y cartografía de los suelos aplicando el método genético – geográfico comparativo. Se muestrearon los suelos en cada zona cacaotera representativa realizando los análisis químicos de suelos con objetivos de la actualización del cartograma agroquímico en cada una de las zonas.

En el análisis de la **caracterización fisiográfica** se tuvo en cuenta el relieve, lo cuál mediante las hojas cartográficas de la zona a escala 1: 100 000, se llevó a cabo un proceso de escaneado y posteriormente se digitalizaron las curvas de nivel con equidistancia de 200 m mediante el SIG MAPINFO, quedando incluidas las alturas de 200 – 1000 msnm. A partir del mapa resultante, se elaboró el mapa de pendiente utilizando el SIG IDRISI, donde se tomaron las pendientes desde 0 hasta mayores de 45 %.

Para la caracterización socioproductiva se realizó un diagnóstico y levantamiento de las condiciones integrales para el desarrollo del cultivo en sitios representativos de los macizos montañosos objeto de estudio. La misma permitió la caracterización de los ecosistemas actuales del cacao teniendo en cuenta los factores climáticos, edáficos, ecofisiológicos y ecológicos, así como los aspectos sociales que influyen en los mismos. Para la realización del diagnóstico y levantamiento se realizaron recorridos por los sitios donde se encuentra establecido el cacao fundamentalmente en cuatro provincias, trece municipios, y 17 sitios. De cada sitio se visitaron 10 campos en los cuales se utilizó el método de observación directa para la evaluación de las características generales de las plantaciones en específico y del ecosistema en general.

Se aplicó una encuesta como método de investigación sociológica, para la prospección tecnológica en los sitios estudiados, la misma estuvo formada por preguntas abiertas y cerradas, además de las estratificadas que permitieron obtener una información general sobre el comportamiento del factor tecnológico.

Los datos productivos y de superficie históricos fueron registrados por medio de la información directa emitida por los decisores de la producción en las diferentes estructuras organizativas y a nivel Municipal por el GEAM (2005). La información registrada posibilitó la creación de una base de datos utilizando la herramienta informática Access bajo Windows que permitió definir las condiciones favorables de desarrollo del cultivo.

Para determinar la relación entre los factores climáticos y los rendimientos se realizó un análisis de correlación simple y análisis según significación del coeficiente de correlación.

Para definir y unificar opiniones sobre los requerimientos agroecológicos del cacao, en la investigación se obtuvo el criterio de los 5 expertos del cacao en Cuba, aplicando un diálogo semiestructurado en temas de interés para el estudio de la zonificación. Se aplicó un sistema de codificación por peso de evidencia de los criterios de expertos siguiendo la metodología del método analítico jerárquico (SAADI). Los expertos fueron:

- 1- Ing. José Márquez ----- Especialista principal del cacao en Cuba

(MINAGRI)

- 2- Ing. Felipe Martínez ----- Investigador de la Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao.
- 3- Ing. Miguel Menéndez ----- Investigador de la Estación de Investigaciones de Cacao de Baracoa
- 4- Urbano Rodríguez ----- Maestro de Agricultura Empresa cacao de Baracoa
- 5- Ing. Eulices Toirac ----- Especialista de la Empresa cacao de Baracoa

Discusión de los Resultados

Ubicación geográfica y geomorfológica del área de estudio

El macizo montañoso Nipe Sagua Baracoa ocupa parte de las Provincias de Holguín, Guantánamo y Santiago de Cuba, tiene un ancho máximo de 50 Km. y un largo de 187 Km., su extensión abarca una superficie aproximada de 7831.9 Km² (Orlay y Martín 1999). Constituye una de las regiones montañosas de Cuba ubicada en el extremo nordeste del país, la cuál limita por el norte, este y sur con la llanura costera abrasivo acumulativa y por el oeste y suroeste con la región del valle central, formado por la llanura de Songo - La Maya y la llanura de Guantánamo.

Desde el punto de vista geomorfológico y teniendo en cuenta la regionalización geomorfológica de Cuba (Portela et al. 1988), esta región está conformada por cuatro bloques erosivos tectónicos, los cuales se expresan en el relieve en montañas bajas y premontañas en forma de mesas con alturas entre 400 – 1200 m y pendientes predominantes entre 15 – 55 grados (ACC, 1989). Las montañas presentan una distribución latitudinal oeste – este y se encuentra formada por tres grupos de ellas “Sierra de Nipe”, “Sierra de Cristal”, “Cuchillas del Toa2 y las “Culichas” donde se encuentra la “Sierra del Purial”, “Sierra de Imias” y “Sagua Baracoa” que es el grupo más oriental.

Dentro del macizo el cacao se distribuye entre las Provincias de Guantánamo, Holguín y Santiago de Cuba. (mapa 1)

Requerimientos agroecológicos del cacao y caracterización de las zonas cacaoteras

Tabla 1. Requerimientos agroecológicos del cacao en Cuba consultados por Referencias.

PARAMETROS	VALORES REQUERIDOS	FUENTES CITADAS (%)
Precipitaciones (mm)	+ 1 500 anual + 100 mensual	99.5
Humedad Relativa (%)	60 – 90	32.1
Temperatura (°C)	22 -28	98.3
Altura (msnm)	- 700	97.2
Pendiente (%)	- 30	92.1
Tipo de suelo	Areno arcilloso Arcillo arenoso	54.3
Profundidad (cm)	+ 60	78.1
Fertilidad	Fértil (+ 3 % M.O)	95.8
pH	6.5 - 7	97.8
Velocidad del viento (m/s)	2	85.3

CARACTERIZACION AGROCLIMATICA

Cada especie experimentará un confort específico en correspondencia con las condiciones climáticas dentro del resto de las condiciones que interactúan en el medio. En los estudios de zonificación agroecológica la caracterización agroclimática es un elemento esencial para evaluar el nivel de desarrollo del cultivo frente a los factores climáticos del medio que los rodea, aspecto que trata la agroclimatología que evalúa la aptitud de los territorios, regiones o zonas respecto a las condiciones climáticas, para la satisfacción de los requerimientos de los sistemas agrícola.

Requerimientos hídricos

De los factores climáticos las **lluvias** han constituido un tema polémico entre varios autores. No puede fijarse un límite de lluvias normales más allá del cuál estos comienzan a ser perjudiciales, porque es la frecuencia lluviosa más que el total precipitado lo que tiene mayor importancia, aunque uno y otro no dejan de estar aparentemente relacionados. No obstante cada país tiene su propia característica a este respecto (Nosti, 1972). Por lo general los valores de precipitaciones que se informan para el normal crecimiento y desarrollo del cultivo del cacao sobrepasan los 1250 mm anuales, lo que significa 100 mm mensuales, con un valor óptimo de más de 1 500 mm anuales. En nuestro país las zonas que se aprueban para plantar cacao, no podrán tener un régimen de precipitaciones menor de 100 mm mensuales o de lo contrario completar el déficit de humedad en el suelo con riego, esto no quiere decir que en regiones donde la lluvia sea menor el cacao no puede subsistir y crecer.

Balance hídrico

El balance hídrico es la relación entre la humedad que se ingresa por las precipitaciones y la que se pierde por evapotranspiración.

Los resultados del **análisis de las probabilidades acumuladas** de las lluvias por el método del ordenamiento en el macizo Nipe Sagua Baracoa, reflejaron que en las 6 localidades caracterizadas y para un 75 % de probabilidad, las lluvias fueron mayor que las indicadas para el cultivo (Fig. 1 – 6).

Fig. 1 Curva de las SPA de las Precipitaciones Localidad de Sabanilla (Baracoa)

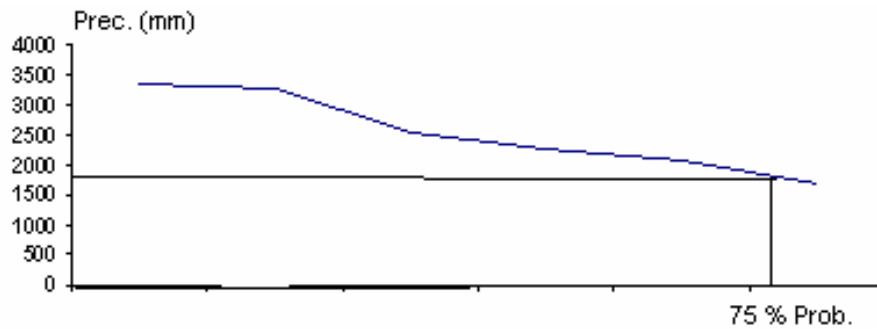


Fig. 2. Curva de las SPA de las Precipitaciones Localidad de San Luis (Baracoa)

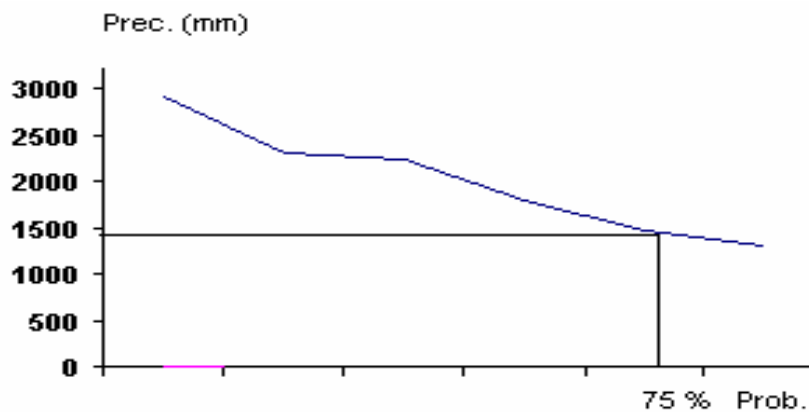


Fig. 3. Curva de las SPA de las Precipitaciones Localidad de Puriales (San A. del Sur)

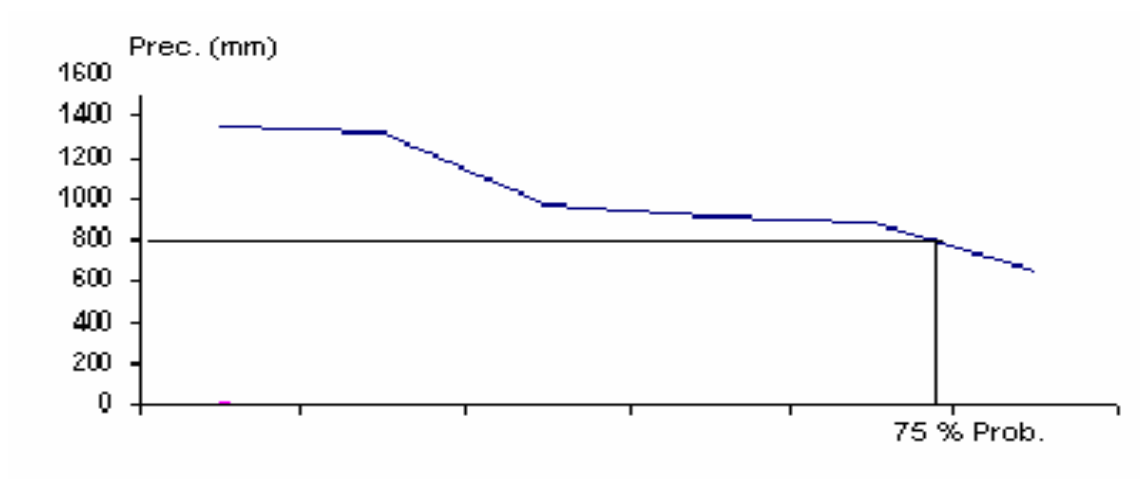


Fig. 4. Curva de las SPA de las Precipitaciones Localidad de Yateras

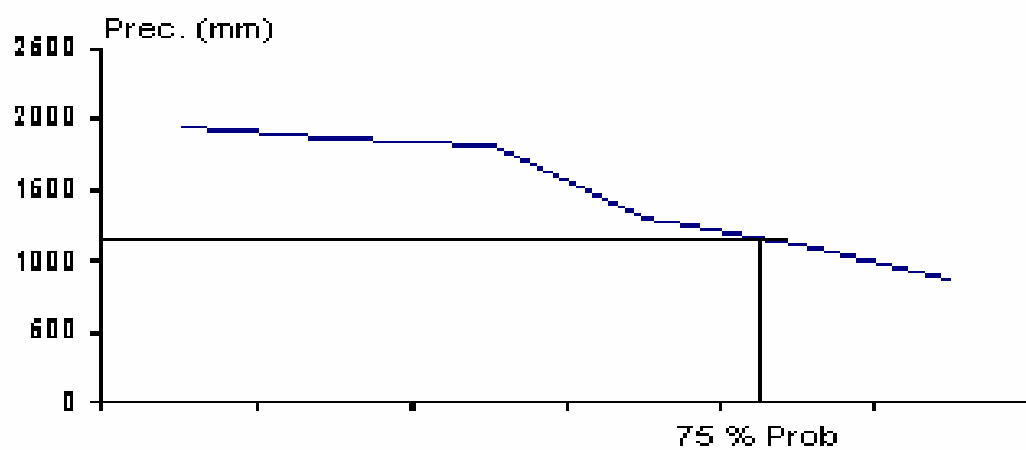


Fig. 5. Curva de las SPA de las Precipitaciones Localidad de El Salvador

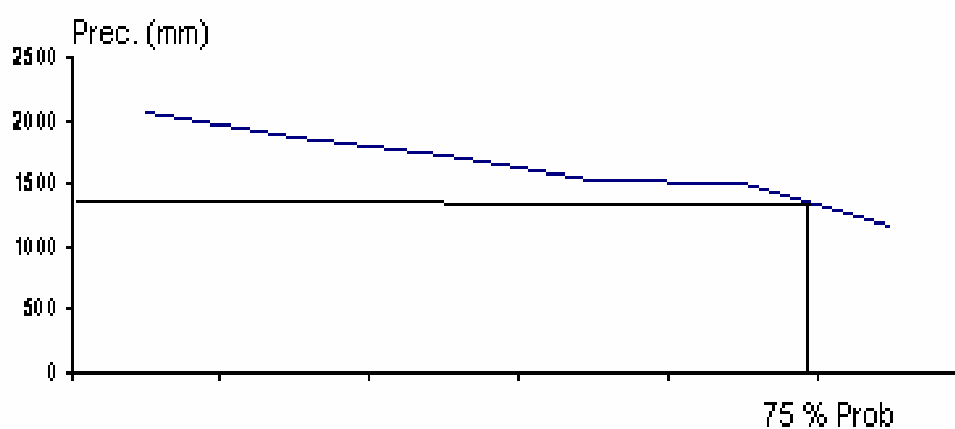
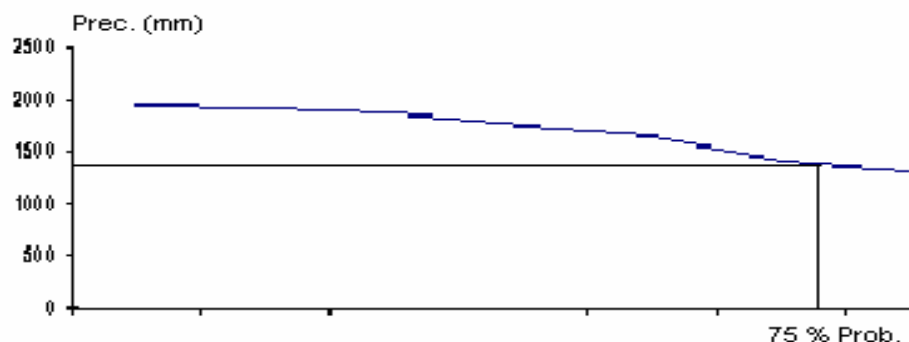


Fig. 6. Curva de las SPA de las Precipitaciones Localidad de Sagua



Los resultados obtenidos en el **Análisis Frecuencial de las Precipitaciones** expresan de forma específica que en todas las localidades a excepción de Baracoa presentaron alguna deficiencia hídrica por lo menos en tres meses, coincidiendo con el período comprendido entre Enero y Abril. (Fig. 7 – 10). Ello se corresponde con el período de crecimiento del cultivo, período que se cuenta con adecuadas condiciones de humedad y temperatura para el desarrollo normal del cacao.

Por lo general dentro del período de crecimiento se encuentran fases como la fructificación, la floración y el propio crecimiento vegetativo del cultivo. Ello significa que en todos los ecosistemas estudiados se han tenido condiciones adecuadas para el funcionamiento adecuado de estas fases fenológicas que tributan a un comportamiento fisiológico adecuado del cultivo durante este período. Ello no ha ocurrido así en las primeros meses del año, pudiendo influir en los resultados productivos por coincidir con períodos de floración en Marzo.

Fig. 7. Resultados del AFP en la localidad de San Luis (Baracoa)

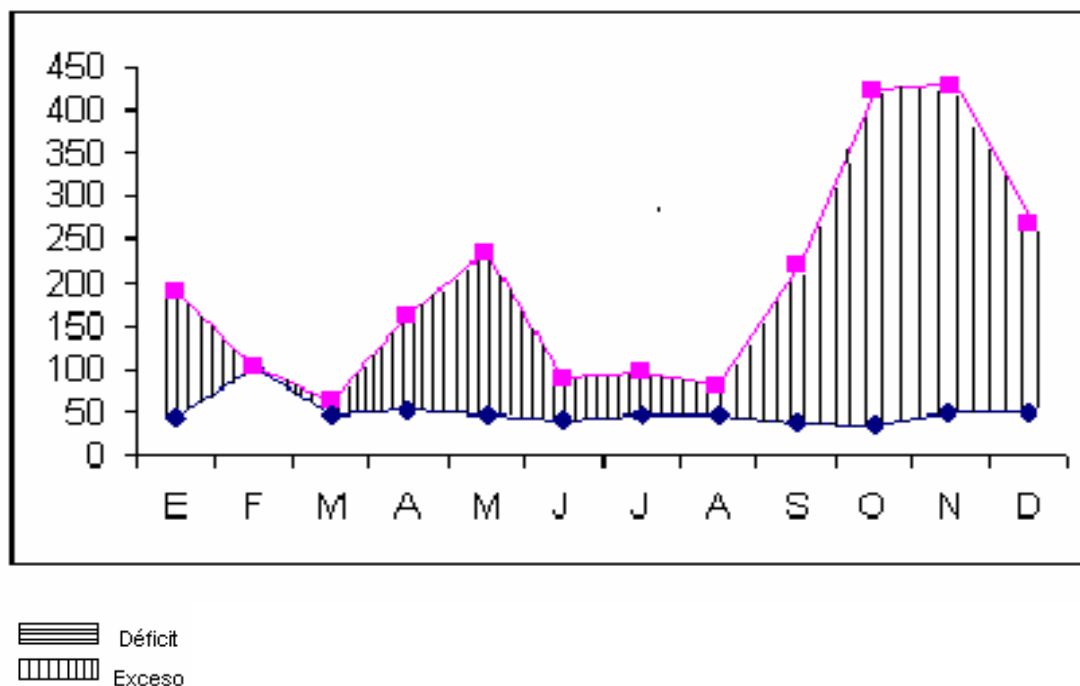


Fig. 8. Resultados del AFP en la localidad de Puriales (San Antonio del Sur)

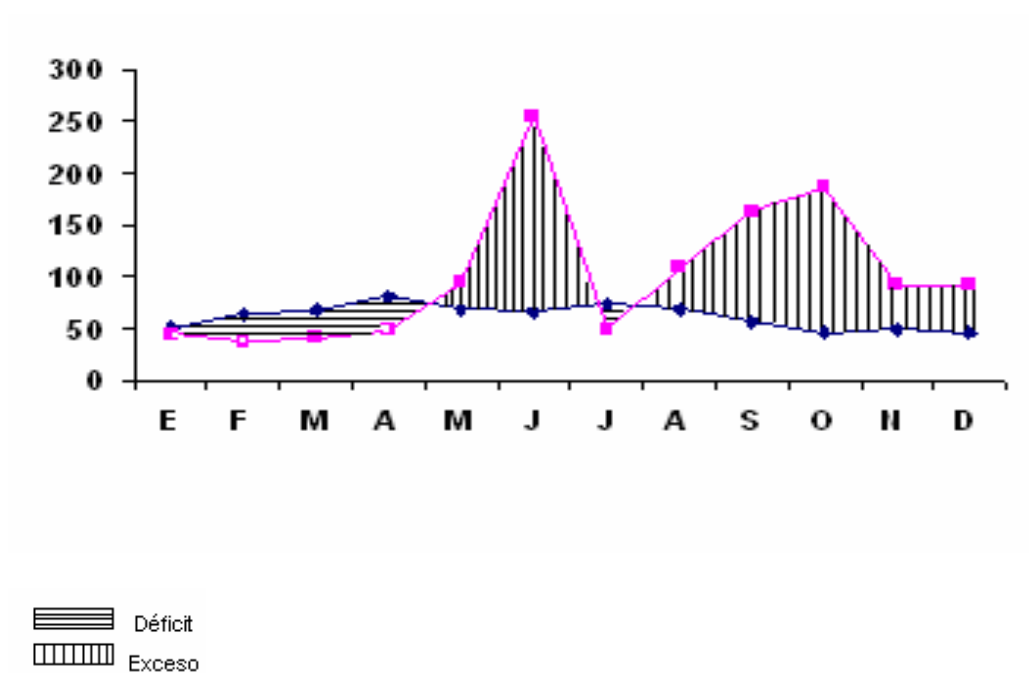


Fig. 9. Resultados del AFP en la localidad de Yateras

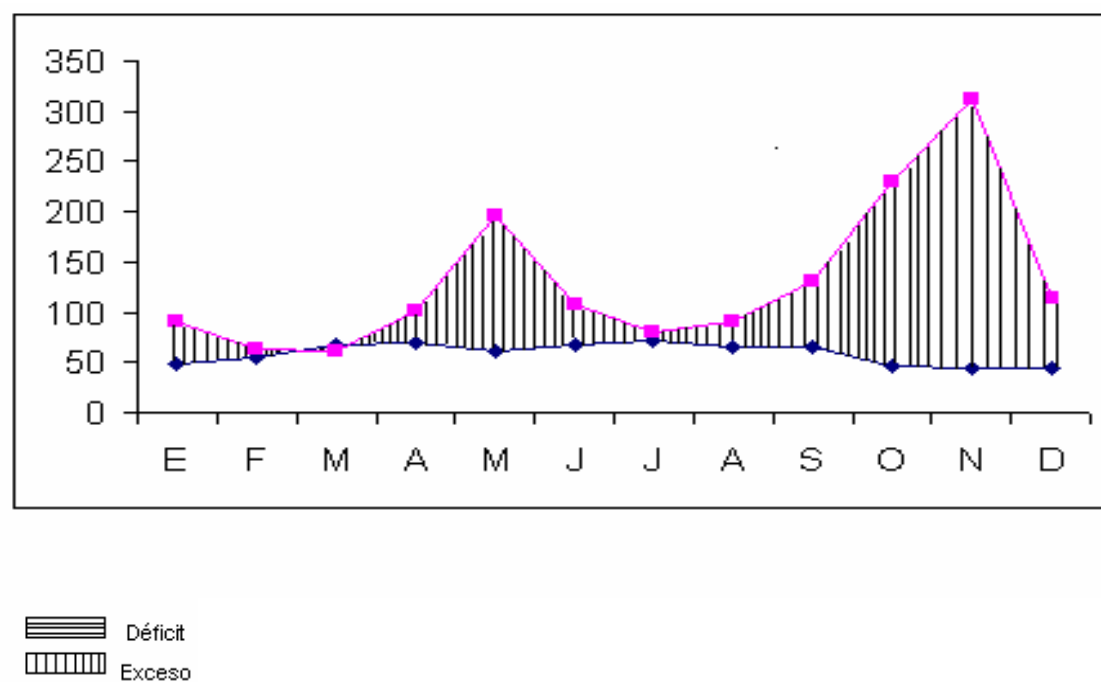
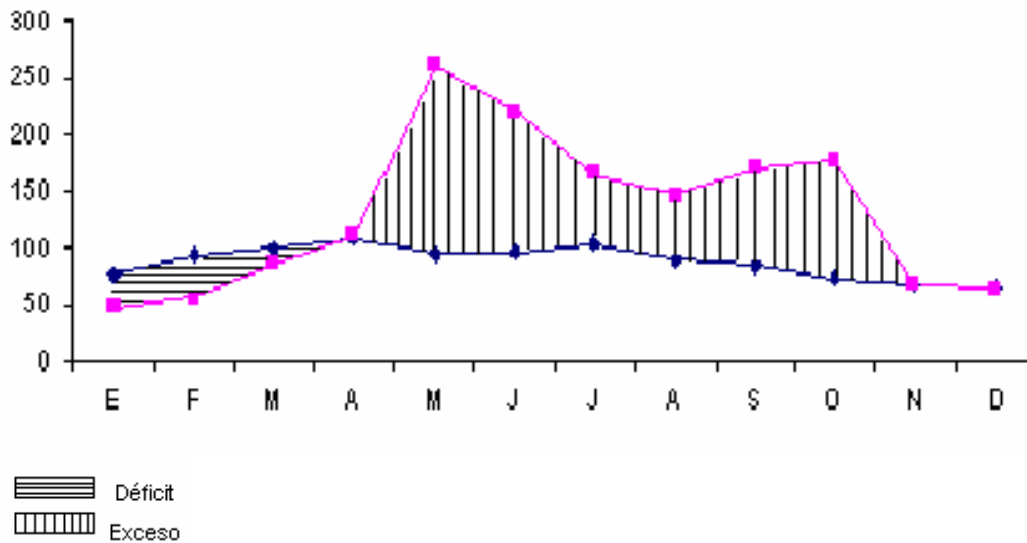


Fig. 10. Resultados del AFP en la localidad de El Salvador



La mayor deficiencia hídrica se presentó en la zona de Puriales por presentar precipitaciones mensuales entre 37.01 mm – 49.0 mm (precipitaciones por debajo de lo requerido para el cultivo del cacao) y en período donde por lo general en el cacao sucede una brotación foliar abundante (Marzo – Abril). Las mayores disponibilidades de humedad se presentaron en Baracoa y Yateras con precipitaciones mensuales de hasta 400 mm y 312 mm respectivamente en período lluvioso. Desde el punto de vista general todas las localidades se consideran de clima húmedo según la clasificación de Thorthweite y Mather (1957), coincidente con la del PNUD (1991), donde se identificaron los climas super húmedos A, húmedo B2 y Húmedo B3.

La **humedad relativa** es un factor a tener en cuenta en los ecosistemas de cacao, por su negativa influencia en la aparición y desarrollo de plagas y enfermedades, sin embargo es uno de los parámetros pocos mencionados en las fuentes revisadas. Del total de fuentes solo un 32.1 % hace alusión a este factor y con criterios de dependencia con las lluvias y las temperaturas.

Requerimientos térmicos

La generalidad en los criterios de los expertos expresan que las temperaturas no tienen una marcada influencia sobre el cultivo y exponen su relación con la altura, además de los efectos negativos de la oscilación térmica por debajo o por encima de los que requiere el cultivo.

La **temperatura** es el factor con mayor heterogeneidad en la información recopilada. Son varios los criterios que diferentes autores exponen sobre la temperatura óptima para el cacao. Respecto a la temperatura se informan aspectos tales como la oscilación térmica diaria, media, máxima y mínima, la oscilación nocturna, media anual y mensual, máximos a la sombra.

Para las condiciones de Cuba el MINAGRI (1990) plantea óptimas entre 22 - 28 °C y dentro de éste varios son los autores que plantean temperaturas óptimas de 25°C, coincidiendo con criterios de Ramos (1999) en Venezuela, Enríquez (1983) y Hardy

(1982) en Costa Rica y Hernández (1978) en Cuba, entre otros. Se plantea un límite frío de 15 °C y un límite cálido de 30 °C con una oscilación térmica diaria de 9 °C.

La temperatura influye sobre algunos factores fisiológicos del Cacao, tales como:

- n La formación de flores.
- n La madurez del fruto.
- n La pudrición de las mazorcas.
- n El crecimiento del tronco en espesor.
- n El crecimiento del fruto.
- n Ritmo de brotación foliar.
- n Superficie foliar total de los árboles.
- n La aparición de enfermedades tales como Escoba de bruja y la pudrición negra.

Otros requerimientos

En el 85.3 % de las referencias consultadas se encontraron afirmaciones sobre los **vientos** en el cultivo del cacao. Por lo general los huracanes y vientos muy fuertes pueden causar considerables daños mecánicos. Aún los vientos de escasa velocidad, cuando soplan persistentemente tienen un efecto desfavorable en el clima interior de la plantación, y si soplan del mar pueden dar lugar a una acumulación de cloruros sobre las hojas de los árboles de cacao y producir quemaduras en ellas. Para el caso específico de las condiciones de Cuba se plantea que por encima de 2 m/s se nota la influencia negativa sobre los árboles de cacao.

Requerimientos fisiográficos

En cuanto a la **altura** como parámetro fisiográfico se observó diversidad de criterios en las fuentes revisadas. Según la información recopilada los autores exponen criterios desde 0 – 1300 msnm. Estos criterios están relacionados con el país o zonas geográficas donde se trabaje. En Colombia el cacao crece bien hasta 1 300 m, en América Central hasta 650 m, en honduras hasta 800 m con rendimientos de 900 kg/ha/año, en Venezuela 1 000 – 1 250 m y en Costa Rica 1 300 m. Para el caso de Cuba se registró en un 97.2 % de las fuentes consultadas informaciones que plantean el normal desarrollo del cultivo hasta 700 msnm. Los mayores rendimientos de cacao se encuentran entre los 10 – 550 msnm dentro de las zonas diagnosticadas.

Requerimientos edafológicos

Las condiciones **edafológicas** expuestas en la tabla significa que los suelos óptimos para el cultivo deben tener texturalmente una proporción adecuada de arcilla y arena, que lo hagan ser areno arcilloso o arcillo arenoso, según criterio de la mayoría de las fuentes revisadas. Hardy (1989) citados por Ramos (1999), plantea que los suelos deben ser profundos entre 1.2 - 1.5 m, siendo los más recomendables para el cultivo aquellos que presenten la siguiente proporción de agregados de 2 mm: Arcilla 40 %, Arena 50 % y Limo de 6 – 10 %. Deben evitarse suelos arcillosos, arenosos, mal drenados o superficiales por presencia de rocas, capas arcillosas en el subsuelo o nivel

freático poco profundo. Si se barrena un suelo y la profundidad es más de un metro es buena.

En el mapa 2 se representan los tipos de suelos con vocación para el cultivo del cacao dentro del macizo montañoso Nipe Sagua Baracoa. Ellos son:

- Pardo sialítico
- Ferralítico
- Ferrítico
- Fercialítico.

RESULTADOS DE LOS LEVANTAMIENTOS SOCIOPRODUCTIVOS RELACIONADOS CON LOS REQUERIMIENTOS AGROECOLOGICOS DEL CACAO

Basados en los resultados obtenidos en los levantamientos y diagnóstico socioproductivo en los ecosistemas cacaoteros más representativos de los sitios donde actualmente se encuentra establecido el cacao, la tabla 2 muestra el comportamiento productivo del cacao y específico de algunos factores edafoclimáticos y fisiográficos en una zona con altos rendimientos promedios en 5 años (Sabanilla del Municipio Baracoa) para la validación práctica de los resultados obtenidos en la determinación de los requerimientos agroecológicos para el establecimiento del cultivo del cacao, con el comportamiento del cultivo en las diferentes zonas.

Tabla 2. Resultados de los levantamientos y diagnósticos productivos relacionados con los requerimientos agroecológicos del cacao. (Sabanilla, Baracoa).

Parámetros agroecológicos		Años				
		1999	2000	2001	2002	2003
	Rend (t/ha)	0.44	0.42	0.51	0.56	0.63
Factores climáticos	HR (%)	87	88	90.6	88.08	88.5
	Precip (mm)	3298.1	2053.3	3342.5	1678.7	2269.1
	Temp (°c)	25.9	22.3	23.8	26.7	25.4
Factores fisioedáficos	Tipo de suelo	Pardo sin carbonato				
	Pend promed (%)	0.2				
	Profundidad (cm)	+ 60				
	Relieve	Llano				
	Altura (msnm)	8 - 20				

Los análisis realizados demostraron positivos resultados productivos en las plantaciones de cacao en condiciones de clima y suelo acorde a lo expuesto anteriormente. Ello significa que desde el punto de vista edafoclimático las informaciones emanadas sobre los requerimientos agroecológicos se corroboran con la práctica en esta zona que se encuentra dentro del mayor macizo cacaotero de Cuba. En este sitio se registraron rendimientos entre 0.44 y 0.63 t/ha, en condiciones de humedad Relativa entre 87 – 90 %, Precipitaciones por encima de los 1 500 mm y

temperaturas promedias anuales entre 22 y 26 °C. Los rendimientos registrados se obtuvieron en condiciones adecuadas de suelo con profundidad de más de 60 cm, pendiente promedio de 0.2, relieve llano y un tipo de suelo donde se encuentra por lo general más del 90 % de la superficie cacaotera en el país.

Resultados similares se obtuvieron en el análisis del sitio El Jamal del mismo Municipio de Baracoa, (tabla 3), con rendimientos en los últimos 5 años entre 0.68 y 0.97 t/ha y en condiciones edafoclimáticas y fisiográficas acorde a lo planteado en las fuentes revisadas que permitieron definir los requerimientos agroecológicos para el cacao. Otros de los sitios donde se evaluaron buenos rendimientos fue en Puriales, del Municipio San Antonio del Sur (tabla 4) con rendimientos entre 0.39 y 2.09 t/ha.

Tabla 3. Resultados de los levantamientos y diagnóstico productivo
Relacionado con los requerimientos agroecológicos del cacao. Jamal.
Baracoa.

Parámetros agroecológicos		Años				
		1999	2000	2001	2002	2003
	Rend (t/ha)	0.97	0.68	0.84	0.73	0.84
Factores climáticos	HR (%)	84	82.8	95	95	93.4
	Precip (mm)	2915.6	1483.3	2319	1313.5	2239.3
	Temp (°c)	25.2	26.9	25.4	24.1	26
Factores fisioedáficos	Tipo de suelo	Pardo sin carbonato				
	Pend promed. (%)	0.3-20				
	Profundidad (cm)	+ 60				
	Relieve	Llano a Ondulado				
	Altura (msnm)	8 - 20				

Otros de los sitios donde se evaluaron buenos rendimientos fue en Puriales, del Municipio San Antonio del Sur (tabla 4) con rendimientos entre 0.39 y 2.09 t/ha.

En este sitio hubo un comportamiento específico pues se obtuvieron altos rendimientos aún cuando se registraron precipitaciones por debajo de 1200 mm como lo fueron los años 2000, 2001 y 2002 con 642.4, 972.5 y 878.2 mm respectivamente, con un comportamiento edafológico y fisiográfico acorde a lo planteado para el normal desarrollo del cultivo. Los resultados emanados en este sitio permitieron emitir consideraciones integrales acerca de la influencia de los diferentes factores sobre el comportamiento productivo del cacao, pues independientemente del comportamiento de las precipitaciones en dos años se evaluaron condiciones adecuadas de Humedad Relativa, temperatura, suelo y especialmente de altura. Ello significa que no se puede observar factores aislados con influencia en el comportamiento fisiológico del árbol del cacao, se deberá realizar un análisis con enfoque holístico al respecto.

Tabla 4. Resultados de los levantamientos y diagnóstico productivo relacionado con los requerimientos agroecológicos del cacao. Puriales, San Antonio

Parámetros agroecológicos		Años				
		1999	2000	2001	2002	2003
	Rend (t/ha)	0.48	0.39	0.92	2.09	1.93
Factores climáticos	HR (%)	86	98.8	84	86	87
	Precip (mm)	1353.3	642.4	972.5	878.2	1319.3
	Temp (°c)	24.4	23.3	23.4	23.6	21.8
Factores fisioedáficos	Tipo de suelo	Pardo sin carbonato				
	Pend promed. (%)	10 – 40				
	Profundidad (cm)	+ 60				
	Relieve	Ondulado				
	Altura (msnm)	250 - 550				

A diferencia de los sitios expuesto anteriormente las plantaciones de cacao en Puriales se encuentran ubicadas entre 250 – 550 msnm, con influencia directa en el aumento de la Humedad Relativa y la disminución de la temperatura por el gradiente existente con la altura.

En la tabla 5 se muestra similar análisis, con diferencia de registrarse bajos rendimientos productivos (Yateras). En este se evaluaron rendimientos entre 0.10 y 0.19 t/ha, sin embargo las condiciones edafoclimáticas y fisiográficas presentes en las plantaciones estuvieron acordes para el normal desarrollo del cultivo y por ende respondieron a las exigencias agroecológicas para el cultivo.

Tabla 5. Resultados de los levantamientos y diagnóstico productivo Relacionado con los requerimientos agroecológicos del cacao. Yateras

Parámetros agroecológicos		Años				
		1999	2000	2001	2002	2003
	Rend (t/ha) **	0.11	0.10	0.12	0.10	0.19
Factores climáticos	HR (%)	87	86	86	84	85
	Precip (mm)	1840.9	1102.5	1877.6	878.2	1317.3
	Temp (°c)	21.8	21.7	22.3	22.6	22.8
Factores fisioedáficos	Tipo de suelo	Pardo Ocrito sin Carbonato				
	Pend promed. (%)	8 - 12				
	Profundidad (cm)	+ 60				
	Relieve	Ondulado				
	Altura (msnm)	350				

** Producción Municipal

Se pudo comprobar la influencia negativa de la indisciplina tecnológica en los resultados productivos en este sitio.

Relacionado con la disciplina tecnológica, los resultados de la encuesta de prospección tecnológica permitieron definir la existencia de un nivel tecnológico bajo (56.2 % de los productores), pues solo el 6.3 % de los productores poseen nivel tecnológico alto y el 37.5 % nivel tecnológico bajo. Ello se relaciona con los resultados productivos, pues solo el 12.3 % de los productores encuestados son de altos rendimientos. (tabla 6)

Tabla 6. Nivel productivo y tecnológico de los productores

Elemento		% del total de productores
Producción	Alto	12.3
	Medio	26.5
	Bajo	61.2
Nivel tecnológico	Alto	6.3
	Medio	37.5
	Bajo	56.2

Principales parámetros agroclimáticos, edáficos y fisiográficos para el establecimiento del cacao

Bases de la Zonificación

Basado en los criterios y peso de evidencia que emitieron los expertos a los diferentes factores que determinan la producción de cacao, además de lo planteado en la revisión bibliográfica y organizada en base de datos, se seleccionaron los factores climáticos, edáficos y fisiográficos que mas influyen en el crecimiento y desarrollo del cultivo del cacao.

Se determinó que las precipitaciones y la distribución en el año es el factor climático de mayor impacto. Los tipos de suelos y su profundidad fueron los principales elementos edáficos y la altura como elemento fisiográfico que condicionan los rendimientos del cultivo.

A partir del análisis de la información registrada en la base de datos del cultivo, las óptimas condiciones de estos elementos condicionan un potencial del rendimiento entre 0.7 – 1 t/ha en condiciones de producción. Lo anterior planteado se confirmó en los levantamientos realizados en los diferentes ecosistemas donde se cultiva el cacao y realizado los análisis de correlación entre los factores climáticos y rendimientos por localidades.

El elemento más generalizado para discriminar las áreas con potencialidades para el desarrollo del cultivo del cacao es el suelo, pues como se explicó son 4 los agrupamientos que poseen vocación para el cultivo del cacao coincidiendo con los resultados de los levantamientos realizados. Los 4 agrupamientos se encuentran distribuidos en todo el macizo montañoso, cuyas propiedades integrales han sido ampliamente estudiados a partir de los procesos de formación y características locales donde se encuentran.

La profundidad del suelo varía y este guarda relación con el potencial productivo del cacao y varía a su vez con la altura y por ende con las precipitaciones y temperatura.

Se definieron como niveles o unidades las lluvias, la altura, los tipos de suelos y su profundidad efectiva, donde las lluvias conformo las zonas y los suelos las unidades específicas para el distrito. Las bases utilizadas en la zonificación agroecológica del café (Soto, 2001) con similitud para la zonificación agroecológica del cacao fue:

Zona: Se definió por las potencialidades de desarrollo del cultivo en relación con las precipitaciones y su relación con la altura en tres zonas

1. Precipitaciones anuales de 1400 – 2000 mm, más de 100 mm mensuales y altura entre 300 – 600 msnm. En estas condiciones se pueden obtener rendimientos mayores que 1 t/ha
2. Precipitaciones anuales entre 1200 – 1400 mm, no mas de dos meses consecutivos con menos de 100 mm mensual y altura entre 200 – 300 msnm. En estas condiciones se pueden obtener rendimientos entre 0.50 – 1 t/ha
3. Precipitaciones anuales menores de 1200 mm y mayores de 2000 mm, no más de 3 – 4 meses consecutivos con menos de 100 mm mensuales, altura menos de 200 msnm y más de 600 msnm. En estas condiciones se pueden obtener rendimientos hasta 0.34 t/ha

Distrito: Se definió por los agrupamientos de suelos y su profundidad efectiva. Se consideró la pendiente por su influencia en el grado de erosión y la profundidad del suelo. Las categorías fueron:

Muy Profundos ----- Mayor de 150 cm
Profundos ----- 60 – 150 cm
Medianamente Profundos ----- 41 - 60 cm
Poco profundos ----- 21 – 40 cm
Muy poco profundo ----- menor de 21 cm

A partir de estas base y teniendo en cuenta todos los factores que influyen en el cultivo por peso de evidencia, comprobación práctica de los resultados productivos y revisión de las fuentes de información, se estableció las siguientes categorías para la zonificación agroecológica del cacao (tabla 7).

Tabla 7. Categorías para la zonificación agroecológica del cacao

PARAMETROS	CATEGORIAS		
	Optimo (Rend. 1t/ha)	Medianamente óptimo (Rend. 0.34 – 1 t/ha)	Aceptable (0.34 t/ha)
CLIMATICOS			
Precipitaciones (mm)	1400 - 2000	1200 - 1400	> 1200 < 2000
Distribución Prec.	< 100 mensual	2 meses consecutivos con menos de 100 mm	3 - 4 meses consecutivos con menos de 100 mm
Temp. Media (°C)	25	21 - 28	< 28 > 21
Temp. mínima (°C)	21	19 - 21	15 - 19
Osc. térmica (°C)	> 9	9 - 10	10 - 11
Humedad Relativa (%)	70 - 95	70 - 85	70 - 80
FISIOGRAFICOS			
Altura (msnm)	300 - 600	200 - 300	>200 <600
Pendiente (%)	0 - 10	10 - 20	20 - 30
Posición ladera	Norte, Este y Oeste	Norte, este, Oeste y sur en zonas próximas a costa norte	Norte, Este, Oeste, Sur en zonas próximas a costa Sur o en la parte baja de la ladera
EDAFICOS			
Tipo de suelo	Pardo, Fersialítico, Ferrítico, Ferralítico	Pardo, Fersialítico, Ferrítico, Ferralítico	Pardo, Fersialítico, Ferrítico, Ferralítico
Prof. Efectiva (cm)	< 150 Muy Prof. 60 - 150 Prof.	< 150 Muy Prof. 60 - 150 Prof	< 150 Muy Prof. 60 - 150 Prof
Acidez	6.5 - 7	6.5 -7	6.5 - 7
Fertilidad	Alta	Mediana	Madiana
humificación	Humificado	Med. humificado	Med. humificado
Erosión	No erosionado	No erosionado	Med. erosionado

ZONIFICACION AGROECOLOGICA PARA EL CACAO EN EL MACIZO MONTAÑOSO NIPE SAGUA BARACOA

En el mapa de zonificación (mapa 3) se muestra las zonas agroecológicas para el cultivo del cacao en el Macizo montañoso Nipe Sagua Baracoa. Se aprecian las diferentes categorías que se establecieron en las zonas y que cumplen con los requerimientos de cada una de ellas. Se excluyen las zonas con precipitaciones por debajo de 1000 anuales, pues no garantizan promedio mensuales de 100 mm, además de ser zonas que no cumplen con los parámetros de profundidad de los suelos, aun cuando sea del agrupamiento idóneo para el mismo, por ello se hace necesaria la fertilización de las mismas para elegir suelos pocos profundos. (MINAGRI, 1987). En estas zonas se pudieron excluir además las áreas con más de 600-700 msnm que aun cuando poseen positivo régimen pluviométrico no deben responder a los rangos de temperatura, pues para este Macizo montañoso se determinó un gradiente de Temperatura equivalente a la disminución de 0.6 °C de máxima y mínima por cada 100 m de altura. (Soto, 2001).

La zona óptima abarca una superficie de 3715 ha. Se caracteriza por presentar precipitaciones media anual entre 1400 – 2000 msnm, Temperatura media anual de 25 °C con suelos muy profundos (+100m), oscilación térmica menos de 9 °C, con alturas entre 300 - 600 msnm y preferiblemente zonas de laderas Norte Este y Oeste. En estas zonas se pueden obtener un rendimiento potencial superior a 1t/ha (291 q/cab) de cacao oro.

Para estas zonas se recomiendan tecnologías que lleven implícito el desarrollo de plantaciones de cacao con algunas de las siguientes técnicas:

- Siembra: Se deberá realizar la siembra en época óptima y en periodo lluvioso dentro del año y de tener buena distribución, se pueden plantar en todo el año con positiva humedad en el suelo. La resiembra se efectuara aproximadamente 6 meses después sobre la base de quedar las plantaciones totalmente pobladas en un año. En estas zonas se pueden establecer distancias cortas de plantación (alta densidad) siempre y cuando se garantice un manejo adecuado
- Limpia: Extremar las medidas de limpia manual presentar zonas con abundantes precipitaciones y mayor entrada de luz a las plantaciones. Se planificaran al menos 3 limpias al año y en correspondencia con las frecuencias de las precipitaciones y las especies de indeseables que se encuentran en el ecosistema donde se trabaje.
- Regulación de sombra: Se puede permitir la iluminación de más de un 70 % del total sobre la base de contar con zonas de buenas precipitaciones y fertilidad adecuada. Se puede llegar hasta un 90 % de la iluminación total tomando las medidas de necesarias de limpia.
- Fertilización: En estas zonas se pueden mantener plantaciones de cacao con adecuados niveles de fertilización orgánica
- Riego y drenaje: No son necesarias las labores de riego por inferir el establecimiento en zonas con adecuadas precipitaciones para suplir el balance

hídrico del ecosistema. Sin embargo es importante tener en cuenta las labores de drenaje sobre todo en superficies llana.

- Control fitosanitario: En esta zona debe existir un adecuado equilibrio microclimático en las plantaciones y que presupone una menor afectación de plagas y enfermedades.
- Conservación de suelos: No son requeridas las medidas de conservación de suelos por estar presentes relieves llanos.

La zona medianamente óptima abarca una extensión de 3466 ha y se caracteriza por presentar precipitaciones media anual entre 1200 – 1400 mm y solo con dos meses consecutivos con periodos de precipitaciones menores de 100 mm mensual, temperatura media anual entre 21 - 28 °C y oscilación térmica entre 9-10 °C, con altura entre 200 –300 msnm y preferiblemente zonas con laderas Norte, Este, Oeste y sur en zonas próximas a la costa norte. En estas zonas se pueden alcanzar un rendimiento potencial entre 0.34- 1 t/ha – 1 t/ha (100 – 291 qq/cab) de cacao oro. Para estas zonas se recomiendan algunas de las siguientes técnicas:

- Siembra: Establecer el cultivo en las zonas recomendadas en épocas de lluvias y mantener resiembra en la estación contraria a la siembra. Se pueden emplear plantaciones con densidades medias de plantación
- Limpia: Efectuar las limpiezas como lo plantean las normas técnicas para el cultivo de la cacao.
- Regulación de sombra: Debe tenerse en cuenta realizar esta actividad para obtener en las plantaciones el 70 % de la intensidad luminosa y en superficies con suelos ligeramente ondulados y mediana fertilidad, lograr mantener una sombra adecuada para evitar impactos directos de las gotas de agua y evitar fuertes escorrentías. Si se planta al Sur en zonas próximas a la costa Norte aumentar la sombra.
- Fertilización: Los suelos de estas zonas tienen fertilidad mediana y el suelo medianamente humificada, por lo que se hace necesario tener en cuenta la aplicación de la fertilización orgánica y química
- Riego y drenaje: Las labores de riego son necesarias fundamentalmente en zonas llanas y en correspondencia de la disponibilidad de los materiales.
- Control fitosanitario: En esta zona se observan beneficiadas mas las plagas que las enfermedades por tener periodos de pocas precipitaciones por lo que se deberán redoblar los esfuerzos para evitar afectaciones mayores.
- Conservación de suelos: Es imprescindible tener en cuenta las medidas de conservación de suelos sobre todo en lugares de topografía ondulada.

La zona aceptable es la de mayor extensión, abarca un área de 17 941 ha. Esta zona se caracteriza por presentar precipitaciones medias anuales menores de 1200 mm y

mayor de 2000 mm anual, con 3-4 meses consecutivos con menos de 100 mm, temperatura media anual con mas de 28 °C y menos de 21 °C, sin llegar a los límites: frío de 15 °C y cálido de 30 °C, oscilación térmica entre 10 – 11 °C, alturas con menos de 200 msnm y mas de 600 msnm y preferiblemente zonas que se encuentren ubicadas en laderas Norte, Este, Oeste y Sur en las zonas próximas a la costa Sur o en la parte baja de la ladera. En estas zonas se pueden alcanzar un potencial productivo menor de 0.34 t/ha (100 qq/cab) de cacao oro.

Para estas zonas se recomiendan las siguientes técnicas generales:

- Siembra y resiembra: Realizar estas actividades en época lluviosa y con precipitaciones acordes a los requerimientos del cultivo. Utilizar la normal densidad de plantación
- Limpia: Extremar las medidas de limpia manual por presentar suelos con fertilidad mediana, pues se deberán evitar el crecimiento de las indeseables para que no absorban las riquezas del suelo.. Se planificaran de 3 - 4 limpias al año
- Regulación de sombra: Mantener los niveles de iluminación según normas técnicas para el cultivo (70 % de la iluminac. Total)
- Fertilización: Los suelos de estas zonas tienen fertilidad mediana y el suelo medianamente humificada, por lo que se hace necesario tener en cuenta la aplicación de la fertilización orgánica y química
- Riego y drenaje: Las labores de riego son necesarias fundamentalmente en zonas llanas y en correspondencia de la disponibilidad de los materiales
- Control fitosanitario: En esta zona debe existir un adecuado equilibrio microclimático en las plantaciones y que presupone una menor afectación de plagas y enfermedades.
- Conservación de suelos: Es imprescindible tener en cuenta las medidas de conservación de suelos sobre todo en lugares de topografía ondulada

Por otra parte en el mapa se muestra la representación de zonas agroecológicas para el cacao en municipios sin antecedentes del cultivo, como los Municipios de Guantánamo y Manuel Tames en la Provincia de Guantánamo, Songo la Maya, San Luis, Il Frente y Julio A. Mella de la Provincia de Santiago de Cuba. Estas nuevas zonas colaboran con la extensión del cultivo dentro del macizo. Por otro lado en Municipios donde actualmente se encuentra establecido el cacao resultó la posibilidad de ampliar sus áreas, además de la obtención de zonas que no responden a ningunas de las categorías y en las mismas se encuentra establecido el cultivo a las que llamamos zonas o áreas de conflictos.

Las superficies que no se encuentran representadas y que pudieran aportar determinada producción de cacao se les denomina zonas de riesgo, en las que el establecimiento y desarrollo del cultivo en las mismas presuponen la obtención de bajos rendimientos dadas por las características agroecológicas de los agroecosistemas.

De forma general se pueden establecer o mantener en zonas óptimas, medianamente óptimas y aceptables un total de 25 123 ha con rendimiento promedio de 0.50 t/ha. El área que se propone es 4 veces superior a la superficie plantada actualmente en el macizo montañoso (6977 ha) y con rendimientos promedio anuales de 0.28 t/ha.

VALORACIÓN ECONÓMICA Y APOORTE SOCIAL DEL RESULTADO

Valoración económica

Se plantea que del 100 % de un rendimiento o producción del cultivo del cacao, el factor genético aporta el 30 % y el factor medio ambiental el 70 % (Márquez 2000). Este último es el que se relaciona con los estudios de Zonificación por llevar implícito los elementos agroecológicos que desde el punto de vista medioambiental tiene extrema importancia. Por ello se considera que el establecimiento del cacao en zonas óptimas y que respondan a las exigencias y requerimientos para el normal desarrollo del cultivo, constituye la base fundamental para obtener de los mismos rendimientos potenciales. Desde el punto de vista económico el establecimiento del cultivo en las zonas recomendadas posibilita la obtención de mayores resultados productivos, mayores ingresos económicos y por ende menores gastos por concepto del uso de medidas para contrarrestar los efectos negativos de un mal establecimiento.

El rendimiento potencial de cacao que tiene Cuba en sus diferentes condiciones de clima, suelo, fisiografía, etc, para las zonas óptimas es de 1 t/ha (290 qq/cab). Actualmente el rendimiento promedio oscila entre 0.14 - 0.31 t/ha y los precios actuales en el mercado internacional 1200 – 2200 USD/ton, en este último aspecto se plantea que una plantación no se considera rentable cuando los precios son inferiores a 1000 USD por tonelada. Para muchos agricultores en otros países son más atractivos otros cultivos como el caucho o las palmas oleaginosas.

Si se realiza la valoración económica teniendo en cuenta los rendimientos actuales promedios de 0.14 t/ha, con precios mínimos de 1200 usd/ton, se tienen las siguientes condiciones: (tabla 8)

Para el desarrollo del trabajo no se emplearon costos adicionales. Las herramientas estuvieron disponibles (SIG) y solo hubo gastos por concepto de salario para el equipo de trabajo ascendente a 34 000 en 2.5 años por los levantamientos y aplicaciones de las encuestas en todos los ecosistemas cacaoteros del país. Los ingresos en usd descrito en la tabla 8 amortizan completamente los costos de salario, además de tener en cuenta que el establecimiento del cacao en zonas adecuadas colabora con el aumento de la productividad y calidad del trabajo.

Tabla 8. Efecto económico en USD por la venta en el mercado internacional en las diferentes categorías de la zonificación

Condiciones Generales	Ingresos (usd/ha)	Ingresos según área Total de Cuba (millones usd)	Dif. (usd) Ganancia
Establecimiento del cacao sin la concepción de la Zonificación Agroecológica	168 - 308	1.41 – 2.60	
Establecimiento del cacao según los resultados de la Zonificación agroecológica para zonas óptimas	1200 - 2200	10.13 – 18.58	8.72 – 15.98
Establecimiento del cacao según los resultados de la Zonificación agroecológica para zonas medianamente óptimas	600 - 1100	5.06 – 9.25	3.65 – 6.65
Establecimiento del cacao según los resultados de la Zonificación agroecológica para zonas aceptables	360 - 660	3.04 – 5.57	1.9 – 2.97

Aporte Social

Desde el punto de vista social los resultados del estudio de Zonificación para el cacao en las montañas Orientales, son aceptables. El cultivo se está considerando en la actualidad con mayor aceptación por parte de los productores y el pueblo en general por el aumento de los conocimientos sobre el aporte energético al organismo humano y como parte de la política del Estado Cubano dentro de unos de los renglones de las **Batallas de Ideas**. Además en la actualidad ha ocupado un importante lugar en el mercado nacional e internacional por los precios alentadores.

Por medio de los resultados obtenidos el productor tradicional cacaotero ha obtenido mayor conocimiento sobre el nivel de relación entre las condiciones de sus recursos naturales y ambientales con el cacao, así ejecutan sus planes de desarrollo cacaotero en dependencia de sus necesidades. Por otro lado el nuevo productor de cacao (según los resultados en áreas nuevas), tiene en consideración las zonas que se encuentran en condiciones para asimilar el desarrollo cacaotero y potencialmente garantizar mayor beneficios sociales. Es de sumo conocimiento que el hecho de incorporar el desarrollo de un nuevo cultivo como renglón económico – social en una zona, significa un cambio de mentalidad y cultura en los productores, sin embargo según los resultados de la

evaluación socioeconómica de los resultados en los diferentes ecosistemas, los productores se han sentido motivado por el cultivo, aún cuando no poseen cultura de ello.

El desarrollo del cultivo en condiciones adecuadas según resultados del trabajo permite aumentar los rendimientos actuales y con ello mayor ingreso económico y aumento de la calidad de vida, además de obtener un mayor impacto en toda la población que necesita del subproducto (chocolate) en la canasta básica mensual.

Aporte medioambiental y científico

El aprovechamiento de los recursos naturales de forma racional para objetivos productivos, es un aspecto de extrema importancia en la agricultura moderna. La implementación de los principios sostenibles en este sector nace con los estudios de la agroecología como ciencia que logra la relación entre los factores ecológicos y la agricultura.

Los resultados del estudio de Zonificación Agroecológica para el cacao, trae consigo el aprovechamiento óptimo de las zonas que responden a los requerimientos Agroecológicos del cultivo. Ello significa que factores tales como temperatura, precipitaciones, humedad, suelo, entre otros, se utilizan adecuadamente para la obtención de altos rendimientos en el cultivo. En este sentido y desde el punto de vista medioambiental los recursos naturales se protegen, como ejemplo el suelo, el cual posee, en el macizo montañoso objeto de estudio, pendientes que han influido en sus propiedades integrales y que junto con el agua logran el proceso de erosión hídrica.

El establecimiento del cacao en la actualidad deberá estar correspondido con las condiciones actuales de clima y suelo, siendo estos factores muy diferentes en comparación con décadas pasadas. En el contexto de una agricultura sostenible para las condiciones de montañas, se hace necesario utilizar los resultados originados del trabajo que permitan el establecimiento del cacao en zonas que respondan no solo a su requerimiento agronómico, sino también a las características ecológicas y socioeconómicas.

Desde el punto de vista científico la parte novedosa del resultado se encuentra en los nulos antecedentes del tema en el cacao, el uso de los Sistemas de Información Geográfico los que constituyen una herramienta insustituible para la utilización de métodos cartográficos de superposición de elementos naturales seleccionados y el propio cultivo del cacao que deviene importantes subproductos como el chocolate.

CONCLUSIONES

El Macizo montañoso Nipe Sagua Baracoa cuenta con una superficie de 25 123 ha con potencialidades para el establecimiento y desarrollo de *Theobroma cacao*, Lin, distribuidas en tres categorías: optima, medianamente óptima y aceptables.

Teniendo en cuenta el precio mínimo del cacao en el mercado internacional y la superficie actual plantada, los ingresos en USD exportación del producto y diferencias de rendimientos, se obtendrán desde 1.9 - 8.72 veces mayores que los ingresos actuales.

El mapa propuesto a escala 1:100 000 de zonificación agroecológica del cacao, colabora íntegramente en el cumplimiento efectivo de la estrategia y plan de desarrollo cacaotero 2005 – 2010 aprobado por el Ministerio de la Agricultura.

RECOMENDACIONES.

Extender los estudios a los otros macizos montañosos del país. (Sierra Maestra, Guamuaya y Guaniguanico)

BIBLIOGRAFÍAS

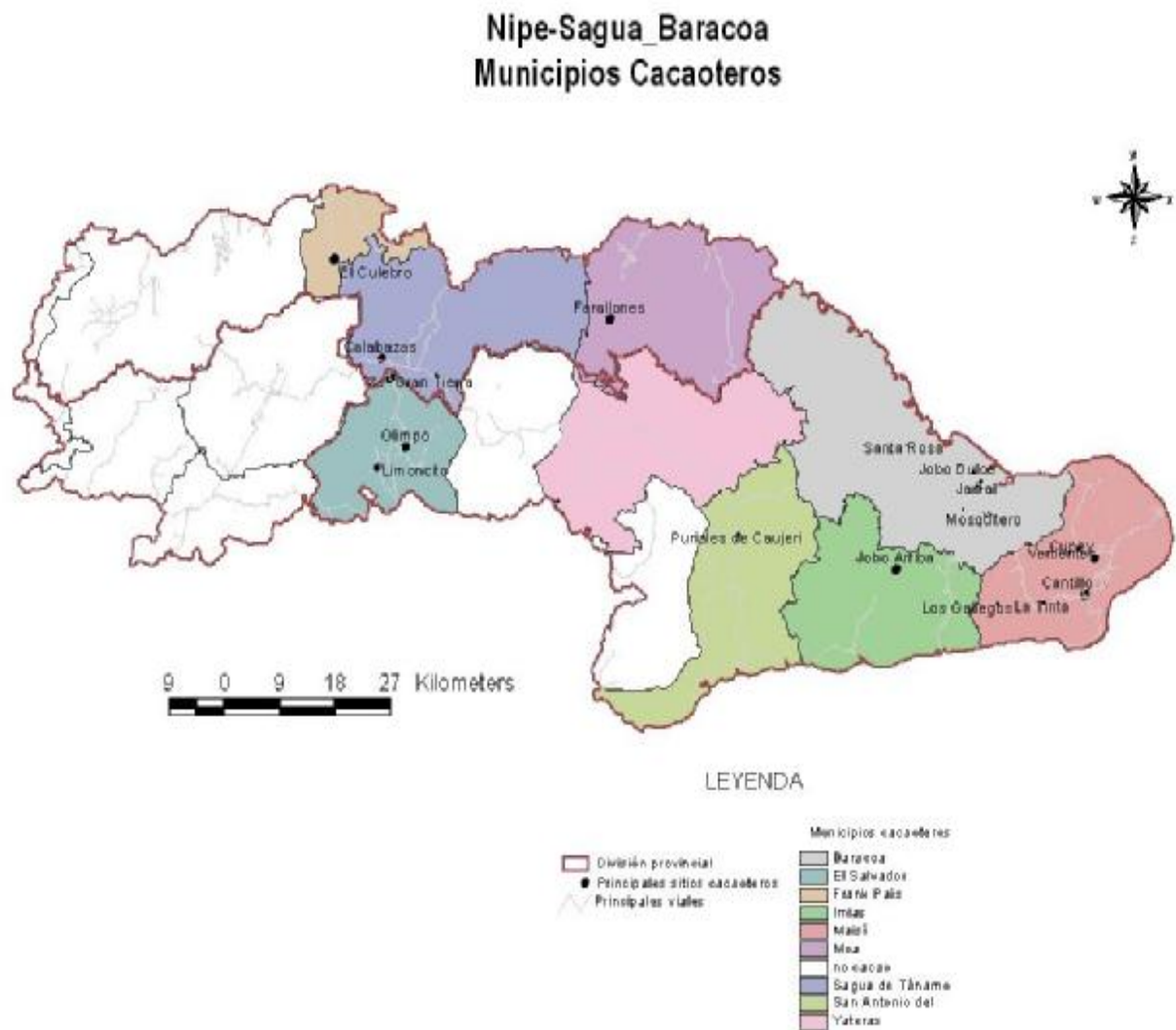
- Benacchio, S.: Zonificación agroecológica de cultivos en áreas bajas del trópico húmedo en Venezuela. En: Simposio do trópico Umido. (1984, vol. 1, no. 43)
- Braudeau, J.: El Cacao. Técnicas agrícolas y producciones tropicales.- La Habana. Instituto del Libro. Edit. Blume, 1970.
- Cuba: Academia de Ciencias de Cuba. Nuevo Atlas Nacional de Cuba, La Habana. 1989.
- Enríquez, G.: El cultivo del cacao. Centro Agronómico tropical de Investigaciones (CATIE). Dpto. Producción vegetal. Turrialba, Costa Rica, 1983.
- FAO: Especies forestales productoras de frutas y otros alimentos. *Theobroma cacao*, *Lin*, 44 (3), p.226, 1987.
- FAO. Zonificación Agroecológica. Guía general. Servicio de Recursos, Manejo y Conservación de suelos Dirección de Fomento de Tierras y Aguas, FAO. Boletín de suelos de la FAO 73. Roma, 1997
- González, G. H.: Zonificación agroecológica de la especie *Coffea arabica* con el empleo de un SIG en un sector del grupo Guamuaya. (Tesis de grado). Instituto de Ecología y Sistemática, 1999. 72p.
- Gulinova, N. V.: Método Agroclimático de elaboración de las observaciones. Caracas. Guidrometeoizdat. 1974.
- Hardy, F.: Manual de Cacao.- Turrialba: Lehman, 1982,- p370.
- Hernández, C.: Fitotecnia del cacao. Edit. Pueblo y Educación. 1978.
- Ministerio de la Agricultura. Sub sistema de capacitación. Curso de perfeccionamiento para ingenieros de la producción de café. Medidas integrales de conservación de suelos. 1990.
- Nosti, J.: Cacao y Café. La Habana: Edit. Revolucionaria, 1962 .---- 697p.
- Orlay, R. y Martín, G.: Sistema de información geográfica para el manejo de las regiones especiales de desarrollo sostenible de la República de Cuba (macizos Nipe Sagua Baracoa, Sierra Maestra, Guamuaya y Guaniguanico). CITMA – GEOCUBA, PNCT: Desarrollo Sostenible de la Montaña, 1999. 53p.
- Ortiz, C. A.: Elementos de agrometeorología cuantitativa. Tercera edición. Departamento suelo, Univ. Autónoma de Chapingo, México. 1987
- Portela, A. H.; Díaz, J. L.; Hernández, J. R.; Magaz, A. R. y Blanco, P.: Geomorfología. Mapa escala 1: 100 000. En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto de Geografía. La Habana. Academia De Ciencias de Cuba, Madrid ICGC. Edit. Instituto Geográfico Nacional. España, 1988.

Ramos, G.; Ramos, P y azómar, A.: Manual del productor de cacao. FONAIAP-CONICIT, Mérida, Venezuela, 1999, p.1 – 66.

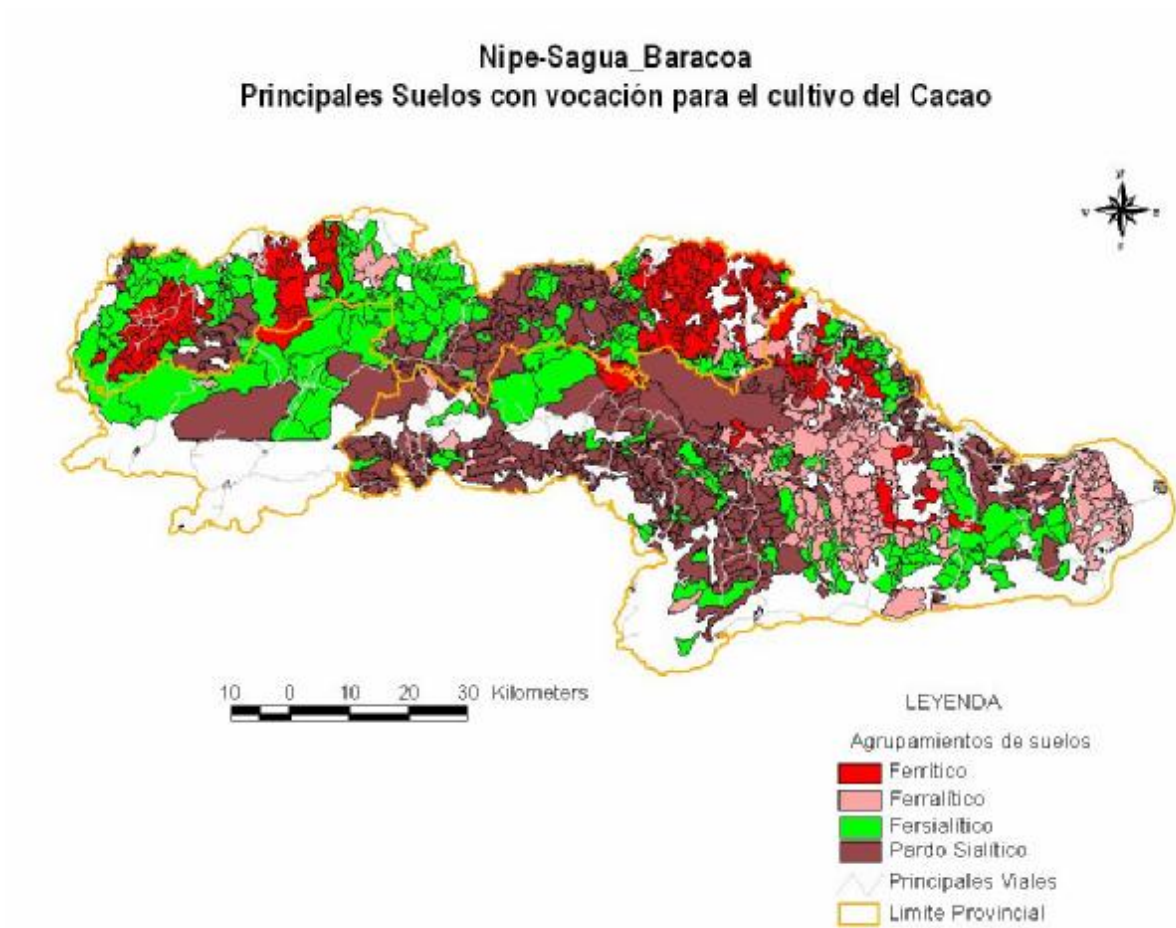
Silva, S. C et al.: Zoneamento agroclimático para o arroz de sequeiro no estado de Goiás, Brasília (Brasil): Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. *Documentos*, 1994, Vol. 1, no 43.

Soto, F.; Vantour, A.; Hernández, A.; Planas, A.; Alicia Figueroa, Paula O. Fuentes, Tamara Tejeda, Marisol Morales, Vázquez, R.; Elisa Zamora, hilda M. Alfonso, Vázquez L. y Caro P.: La zonificación agroecológica del Coffea arabica, L. en Cuba. Macizo montañoso Sagua – Nipe – Baracoa. *Cultivos Tropicales*, 2001, vol. 22, no. 3, p 27-51.

Mapa 1



Mapa 2



[illegible]

