

**SÉRGIO RICARDO RODRIGUES DE MEDEIROS**

**Zoneamento agroclimático da flor tropical *Alpinia purpurata*  
no Estado de Pernambuco**

**SÉRGIO RICARDO RODRIGUES DE MEDEIROS**

**Zoneamento agroclimático da flor tropical *Alpinia purpurata*  
no Estado de Pernambuco**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal Rural de  
Pernambuco, como parte das  
exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia Agrícola,  
para obtenção do título de Mestre em  
Engenharia Agrícola.

**Orientador:**

**GEBER BARBOSA DE ALBURQUERQUE MOURA**

**Recife, maio de 2007**

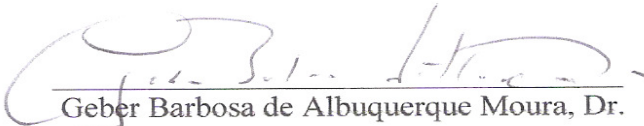
**Universidade Federal Rural De Pernambuco**  
**Departamento De Tecnologia Rural**  
**Programa De Pós-Graduação Em Engenharia Agrícola**

**Zoneamento Agroclimático da Flor Tropical *Alpinia purpurata*  
no Estado de Pernambuco**

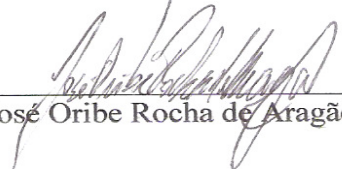
**Por**

**Sérgio Ricardo Rodrigues de Medeiros**

Dissertação defendida e aprovada pela comissão examinadora  
abaixo assinada

  
Geber Barbosa de Albuquerque Moura, Dr.

  
Héilton Pandorfi, Dr.

  
José Oribe Rocha de Aragão, Ph. D.

  
Bernardo Barbosa de Silva, Dr.

“Se tentares viver no amor, perceberás que, aqui na terra, convém fazeres a tua parte”.  
A outra, não sabes nunca se virá e não é necessário que venha. Por vezes, ficarás  
desiludido, porém jamais perderás a coragem, se te convenceres de que no amor, o que  
vale é amar.”

**Chiara Lubich**

A Deus,  
Aos meus pais João e  
Risolene, pelo amor e  
confiança em mim  
depositado.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo que tem feito em minha vida, e pelas oportunidades concedidas.

Aos meus pais, pela dedicação constante a minha pessoa e aos meus irmãos pelo apoio.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, especialmente ao Departamento de Tecnologia Rural, pela oportunidade de realização do mestrado.

Ao professor Geber Barbosa de Albuquerque Moura, pela sua paciência, amizade e pelos conhecimentos e conselhos transmitidos.

A todos os professores do programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, em especial ao professor Marcus Metri e Héilton Pandorfi, pela atenção e bibliografia disponibilizada.

A professora Vivian Loges da Área de Fitotecnia, pelo apoio, a atenção e bibliografia disponibilizada.

Ao Professor Gerson Quirino Bastos, pelo apoio e revisão gramatical da dissertação.

Aos colegas da minha turma de mestrado em Engenharia Agrícola da UFRPE: Albert, Thaís, Daniella, Felizarda e George, pelo convívio e momentos de descontração, especialmente Anildo, Márcio e Adriana pela amizade constituída e a cada sorriso.

A Rafael Macedo pelo apoio e ajuda nos cálculos dos Balanços Hídricos.

A Pedro Giongo pela amizade e grande apoio de irmão, o qual manifestou nas horas mais difíceis.

Aos demais colegas do mestrado Aérika, Jussálvia, Lígia, Michelle, Manoel e Júlio pelas horas de convivência.

Aos funcionários do Departamento de Tecnologia Rural, Lulinha, Ana, Marlene e Sônia, pelo apoio durante o mestrado.

Aos meus amigos Saulo Lima, Alexandre Tavares, Felipe Barreto e Roseane pelo apoio e a amizade.

A minha sobrinha Maria Clara, que nos momentos difíceis aliviava-me com seu sorriso.

A Altino José, Gerôncio Medeiros e Reginaldo Medeiros, que embora não estejam aqui de maneira física, sempre estarão comigo (Agradecimento 'in memoriam').

Aos que também não acreditaram em mim, pois estes serviram de incentivo para eu obter o sucesso.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>xiii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS.....</b>	<b>xii</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xiv</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Condições Climáticas de Pernambuco.....	3
2.2 O Zoneamento.....	3
2.3 Método do Balanço Hídrico de Thornthwaite.....	8
2.3.1 O Método de Thornthwaite.....	10
2.3.2 Balanço Hídrico Climático.....	11
2.3.3 A Determinação da Evapotranspiração Potencial.....	12
2.3.4 Estimativa do Balanço Hídrico Climático.....	13
2.4 Panorama Geral da Floricultura.....	14
2.4.1 A Floricultura Mundial.....	14
2.4.2 A Floricultura no Brasil.....	14
2.4.3 A Floricultura Tropical em Pernambuco.....	15
2.4.4 As flores tropicais.....	16
2.4.4.1 Descrição das flores tropicais.....	16
2.5 Aspectos Ecológicos e econômicos da flor tropical <i>Alpinia purpurata</i> (Vieill.).....	16
2.5.1 Descrição Botânica.....	17
2.5.2 Variedades.....	17
2.5.3 Mercado.....	18
2.5.4 Condições de Cultivo em relação à luminosidade, temperatura e umidade.....	18
2.5.4.1 Luminosidade.....	18
2.5.4.2 Temperatura e umidade.....	18
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>19</b>
3.1 Cálculo do Balanço Hídrico Climático.....	20
3.2 Determinação dos índices-limite do clima para a <i>Alpinia purpurata</i> .....	20
3.2.1 O Fator Térmico e Hídrico.....	20

<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>22</b>
4.1 Evapluviograma .....	22
4.2 As Cartas Climáticas.....	26
4.3 Viabilidade Climática para <i>Alpinia purpurata</i> em Pernambuco.....	29
4.4 Descrição climática das Zonas Agroclimáticas de Pernambuco.....	31
4.4.1 Zona Apta.....	31
4.4.2 Zona Restrita.....	32
4.4.3 Zona Inapta.....	33
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>36</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>37</b>
<b>7 APÊNDICE.....</b>	<b>43</b>
7.1 Variedades.....	43
7.2 Os Balanços Hídricos dos quatro municípios adotados: Igarassú, Primavera, São Lourenço da Mata e Goiana.....	44
7.3 Os 123 postos observados.....	46

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Mapa de Pernambuco com as Mesorregiões (Região Metropolitana; Zona da Mata; Agreste; Sertão e Sertão de São Francisco).....	21
<b>Figura 2</b> Evapopluviograma do Município de Barreiros da Mesorregião da Zona da Mata Meridional Pernambucana.....	22
<b>Figura 3</b> Evapopluviograma do Município de Itambé da Mesorregião da Zona da Mata Setentrional Pernambucana.....	23
<b>Figura 4</b> Evapopluviograma do Município de Gravatá da Mesorregião do Agreste Pernambucano.....	23
<b>Figura 5</b> Evapopluviograma do Município de Garanhuns da Mesorregião do Agreste Meridional Pernambucano.....	24
<b>Figura 6</b> Evapopluviograma do Município de Petrolina da Mesorregião do Sertão de São Francisco Pernambucano.....	25
<b>Figura 7</b> Evapopluviograma do Município de Araripina da Mesorregião do Sertão Setentrional Pernambucano.....	25
<b>Figura 8</b> Carta de Evapotranspiração potencial acumulada de Pernambuco.....	26
<b>Figura 9</b> Carta da temperatura média mínima anual de Pernambuco.....	27
<b>Figura 10</b> Carta da temperatura média máxima anual de Pernambuco.....	28
<b>Figura 11</b> Carta do déficit hídrico acumulado de Pernambuco.....	29
<b>Figura 12</b> Carta do Zoneamento da Aptidão Agroclimática da <i>Alpinia purpurata</i> em Pernambuco.....	30
<b>Figura 13</b> Variação das temperaturas médias mínima e máxima anuais da Zona Apta.....	31
<b>Figura 14</b> Variação do déficit hídrico e da evapotranspiração potencial da Zona Apta.....	32
<b>Figura 15</b> Variação das temperaturas médias mínima e máxima anuais da Zona Restrita.....	32
<b>Figura 16</b> Variação do déficit hídrico e da evapotranspiração potencial da Zona Restrita.....	33
<b>Figura 17</b> Variação das temperaturas médias anuais mínima e máxima da Zona Inapta.....	34
<b>Figura 18</b> Variação do déficit hídrico e da evapotranspiração potencial da Zona Inapta.....	34
<b>Figura 19</b> Variedade Kimi.....	43
<b>Figura 20</b> Variedade Jungle King.....	43



<b>Figura 21</b>	Variedade Red Ginger.....	43
<b>Figura 22</b>	Variedade Aileen Macdonald.....	43
<b>Figura 23</b>	Balanço hídrico do município de Igarassú.....	44
<b>Figura 24</b>	Balanço hídrico do município de Primavera.....	44
<b>Figura 25</b>	Balanço hídrico do município de São Lourenço da Mata.....	45
<b>Figura 26</b>	Balanço hídrico do município de Goiana.....	45

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Distribuição da área cultivada com flores no mundo – 2005.....	14
<b>Tabela 2</b>	Valores médios anuais de temperatura (mínima e máxima), déficit hídrico e Evapotranspiração potencial dos 123 postos analisados de Pernambuco .....	46

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**ASOCOLFLORES** - Associação Colombiana de Exportadores de Flores  
**CAD** - Capacidade de armazenamento de água  
**CIRES** - Instituto Cooperativo para a Pesquisa em Ciências Ambientais  
**DEF** - Deficiência hídrica  
**ET<sub>0</sub>** - Evapotranspiração de referência  
**ET<sub>p</sub>** - Evapotranspiração potencial  
**ET<sub>r</sub>** - Evapotranspiração real  
**FINEP** - Financiadora de Estudos e Projetos  
**I** - Índice de calor  
**IDEAM** - Instituto de hidrologia, Meteorologia e Estudos Ambientais  
**I<sub>h</sub>** - Índice hídrico  
**INMET** - Instituto Nacional de Meteorologia  
**ISNA** - Índice de satisfação de necessidade de água  
**K<sub>c</sub>** - Coeficiente de cultivo  
**MAPA** - Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento  
**N** - Norte  
**NOAA** - Administração Nacional do Oceano e Atmosfera (USA)  
**PROAGRO** - Programa de Garantia da Atividade Agropecuária  
**S** - Sul  
**SEBRAE** - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas  
**SUDENE** - Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste  
**T<sub>q</sub>** - Temperatura do mês mais quente  
**UACA** - Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas  
**UFMG** - Universidade Federal de Campina Grande - PB

## LISTA DE SÍMBOLOS

$<$  - menor que

$>$  - maior que

$\leq$  - menor ou menor igual a

$\geq$  - maior ou menor igual a

$^{\circ}\text{C}$  - centígrados

$\lambda$  - longitude

$\phi$  - latitude

**h** - altitude

**lux** - luz

**W** - watts

## **Zoneamento agroclimático da flor tropical *Alpinia purpurata* no Estado de Pernambuco**

**Autor: Sérgio Ricardo Rodrigues de Medeiros**

**Orientador: Geber Barbosa de Albuquerque Moura**

### **RESUMO**

Para o zoneamento agroclimático da *Alpinia purpurata* foram utilizados os dados climáticos de 123 localidades, sendo 69 com uma série acima de 30 anos de observações e 54 abaixo de 30 anos de observações, obtendo assim uma melhor representatividade de dados no Estado. Os dados climáticos de temperaturas médias do ar e precipitação pluviométrica, dos quais foram calculados os balanços hídricos segundo Thornthwaite & Mather (1955). Os municípios de Igarassú, Primavera, Goiana e São Lourenço da Mata, foram escolhidos para serem representativos climatológicos, pois são os produtores da espécie em Pernambuco. De posse dos dados dos balanços hídricos, temperaturas mínimas e máximas do ar, foram estimados os índices de limite térmico e hídrico em relação às exigências da espécie nos municípios representativos, e assim esses índices foram extrapolados para todo o Estado. De acordo com o estudo Pernambuco apresentaram 6 localidades com aptidão plena, 16 com aptidão regular e 111 com inaptidão a espécie.

## **ABSTRACT**

For the agroclimatic zonation of the *Alpinia purpurata* the climatic data of 123 localities, being 69 with a period above 30 years and 54 below 30 years has been used, thus getting a better representation of the data in the State. The climatic data of the average temperatures of air and rainfall, of which the water balance according to Thornthwaite & Mather (1955) has been calculated. The cities of Igarassú, Primavera, Goiana and São Lourenço da Mata, have been chosen to be climatic representatives, as they are the producers of the species in Pernambuco. Having the data of the water balance in hand, minimum and maximum temperatures of air, the indexes of thermal and hydric limit in relation to the requirements of the species in the representative cities has been esteemed, and thus these indexes have been surpassed for all the State. In accordance with the Pernambuco study it presented 6 localities with full aptitude, 16 with regular aptitude and 111 with inaptitude the species.

## 1. INTRODUÇÃO

---

As flores tropicais do Brasil são apontadas como de grande potencial estratégico de crescimento no mercado internacional, sendo Pernambuco um dos principais exportadores, refletindo notável especialização deste setor. Diante destas perspectivas, o estado de Pernambuco vem se organizando com o intuito de tornar-se mais competitivo no setor da floricultura e um expoente na exportação de flores (Junqueira & Peetz, 2002).

O mercado mundial de flores e plantas ornamentais gera um fluxo anual no comércio internacional da ordem de 6,6 bilhões de dólares anualmente, hoje concentrado em países como Holanda, Colômbia, Itália, Dinamarca, Bélgica, Quênia, Zimbábue, Costa Rica, Equador, Austrália, Malásia, Tailândia, Israel e EUA. A participação brasileira é de apenas 0,3% no fluxo internacional (Junqueira & Peetz, 2002).

O desenvolvimento da floricultura tropical em Pernambuco foi significativo nos últimos anos, sendo hoje considerado um dos estados que mais investiu no setor, não apenas em produção, mas também em pesquisas e exportação. Atualmente, a produção de flores tropicais é conduzida por pequenos produtores, que detêm áreas em média de cinco hectares, segundo Ferreira et al.(2002). São cultivadas, no estado, várias espécies de flores de corte das famílias Heliconiaceae, Zingiberaceae, Costaceae, Araceae, além de espécies com folhagens de corte.

Na Floricultura Tropical se destacam as Helicônias ssp. e as Alpínias, devido a exuberância de suas inflorescências e conseqüentemente demanda pelos mercados interno e externo.

A competitividade, exigência dos mercados e os custos elevados requerem que a agricultura seja gerenciada como uma empresa, para que o agronegócio se torne uma atividade lucrativa. Dentre todos os fatores que influenciam na produção agrícola, o clima é o mais importante e, provavelmente, o menos compreendido. Esta carência é devido à falta de registro de dados e informações com agilidade, e à dificuldade de processá-los em grande escala, de forma que se possa gerar produtos de aplicação regional ou local, como os mapas gerados pelo zoneamento agroclimático.

O programa de zoneamento Agroclimático do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), teve início no Brasil em 1996 e, desde então, tem-se constituído

num instrumento de apoio à política agrícola do governo federal na área de crédito e securidade rural. Tornou-se, ainda, um instrumento de indução ao uso de tecnologias e de suporte para a tomada de decisão no Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (PROAGRO), além de servir de referencial para as empresas privadas que atuam na área securitária no Brasil (Cunha & Assad, 2001).

Para a realização do zoneamento agroclimático da *Alpinia purpurata*, foram utilizados os dados climáticos de 123 postos, sendo 69 postos com uma série acima de 30 anos de observações e 54 postos numa série abaixo de 30 anos de observações, visando uma melhor representatividade de dados para o Estado. Os dados climáticos mencionados são as médias anuais de temperatura e precipitação, oriundas da SUDENE (1990), a partir dos quais foram calculados os balanços hídricos segundo Thornthwaite & Mather (1955).

Portanto, o objetivo geral do trabalho foi o zoneamento agroclimático para o Estado de Pernambuco, no tocante a classificação climática regional para a *Alpinia purpurata*, baseando-se nas exigências térmicas e hídricas da cultura.

Teve como objetivo específico à geração dos mapas de evapotranspiração potencial anual, déficit hídrico anual, temperaturas médias anuais: mínima e máxima e do zoneamento de aptidão agroclimática da *A. purpurata* em Pernambuco.



## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

---

### **2.1 Condições Climáticas de Pernambuco**

As condições climáticas, muitas vezes adversas, no Semi-árido do Brasil, onde a irregularidade e a escassez de chuvas restringem o aproveitamento de grandes vastidões de terras destinadas a agricultura, durante o ano todo, justifica o desenvolvimento de estudos voltados ao planejamento agrícola. Principalmente no conhecimento do sistema climatológico da região, por meio de ferramentas indispensáveis como o balanço hídrico para monitoramento mais efetivo da produção agrícola mais efetivo.

O conhecimento do clima para o planejamento das atividades agropecuárias é fundamental e nas latitudes geográficas do Nordeste, nitidamente tropicais ou subequatoriais caracterizadas pela pouca variação da temperatura, ressalta mais ainda a importância do conhecimento exato dos valores pluviométricos, os quais são imprescindíveis, já que da disponibilidade de água depende o sucesso das colheitas.

A escassez de chuva durante longos períodos do ano do Nordeste Brasileiro resulta numa dificuldade bastante conhecida dos agricultores no momento de efetuar o plantio de qualquer cultura (Santana et al., 2006).

A baixa produtividade do setor agrícola constitui um dos maiores entraves ao desenvolvimento do Nordeste e o aproveitamento adequado de cada uma de suas microrregiões, tendo em vista atingir a real capacidade de uso de suas terras, ainda que ocupadas por cultivos tradicionais; é, possivelmente, a maneira mais acertada de atenuar a baixa produtividade agrícola (Reis, 1974).

### **2.2 O Zoneamento**

O zoneamento procura trabalhar focalizando esse problema com objetivo de minimizar o risco climático associado à distribuição de chuvas, levando em conta o clima e o solo para definir a melhor época de plantio (Santana et al., 2006).

O zoneamento agrícola de risco climático, com a delimitação de regiões aptas ao desenvolvimento das culturas, constitui-se em importante ferramenta para a tomada de

decisão em agronegócios. A definição de épocas de semeadura com base em estudos probabilísticos de distribuição temporal das chuvas, associada à recomendação de cultivares mais produtivos, mais resistentes à secas e de ciclos mais curtos, podem diminuir os efeitos causados pela má distribuição das chuvas.

O programa de zoneamento agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) teve início no Brasil em 1996 e, desde então, tem-se constituído num instrumento de apoio à Política Agrícola do Governo Federal na área de crédito e securidade rural. Tornou-se, ainda, um instrumento de indução ao uso de tecnologias e de suporte para a tomada de decisão no Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (PROAGRO), além de servir de referencial para as empresas privadas que atuam na área securitária no Brasil (Cunha & Assad, 2001).

Existem trabalhos de zoneamento de algumas flores de corte, as quais constituíam um produto sem tradição de exportação. No entanto, a partir de 1985, aproximadamente, começou a crescer a exportação desses produtos. Vários países sul-americanos, como Colômbia e Equador, vêm se destacando no mercado internacional nos últimos 20 anos (ASOCOLFLORES, 2002).

O zoneamento do girassol no Estado de Sergipe, desenvolvido pelo Programa de Produção de Biodiesel, em parceria com a FINEP (Financiadora de Estudos e Projeto) e a EMBRAPA Tabuleiros Costeiros. O girassol (*Helianthus annuus L.*), dicotiledônea anual da família Compositae, é uma planta oleaginosa originária do continente norte americano que apresenta uma época de semeadura muito ampla, é também utilizada como flor de corte, por sua exuberância. O girassol pode ser plantado durante todo o ano, uma vez que haja disponibilidade de água, possibilitando o melhor aproveitamento das áreas agrícolas, através de rotação com outras culturas. No Brasil, uma grande parte do território é considerada apta para o cultivo de girassol, por apresentar condições climáticas satisfatórias.

Com seu ciclo vegetativo variando entre 90 a 130 dias, o girassol se adapta bem às condições variáveis de temperatura, sendo que a temperatura ótima para seu desenvolvimento situa-se na faixa entre 27° a 28°C. Apresenta ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas e seu rendimento é pouco influenciado pela latitude, altitude e pelo fotoperíodo (Castro et al., 1997).

Apresentou um estudo preliminar do zoneamento de risco climático do girassol para o Estado de Sergipe, obedecendo à metodologia de zoneamento do milho, o que permitiu algumas ações necessárias como a atualização do banco de dados de precipitação de chuva e temperatura para a determinação do balanço hídrico, evapotranspiração e simulação de diferentes épocas de semeadura.

Com base nas características dos solos tipo 2 (dois) e 3 (três) preconizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para realização do balanço hídrico. Utilizou-se o software Sarrazon para a simulação do balanço hídrico em diferentes épocas de semeadura. Em seguida, os resultados da simulação foram importados para georreferenciamento das informações.

Os modelos de entrada basearam-se nas informações acerca da precipitação pluvial diária apresentando o índice de pluviosidade diária, ocorridos em diversos postos localizados em municípios de diversas regiões do estado.

Os balanços hídricos diários para estimativa e espacialização dos índices de satisfação de necessidade de água - ISNA (S) do girassol foram feitos semelhantes aos do milho, baseado nos períodos fenológicos, os quais geraram dados para a simulação de plantio em diferentes situações de campo.

O consumo de água pela cultura do girassol varia em função das condições climáticas, da duração do ciclo, do solo e da cultura. Solos bem preparados, sem camadas de impedimento, capacidade de armazenamento de água permitem à planta tolerar maiores períodos sem chuva ou irrigação. A época de plantio deve obedecer ao regime de chuva característica da região zoneada.

O potencial climático para exploração do girassol mostrou-se, em primeira análise, favorável dentro dos 90,6% da área favorável ao cultivo do milho (Santana et al.,2006).

O trabalho de Zoneamento Agroclimático na América do Sul para o cultivo protegido de rosas teve o objetivo de comparar os agroclimas fototérmicos da América do Sul, evidenciando as vantagens e desvantagens da produção de rosas na Argentina com seus respectivos competidores sul-americanos segundo Burgos (1985). Embora o zoneamento do cultivo de rosas tenha sido em estufas, a produção é afetada pelo clima, devido o custo de controlar a temperatura e a radiação solar.

A produção de rosas requer altos níveis de insolação, com temperaturas ótimas de crescimento entre 17 a 25°C, temperaturas abaixo de 15°C e acima de 27°C, comprometem a produção (Salinger, 1991).

Diante dos dados climáticos provenientes do NOAA/CIRES, do Serviço Meteorológico Nacional da Argentina, do Instituto de Hidrologia, Meteorologia e Estudos Ambientais (IDEAM) da Colômbia e outras fontes, foram estabelecidos às regiões e sub-regiões fototérmicas para o cultivo protegido de rosas na América do Sul. De acordo com a influência do fotoperíodo no continente sul-americano, o mesmo foi dividido em níveis latitudinais, ou seja, em uma série de sub-regiões, segundo a necessidade da duração da iluminação necessária para a floração. No tocante ao termoperíodo considerou-se o regime térmico de verão e inverno, segundo uma escala de temperatura que leva em conta as necessidades de calor na estação fria e um moderado calor na estação quente.

O território argentino não possui zonas da sub-região fotoperiódica A, baixa a nula necessidade de iluminação adicional. A sub-região B, de baixa demanda, se encontra em zona alta e de difícil acesso. As sub-regiões que predominam no território argentino são: B, C e D, ou seja, de baixa, moderada e alta necessidade de iluminação, respectivamente. Uma boa parte da Argentina corresponde à sub-região E, que apresenta um regime térmico demasiadamente frio.

O cultivo protegido de rosas é difícil em boa parte do território argentino, por causa da necessidade do controle de temperatura e iluminação, devido às características agroclimáticas adversas, que torna o empreendimento ocioso na região, mesmo em cultivo protegido, ao contrário das condições de boa aptidão na Colômbia e no Equador, onde predomina a sub-região A. Constatou-se através desse trabalho que o cultivo de rosas na Argentina necessita de gastos incisivos no tocante ao controle ambiental para a produção de rosas, embora seja em ambiente protegido (Sierra e López, 2005).

Em Pernambuco já foram feitos alguns zoneamentos para algumas culturas de expressão comercial.

Para o zoneamento da videira européia (*Vitis vinifera L.*) foram utilizados índices climáticos baseados no balanço hídrico e nas temperaturas médias do ar. Foram delimitadas as áreas com diferentes aptidões climáticas. Primeiramente, foi calculado o balanço hídrico pelo método de Thornthwaite & Mather (1955) utilizando 125 mm de retenção de água no

solo, com dados climatológicos das regiões de dispersão natural e de cultivo comercial da espécie. Com os dados destes balanços foi determinado o índice hídrico anual de Thornthwaite (1948) (Ih), caracterizando o grau de umidade do clima ideal para a cultura. Em seguida, foram utilizados os valores de temperatura do ar e de precipitação pluvial mensais de 124 localidades do estado para calcular os balanços hídricos para a mesma capacidade de armazenamento de água no solo. Constatou-se que não houve limitação térmica para a cultura, em seu cultivo e exploração; portanto, as zonas com aptidão plena foram subdivididas de acordo com os valores de temperatura média mais quente (Tq) de cada local considerado. A sobreposição das isolinhas de Tq e Ih no Estado de Pernambuco, resultou nas seguintes classes de aptidão agroclimática: Aptidão plena (A): (Ih < -40) sendo A<sub>1</sub> (Tq > 28° C) e A<sub>2</sub> (26°C < Tq < 28°C); Aptidão plena (B): (-40 < Ih < -20) sendo B<sub>1</sub> (26°C Tq < 28°C) e B<sub>2</sub> (24°C < Tq < 26°C); Aptidão regular (C): (-20 < Ih < 0); Aptidão restrita (E): (20 < Ih < 60); Inaptidão (F): (Ih > 60). Algumas regiões do Estado apresentaram melhores condições de cultivo da videira, em função das disponibilidades térmica e hídrica nas condições de irrigação (Teixeira e Azevedo, 1996).

Já o Zoneamento de Risco Climático para Cultura do Feijão Caupi no Estado de Pernambuco foi efetuado em duas etapas: 1) cálculo dos balanços hídricos diários; 2) espacialização dos índices de satisfação das necessidades hídricas da cultura (ISNA) . Os balanços hídricos e os mapas de risco climático foram realizados para todo o Estado. As simulações foram realizadas em intervalos descendiais, considerando o ciclo médio da cultura de 90 dias, para o período de sua semeadura. As simulações dos balanços hídricos foram feitas considerando lâminas de armazenamento da água no solo, para três tipos de solo. As variáveis de entrada utilizadas no modelo foram: Precipitação diária; Evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>); Capacidade de Armazenamento de água no solo (CAD) e Coeficientes de cultura (K<sub>c</sub>). Utilizando-se um programa computacional segundo Baron et al. (1996), estimaram-se os valores de evapotranspiração real (ET<sub>r</sub>) e evapotranspiração potencial da cultura (ET<sub>p</sub> = kc.ET<sub>0</sub>). Com base nestes valores determinou-se o índice de satisfação das necessidades de água (ISNA = ET<sub>r</sub>/ET<sub>p</sub>), com uma frequência de ocorrência de 80%. Foram estabelecidas três classes de risco em função dos valores de ISNA: i) ISNA ≥ 0,50 - baixo risco climático (período favorável para plantio); ii) 0,40 ≤ ISNA < 0,50 - médio risco climático (período intermediário para plantio); iii) ISNA <

0,40 - alto risco climático (período desfavorável para plantio). Para cada período preestabelecido foram considerados aptos ao plantio os municípios que apresentaram 20% ou mais de suas áreas com baixo risco e ou, 60% ou mais de suas áreas com médio risco.

De acordo com o estudo realizado o Estado de Pernambuco dispõe de 112 municípios com período favorável ao plantio do feijão caupi, localizados principalmente nas regiões do Araripe, Pajeú-Moxotó e Agreste do Estado (Cezar-Barros et al, 2005).

O zoneamento de risco climático para a cultura do milho no Sertão do Estado de Pernambuco foi realizado de maneira similar ao zoneamento para o feijão caupí no mesmo Estado, obtendo o parâmetro ISNA, definindo assim, o risco climático para a cultura no sertão do Estado de Pernambuco.

Devido o cultivo do milho em condições de sequeiro em Pernambuco, o estado vem acumulando perdas na produção de grãos nos locais de maior variabilidade pluviométrica e déficits hídricos mais acentuados. Assim sendo, houve a necessidade de realizar um zoneamento da cultura, garantindo assim um planejamento agrícola adequado com a mesma. Por se tratar de uma cultura exigente em suprimento de água, a ocorrência de veranicos prolongados na fase crítica de desenvolvimento da cultura inviabiliza a produção em alguns municípios. Cezar-Barros et al.(2005) desenvolveram juntamente com a EMBRAPA e o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária a delimitação das áreas do estado de Pernambuco com menor risco climático para o cultivo do milho na região do Sertão pernambucano em condições de sequeiro e indicam os períodos mais favoráveis a sua semeadura, de acordo com a demanda hídrica, ciclo da cultura e capacidade de armazenamento de água no solo.

### **2.3 Método do Balanço Hídrico de Thornthwaite**

Para o zoneamento normalmente utiliza-se o balanço hídrico derivado do método de Thornthwaite (1948), que usa valores médios mensais de temperatura do ar e do total pluviométrico, bem como a capacidade de armazenamento hídrico do solo. A primeira versão do método é utilizada; também, para a classificação de tipos climáticos em escala global. Thornthwaite assumiu que:

A – o solo é considerado como um reservatório, cuja capacidade de armazenamento de água (CAD) é de 100 mm;

B – toda a água posta à disposição do solo atende primeiramente à demanda evapotranspiratória, sendo o restante incorporado ao solo, até completar sua capacidade de armazenamento, de modo que as perdas por escoamento e infiltração só ocorrem se a capacidade de armazenamento for ultrapassada;

C – sempre que a água posta à disposição do solo for igual ou superior a evapotranspiração de referência, aceita-se haver perda evapotranspiratória máxima (evapotranspiração real é igual à de referência); caso contrário, o solo contribui com parte de suas reservas, se estas existirem, de acordo com uma lei exponencial;

D – que a perda de água pelo solo, para atender à demanda evapotranspiratória é linear, ou seja: tendo muita ou pouca água armazenada, o solo sempre cede toda a água requerida pela evaporação e pela transpiração das plantas presentes, até atingir o ponto de murcha permanente.

Em 1957, Thornthwaite e J. C. Mather publicaram uma versão mais avançada do balanço hídrico climático na qual a primeira e a última das hipóteses anteriormente assinaladas foram aperfeiçoadas. Nessa nova versão, a capacidade de armazenamento do solo torna-se variável e estabelecida em função de suas propriedades (capacidade de campo e ponto de murcha permanente) na camada explorada pelas raízes das plantas nele presentes. Por outro lado, a perda de água pelo solo, para atender à demanda evapotranspiratória, deixa de ser linear (última hipótese). Em outras palavras: nessa nova versão do modelo, o solo passa a oferecer resistência à secagem de modo que, quanto menos água existir no solo, mais difícil se torna retirá-la.

Mesmo aperfeiçoado, o modelo de balanço hídrico de Thornthwaite e Mather é ainda bastante simplificado, pois, além das hipóteses restritivas apontadas, as perdas e reposições de água do solo são estimadas em bases mensais. De fato, todos os parâmetros do balanço hídrico são estimados com base nos valores médios mensais de temperatura e total de precipitação, coletados durante um intervalo de tempo muito longo, em geral de 30 ou mais anos. Isso impõe outra séria limitação ao modelo: os resultados obtidos constituem uma estimativa média temporal e, portanto, não necessariamente refletem com o desejável grau de fidedignidade ao balanço hídrico (real) esperado num ano particular.

No caso específico da região tropical, deve-se ter em mente que a variação da temperatura média em um dado mês, ao longo de vários anos, é normalmente muito pequena, o que tende a estabilizar as estimativas de evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ), quando calculada pelo método de Thornthwaite (em função apenas da temperatura média mensal). Mas isso não necessariamente ocorre com o total de precipitação. De fato, no trópico semi-árido, em particular, observa-se uma flutuação interanual muito grande do total pluviométrico em um dado mês. Do exposto, depreende-se que os resultados fornecidos pelo balanço hídrico proposto por Thornthwaite e Mather (1957) somente devem ser considerados como uma estimativa, por vezes grosseira, da realidade física. Em geral, esses resultados não podem ser tomados como valores absolutos, sendo, no entanto, bastante úteis quando se desejam fazer comparações, tal como mencionado e em estudos de classificação climática.

### 2.3.1 O Método de Thornthwaite

Thornthwaite estabeleceu a correlação entre os valores da evapotranspiração potencial e da temperatura média do ar, em bases mensais, sendo essa relação expressa através de uma equação geral empírica que é:

$$ETp = 16 (10Tm/I)^a \quad (1).$$

Na qual:

**ETp** - traduz a evapotranspiração potencial mensal, em centímetros, não ajustada para o comprimento do dia;

**Tm** - é a temperatura média mensal do ar, em °C;

**I** - é um “índice de calor” correspondentes ao somatório de 12 índices mensais  $i$ , obtidos, para cada mês, através da expressão:

$$I = \sum_{i=1}^{12} \left( \frac{T}{5} \right)^{1,514} \quad (2).$$

**a** - é uma função cúbica de I, definida por:

$$a = (0,675I^3 - 77,1I^2 + 17,92I + 492,390) * 10^{-6} \quad (3).$$



A utilização da equação para o cálculo da evapotranspiração é, segundo Reis (1979), quase impossível sem o auxílio de nomogramas e tabelas. Com estes, sua aplicação fica, no entanto, bastante simplificada, tornando as determinações da evapotranspiração potencial suficientemente rápidas e precisas. Ainda mais fácil se torna o processo de cálculo quando o índice de calor (I) pode ser substituído pela temperatura média anual do ar (t), o que se tem mostrado bastante satisfatório; porém, de uso restrito às regiões onde o valor t não é afetado por temperaturas abaixo do ponto de congelamento, caso em que se esquadra a quase totalidade das áreas do território brasileiro.

Para aplicar o método de Thornthwaite para qualquer região, são necessários, apenas os dados de temperatura média do ar e precipitação.

### **2.3.2 Balanço Hídrico Climático**

No contexto agrônomo, entende-se por balanço hídrico a determinação de todos os ganhos e perdas hídricas que se verificam em um terreno vegetado, de modo a estabelecer a quantidade de água disponível às plantas em um dado momento. O balanço hídrico consiste em efetuar a contabilidade hídrica do solo, até a profundidade explorada pelas raízes, computando-se, sistematicamente, todos os fluxos hídricos positivos (entrada de água no solo) e negativos (saída de água no solo). Esses fluxos decorrem de trocas com a atmosfera (precipitação, condensação, evaporação e transpiração) e do próprio movimento superficial (escoamento) e subterrâneo (percolação) da água.

Na prática, efetuar diretamente a contabilidade hídrica de uma parcela de solo com a vegetação não é uma atividade simples e, dependendo das condições do local, nem sempre possível. As medidas feitas com o objetivo de estabelecer o balanço hídrico numa determinada área vegetada, em um intervalo de tempo, normalmente exigem o emprego de equipamentos sofisticados e de mão-de-obra bastante especializada, o que torna tais medidas normalmente inacessíveis ao agricultor. Estudos dessa natureza, que leva em conta todos os fluxos envolvidos, ficam restritos a pequenas áreas e se destinam à verificação da validade de modelos matemáticos, desenvolvidos com a finalidade de simular o balanço hídrico.

Segundo Vianello e Alves (1991) e Pereira et al. (1997), para a avaliação apropriada do balanço hídrico de uma região, faz-se necessário introduzir os conceitos de evapotranspiração. Assim, têm-se:

Evapotranspiração Potencial (ETp), este conceito foi introduzido por Thornthwaite e corresponde à água utilizada por uma extensa superfície vegetada, em crescimento ativo e cobrindo totalmente o terreno, estando este bem suprido de umidade, ou seja, em nenhum instante a demanda atmosférica é restringida por falta d'água no solo.

Para Penman (1956), a vegetação deve ser baixa e de altura uniforme, tendo sido as superfícies gramadas consideradas como padrão, por ser esta a cobertura utilizada nos postos meteorológicos. Assim, a ETp é um elemento climatológico fundamental, que corresponde ao processo oposto da chuva segundo Thornthwaite (1946), sendo expressa na mesma unidade de medida (mm). A comparação entre chuva e a ETp resulta no balanço hídrico climatológico, indicando excessos e deficiências de umidade ao longo do ano ou da estação de crescimento das culturas (Pereira et al., 1997).

Evapotranspiração Real (ETr), é aquela que ocorre numa superfície vegetada, independente de sua área, de seu porte e das condições de umidade do solo (Rossato, 2001).

### **2.3.3 A determinação da Evapotranspiração Potencial**

A evapotranspiração potencial pode ser medida através de um equipamento denominado evapotranspirômetro. Todavia, a instalação e a condução de observações regulares e sistemáticas nesses aparelhos nem sempre é fácil de obter e exige certos cuidados especiais de manutenção, de modo a impossibilitar o seu uso generalizado.

Dessa forma, alguns autores se preocupam em obter a evapotranspiração potencial através de métodos teórico-empíricos de cálculo, a partir de variáveis meteorológicas comumente observadas, estabelecendo correções e ajustes conforme a necessidade.

Dentre os métodos de cálculo da evapotranspiração potencial mais difundidos e utilizados em todo o mundo, foi escolhido o de Thornthwaite, por ser o mais apropriado e de fácil aplicabilidade para as condições do Nordeste.

### **2.3.4 Estimativa do Balanço Hídrico Climático**

Na estimativa do balanço hídrico é comum admitir que o solo atua como se fora um recipiente, cuja máxima quantidade de água acumulada corresponde à capacidade de campo. Na prática, determina-se em laboratório a capacidade de armazenamento hídrico de 1 m<sup>2</sup> de solo, até a profundidade explorada pelas as raízes das plantas nele presentes. Em um dado solo, é claro que a capacidade de armazenamento depende da comunidade vegetal presente, já que plantas com sistema radicular raso explorarão um volume de solo menor que aquelas com sistema radicular profundo.

As estimativas do balanço hídrico têm sido utilizadas para obter parâmetros (de natureza climatológica) com a finalidade de estabelecer comparações entre as condições reinantes em localidades distintas. A idéia fundamental que suporta esse procedimento é a de que, se uma mesma metodologia de cômputo do balanço hídrico, mesmo sendo aproximada, for adotada para todas as localidades de uma região (nas quais existam os dados requeridos), os resultados podem ser comparados. Por exemplo: estimando-se a evapotranspiração média anual por várias localidades de uma dada região pode-se ter uma idéia da(s) área(s) em que a evapotranspiração é maior, em termos percentuais, mesmo que não se saiba quanto vale exatamente em cada local (já que foram determinadas apenas estimativas, usando-se um método aproximado do calculo). A evapotranspiração calculada dessa forma é apenas um parâmetro climatológico comparativo.

Através desse procedimento comparativo é muitas vezes possível identificar áreas climaticamente favoráveis à exploração de uma determinada cultura, bastando para isso que se conheçam as exigências climáticas dessa mesma cultura, expressas também em termos de parâmetros do balanço hídrico (Varejão-Silva, 2001).

No método proposto por Thornthwaite, o solo é considerado como um reservatório capaz de armazenar, quando recoberto de vegetação, cerca de 100 milímetros de água, livremente disponíveis para o uso das plantas. O abastecimento desse reservatório é feito, naturalmente, pelas precipitações pluviais ou, artificialmente pela irrigação. A retirada de água ocorre por conta da evapotranspiração potencial e os excessos hídricos são caracterizados pelos fenômenos da percolação e do escoamento superficial. Para a organização de uma verdadeira contabilidade de todos esses fatores determinou-se de

balanço hídrico climático. Os resultados permitem a identificação dos totais de deficiência e de excedentes hídricos, bem como as fases de umedecimento e de consumo da água do solo pelas plantas (Reis, 1979).

## 2.4 Panorama Geral da Floricultura

### 2.4.1 A Floricultura Mundial

O comércio internacional de flores vem apresentando crescimento anual de 10% desde a década de 90. Calcula-se que atualmente a área destinada ao cultivo de flores em todo o mundo seja de 380.735 hectares (Tabela 1) (Freitas, 2005).

**Tabela 1** – Distribuição da área cultivada com flores no mundo – 2005.

Área cultivada	380.735 hectares
Ásia / Oceania	65%
América	19%
Europa	15%
África	1%

Fonte: FREITAS (2005)

O mercado mundial de plantas ornamentais é altamente competitivo, composto de grandes países produtores. O comércio mundial é dominado pela Holanda e Colômbia, com respectivamente 48,3% e 6,1% das exportações mundial. Outros países com relativa importância neste mercado são Itália, Dinamarca, Bélgica, Alemanha, Quênia, Estados Unidos, Canadá, França, Espanha, Israel, Costa Rica e, entre outros, o Brasil.

### 2.4.2 A Floricultura no Brasil

No contexto do mercado mundial de flores tropicais, o Brasil ainda possui uma produção relativamente pequena considerando-se o grande potencial produtivo existente.

No entanto, o setor de Floricultura no Brasil vem se expandindo e se destacando como uma nova alternativa de geração de emprego e renda no agronegócio nacional.

Segundo o SEBRAE (2005), o País possui características como clima e solo apropriados à produção de flores tropicais e temperadas, o que vem proporcionando um aumento de sua área cultivada estimada, atualmente, em 5.200 hectares e movimentando, ao longo de toda a cadeia, aproximadamente 2 bilhões de dólares por ano. Sendo que das 200 espécies de flores mais cultivadas no Brasil, cerca de 166 são consideradas tropicais.

Estima-se que a floricultura brasileira seja responsável pela geração de mais de 120 mil empregos diretos sendo 58 mil (48,3%) no âmbito da produção, 4 mil (3,3%) na distribuição, 51 mil (42,5%) no varejo e 7 mil (5,9%) em outras funções, especialmente as de apoio (AGROBRASIL, 2004).

### **2.4.3 A Floricultura Tropical em Pernambuco**

Atualmente Pernambuco é o maior produtor nacional de flores tropicais e o sexto de flores temperadas no País, reunindo 234 produtores, sendo 150 de flores temperadas e 84 de tropicais. A área cultivada com flores já totaliza 310 hectares, distribuídos em 130 hectares de temperadas e 180 hectares de tropicais (Freitas, 2005).

Cerca de 90% das flores tropicais produzidas no Estado abastecem o mercado nacional e o restante destina-se aos compradores internacionais, principalmente para o mercado europeu com destaque para Portugal, Inglaterra e Holanda (Andrade, 2003).

Nessa área total, são cultivadas cerca de 50 variedades de flores tropicais entre Heliconias, Alpinias, Bastão do Imperador, Zingiber, Tapeinóchilos, Antúrios e também folhagens tropicais como palmeiras, dracenas, filodendros, papiros, entre outras (AKI, 2002).

Entre os anos de 2002 e 2004, as exportações pernambucanas de flores tropicais cresceram significativamente; porém, necessita ser mais expressiva diante das exportações brasileiras. Assim sendo, torna-se relevante a realização de trabalhos voltados para a compreensão do papel de todos os elos da cadeia de produção de flores tropicais de Pernambuco, ou seja, um sistema de informações de caráter botânico, edafológico, climatológico (zoneamento) e mercadológico, viabilizando a execução de ações, na esfera

governamental ou na iniciativa privada, que garantam o posicionamento competitivo do produto junto ao mercado mundial.

#### **2.4.4 As flores tropicais**

##### **2.4.4.1 Descrição das flores tropicais**

As flores e folhagens tropicais apresentam características que as distinguem das demais espécies de clima temperado.

As plantas ornamentais tropicais, destinadas ao corte de flores e folhagens, são geralmente plantas grandes, perenes, de grande beleza devido ao seu porte e formas exóticas. São originárias, em sua grande maioria, de regiões tropicais e subtropicais das Américas Central e do Sul, com destaque para o Brasil e Colômbia. Várias espécies estão também distribuídas desde a Indonésia até a Nova Guiné, no Pacífico (Lamas, 2002).

Outra característica que distingue as flores tropicais das de clima temperado, é sua intolerância, na fase de pós-colheita, a baixas temperaturas. Neste caso, de modo geral para a maioria das tropicais, temperaturas de armazenamento inferiores a 15°C causam sérias injúrias às flores.

As flores tropicais são formadas por um conjunto de flores denominada inflorescência. As inflorescências são formadas por brácteas externas, fortes, grandes e muito atrativas para os insetos e aves, apresentam-se eretas ou pendulares, vistosas e com diferentes formas. Estas plantas se reproduzem por sementes, hastes caulinares e, em especial, por divisão de touceiras. A temperatura ideal para cultivo é quente e úmida, típica das regiões costeiras do Nordeste e Norte do Brasil. São plantas sensíveis a geadas (Lamas, 2002).

#### **2.5 Aspectos ecológicos e econômicos da flor tropical: *Alpinia purpurata* (Vieill.) Schum.**

A *Alpinia purpurata* (Vieill.) Schum é a espécie de estudo a ser zoneada em Pernambuco, sendo uma planta tropical pertencente à família Zingiberaceae. Cultivada há

muito tempo como planta ornamental em paisagismo, seu porte oscila de 1,5 até 4,0 m de altura. Suas inflorescências são terminais, envoltas em folhas apicais que podem chegar de 15 a 30 centímetros de comprimento, e atingir tamanhos maiores com a idade mais avançada.

Têm como centro de origem as florestas e Campos da Nova Caledônia, Ilhas Salomão, Ilhas Virgens e Arquipélago Bismarck e Bougainville. Por ser a *Alpínia* amplamente cultivada também nos trópicos, atualmente ocorre em grande parte do mundo.

É uma planta ornamental bastante utilizada na jardinagem de parques e residências em face de uma intermitente florada durante todo ano.

Recentemente, seu uso potencial como flor de corte, devido à durabilidade e exuberância de suas inflorescências, aliadas ao florescimento contínuo durante o ano todo, foi reconhecido e, atualmente, existem produções comerciais significativas no Havaí, América do Sul e Central (Lamas, 2002).

### 2.5.1 Descrição Botânica

Estas plantas tropicais são perenes, de crescimento vigoroso, formando touceiras espessas e odor característico que se assemelha ao de gengibre. Podem crescer até 4 metros e formar touceiras de até 1,50 m de expansão. As folhas são lanceoladas, com bordas orladas e elas são produzidas em talos densos. As inflorescências são terminais e consistem de brácteas na cor vermelha e rosa. A hibridação promoveu tons de cores que variam entre o vermelho e o rosa, até tonalidades mais esbranquiçadas. As flores tubulares são produzidas em agrupamentos do pedúnculo das inflorescências.

### 2.5.2 Variedades

O cultivo comercial de *Alpínias* como flor de corte tem como principais variedades os cultivares: **Red Ginger**, **Pink Ginger**, **Aillen Mcdonald**, **Jungle King** e **Jungle Queen**. Recentemente, cruzamentos entre as espécies **Aileen Macdonald** e **Jungle King** resultaram em 14 clones novos denominados **Kimi**, dos quais quatro já despontam como excepcionais (Ver apêndice).

### **2.5.3 Mercado**

A demanda por flores de *A. purpurata* tem sido crescente e a cada dia, mais e mais se sedimenta no mercado.

Os principais mercados produtores estão localizados nos seguintes países: Filipinas, Tailândia, Jamaica, Havaí, Costa Rica, Venezuela, Equador e Colômbia.

Os principais mercados importadores são: América do Norte (Estados Unidos, Canadá), Europa (Holanda, Alemanha, Dinamarca, Bélgica, França) e Japão.

A oferta do produto se dá durante todo ano, mas o pico desta oferta ocorre entre os meses de outubro a abril, nas condições de Nordeste Brasileiro.

### **2.5.4 Condições de Cultivo em relação à luminosidade, temperatura e umidade.**

#### **2.5.4.1 Luminosidade**

O cultivo da alpínia desenvolve-se bem a meia sombra (em especial as de coloração resácea). Sob um sombreamento de 20 a 45%, as plantas apresentam bom desenvolvimento vegetativo e florescimento adequado. A necessidade luminosa oscila de 50.000 a 75.000 lux (0,000007321 a 0,000010249 W cm<sup>-2</sup>).

Para se conseguir o sombreamento necessário, pode-se utilizar plantio intercalado de mamona (*Ricinus communis*); árvore da chuva (*Pithecolobium soman*), sombrero (*Clitoria racemosa*) ou de glirícidia (*Gliricidia sepium*); esta última tem-se mostrada muito eficiente e sua reprodução por estacas facilita sua implantação; outro meio é o cultivo da alpínia debaixo de telados.

#### **2.5.4.2 Temperatura e Umidade**

A faixa de temperatura de cultivo adequada está situada entre 22 e 35°C, com uma temperatura máxima noturna de 27°C e mínima de 18° C. A temperatura ótima para a produção está entre 24 – 30° C, enquanto a umidade relativa do ar deve oscilar entre 60 a 80%. (Lamas, 2002).



### 3. METODOLOGIA

---

O Estado de Pernambuco possui uma área de 98.937,8 km<sup>2</sup> e está localizado entre as Latitudes de 7°20' a 9°29' S e Longitudes 34°30' a 41°21' W, no Nordeste brasileiro.

Para a realização do zoneamento da *Alpinia purpurata*, foram utilizados dados climáticos de 123 postos, sendo 69 postos com uma série acima de 30 anos de observações e 54 postos numa série abaixo de 30 anos de observações para uma melhor representatividade de dados para o Estado. Os dados climáticos mencionados são as médias anuais de temperatura e precipitação (SUDENE, 1990), disponíveis na página virtual da Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas (UACA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

No Estado de Pernambuco, praticamente se dispõe apenas de postos pluviométricos, razoavelmente distribuídos; o número de estações meteorológicas é relativamente pequeno, impossibilitando estudos que envolvam a distribuição espacial da maior parte das variáveis climáticas (umidade, vento, radiação, evaporação, orvalho etc.).

A precipitação pluvial em regiões tropicais é fortemente variável no tempo, espaço, duração e quantidade, enquanto a temperatura do ar apresenta baixa variabilidade sendo, portanto, facilmente modelada em função das coordenadas geográficas (Cavalcanti et al, 2006). Assim sendo, a baixa concentração espacial de locais com registros termométricos, restringe drasticamente a disponibilidade de dados de temperatura, quando comparados aos de precipitação. Para contornar esse problema, estimou-se a média mensal de temperatura do ar nos locais onde apenas se dispunham de dados de chuva. Nessa estimativa, foram usados os valores médios mensais disponíveis no Estado de Pernambuco e nos estados vizinhos, considerando-se, tanto as normais climatológicas, fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), como outras fontes (SUDENE, 1963; DRA, 1967; Ellis e Valença, 1982). Foi utilizado o modelo de regressão múltipla quadrática segundo Cavalcanti & Silva (1994). A estimativa da temperatura é função da latitude ( $\phi$ ), a longitude ( $\lambda$ ) e a altitude (h) como variáveis independentes:

$$T = A_0 + A_1\lambda + A_2\Phi + A_3h + A_4\lambda^2 + A_5\Phi^2 + A_6h^2 + A_7\lambda\Phi + A_8\lambda h + A_9\Phi\lambda. \quad (4).$$

Os coeficientes  $A_0, A_1, \dots, A_9$  foram obtidos pelo método dos mínimos quadrados, o que consiste na solução de vários sistemas de equações de 10 equações a 10 incógnitas correspondendo a cada mês e cada sub-região.

Segundo Hagiladi et al. (1997a), as Zingiberáceas em geral crescem menos a baixas temperaturas e dias curtos (menos de 12 horas). Essas plantas perenes tropicais e subtropicais são nativas de áreas com pouca variação de temperatura e de dias longos durante o ano (Zhang et al., 1995).

Em Pernambuco por se encontrar em baixas latitudes, não há uma expressiva variação no fotoperíodo, permanecendo este em torno de 12h, praticamente durante todo o ano. Logo não é um fator limitante, sendo assim, o zoneamento só será de natureza térmica e hídrica.

### **3.1 Cálculo do Balanço Hídrico Climático**

De posse dos dados da temperatura média e da precipitação média dos postos foram calculados os balanços hídricos segundo Thornthwaite e Mather (1955) para uma capacidade de retenção de água no solo de 100 mm (CAD), normalmente utilizado como média climatológica para a região.

### **3.2 Determinação dos índices-limite do clima para a *Alpinia purpurata*.**

A disponibilidade energética e de água são os dois fatores físicos de ordem edafoclimáticas a determinar o crescimento e o desenvolvimento da cultura, e, portanto a sua produtividade. (Pereira et al., 2002)

#### **3.2.1 O Fator Térmico e Hídrico**

Segundo Lamas (2002), a amplitude térmica exigida para o cultivo da *Alpinia.purpurata* se encontra entre 22 a 35°C. Pernambuco não apresenta temperaturas médias superior à 35°C e apenas temperaturas abaixo de 22°C em algumas regiões.

A Figura 1 apresenta alguns municípios onde se destaca a produção da *A.purpurata* em Pernambuco: Igarassú, Paulista, Recife, Goiana, Camaragibe, Moreno, Cabo, São Lourenço da Mata, Ipojuca, Ribeirão, Primavera, Água Preta, Gravatá e Petrolina.



Escala: 1:75.000

**Figura 1** – Mapa de Pernambuco com as Mesorregiões: 1 – Região Metropolitana; 2 - Zona da Mata; 3 – Agreste; 4 – Sertão e 5 – Sertão de São Francisco.

Em relação à temperatura, foram adotados os valores térmicos segundo Lamas (2002), citados anteriormente, como faixa de aptidão agroclimática. Para o déficit hídrico foram adotados quatro municípios como representativos da produção de *A.purpurata* em Pernambuco e, a partir destes, foram estabelecidos os limites para o déficit hídrico.

Os quatro municípios escolhidos foram: Igarassú, Goiana, São Lourenço da Mata e Primavera, pois dos municípios produtores já citados, deles há dados de pluviosidade e de temperatura média do ar.

Foi observado que os municípios de Igarassú e Primavera apresentaram um déficit hídrico anual de aproximadamente 200 mm, enquanto em São Lourenço da Mata e Goiana foram aproximadamente 400 mm anual (Ver apêndice).

Com base nos dados dos municípios, estabeleceram-se os limites térmicos e hídricos, em seguida, extrapolou-se para todo o estado, encontrando assim, regiões de semelhança em relação aos limites já citados para a geração das cartas de temperatura média anual mínima e máxima, do déficit hídrico anual, da evapotranspiração potencial anual e do zoneamento agroclimático da espécie.

Foi utilizado o programa Surfer<sup>®</sup> versão 8.03 (versão demo) para a geração das cartas Climáticas (Golden Software, 2003).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

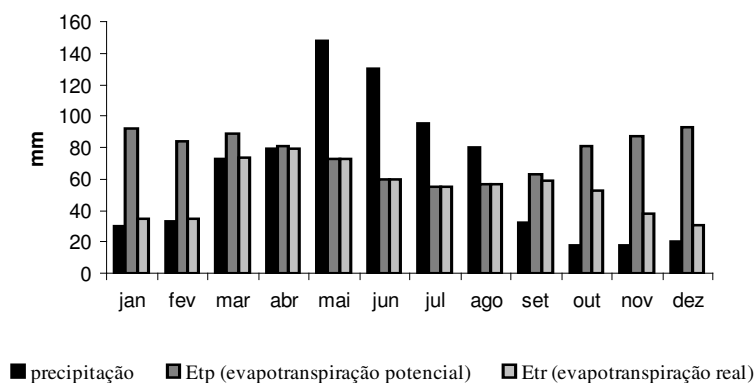
---

De posse dos dados dos balanços hídricos dos postos analisados de Pernambuco foi feito uma análise evapopluiométrica de alguns municípios representativos das mesorregiões.

Também foi confeccionada uma tabela (Apêndice) contendo as temperaturas médias anuais mínima e máxima, os déficits hídricos e a evapotranspiração potencial anuais dos postos com suas respectivas latitudes e longitudes.

##### 4.1 Evapopluiograma

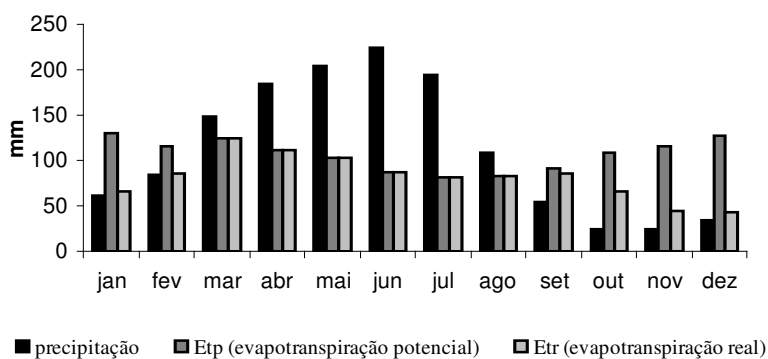
Uma comparação entre a evapotranspiração e a precipitação pluvial pode indicar, de forma bastante consistente para fins climáticos regionais, as disponibilidades de água de uma área durante o ano. A seguir alguns gráficos que demonstram a comparação dessas variáveis em algumas regiões representativas do Estado de Pernambuco.



**Figura 2** – Município de Barreiros da Mesorregião da Zona da Mata Meridional Pernambucana.

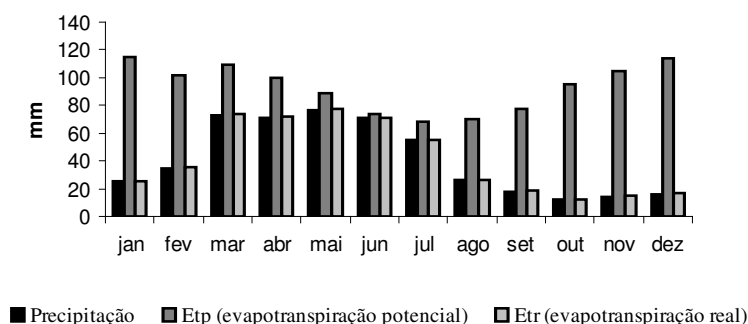
Na Figura 2 pode-se constatar que na região representada pelo município de Barreiros é uma região úmida, há um período de alta disponibilidade hídrica entre os meses

de março a setembro, certamente devido a menores taxas de evapotranspiração potencial e real.



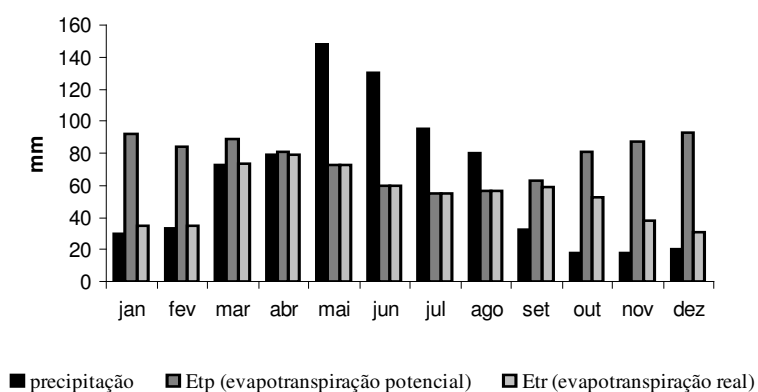
**Figura 3** – Município de Itambé da Mesorregião da Zona da Mata Setentrional Pernambucana.

Na Figura 3, a região representada pelo município de Itambé há um período de alta disponibilidade hídrica entre os meses de março a agosto, devido a menores taxas de evapotranspiração potencial e real e um déficit hídrico entre os meses de setembro a fevereiro, mais acentuado nos meses de outubro a janeiro.



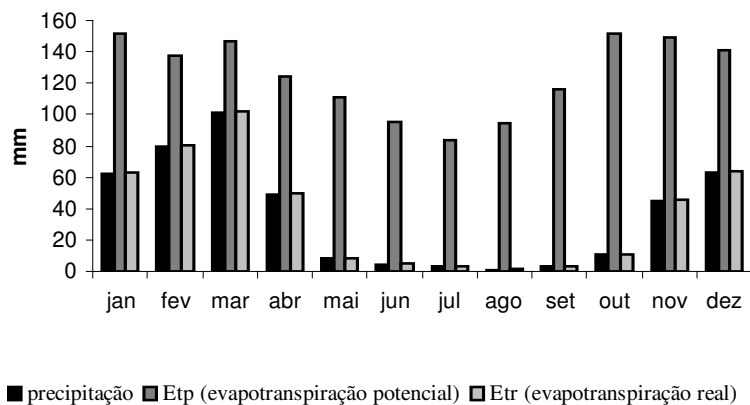
**Figura 4** – Município de Gravatá da Mesorregião do Agreste de Pernambucano.

Na Figura 4, constatou-se que a soma de todas as taxas de evapotranspiração potencial e real é superior a toda precipitação acumulada anual, indicando um déficit hídrico alto na região representada pelo município de Gravatá. Nessas condições apresentadas, grande parte das culturas exige uma suplementação de irrigação. Por exemplo: olerícolas, frutíferas e a floricultura.



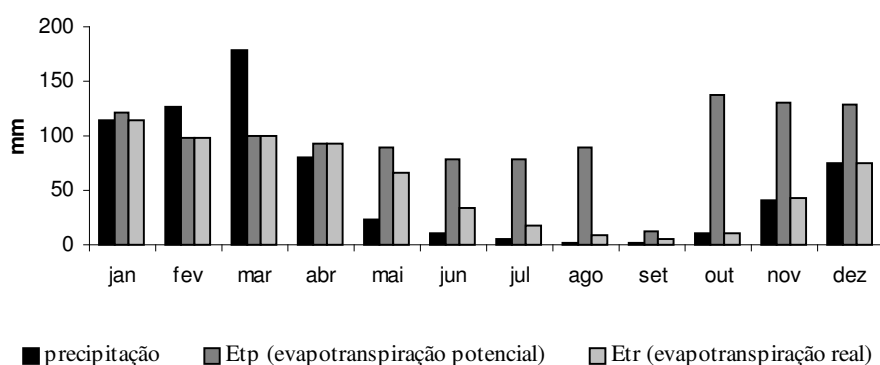
**Figura 5** – Município de Garanhuns - Mesorregião do Agreste Meridional Pernambucano.

Na Figura 5, o município de Garanhuns apresenta um acúmulo pluviométrico nos meses de maio a agosto e nos demais meses a evapotranspiração potencial somada com a evapotranspiração real é superior a precipitação.



**Figura 6** – Município de Petrolina da Mesorregião do Sertão de São Francisco Pernambucano.

Na Figura 6, o município de Petrolina, representando a mesorregião do São Francisco, as taxas de evapotranspiração potencial são muito superiores a precipitação; portanto, é uma região que apresenta um alto déficit hídrico, assim sendo as culturas implantadas nesta região precisam de uma suplementação pluviométrica através da irrigação.



**Figura 7** – Município de Araripina da Mesorregião do Sertão Setentrional Pernambucano.

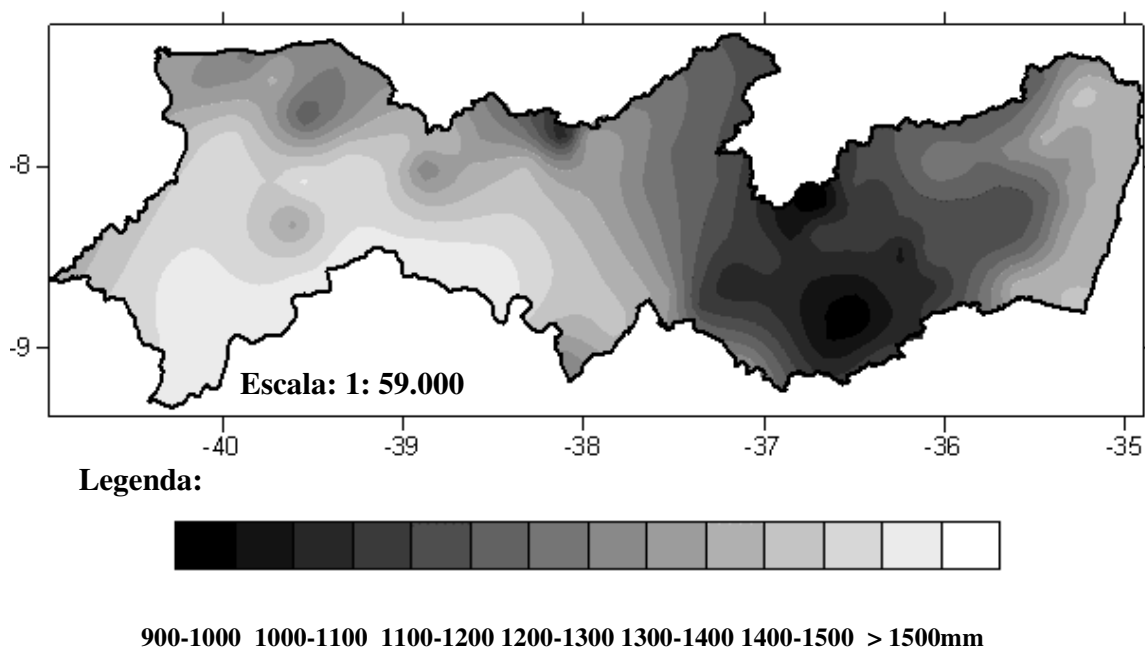
Na Figura 7, o município de Araripina apresenta um curto período de período de excesso hídrico. A região é seca em grande parte do ano, onde as taxas de evapotranspiração são superiores a precipitação, acentuando nos meses de maio a dezembro.

#### 4.2 As Cartas Climáticas

Foram obtidas as cartas com os valores da evapotranspiração potencial anual, das temperaturas anuais médias mínima e máxima, e do déficit hídrico anual.

A Figura 8 apresenta a carta de evapotranspiração potencial acumulado (valores anuais) para o Estado de Pernambuco pelo método do balanço hídrico climático segundo Thornthwaite & Mather (1955), com isolinhas estabelecidas de 100 a 100 mm.

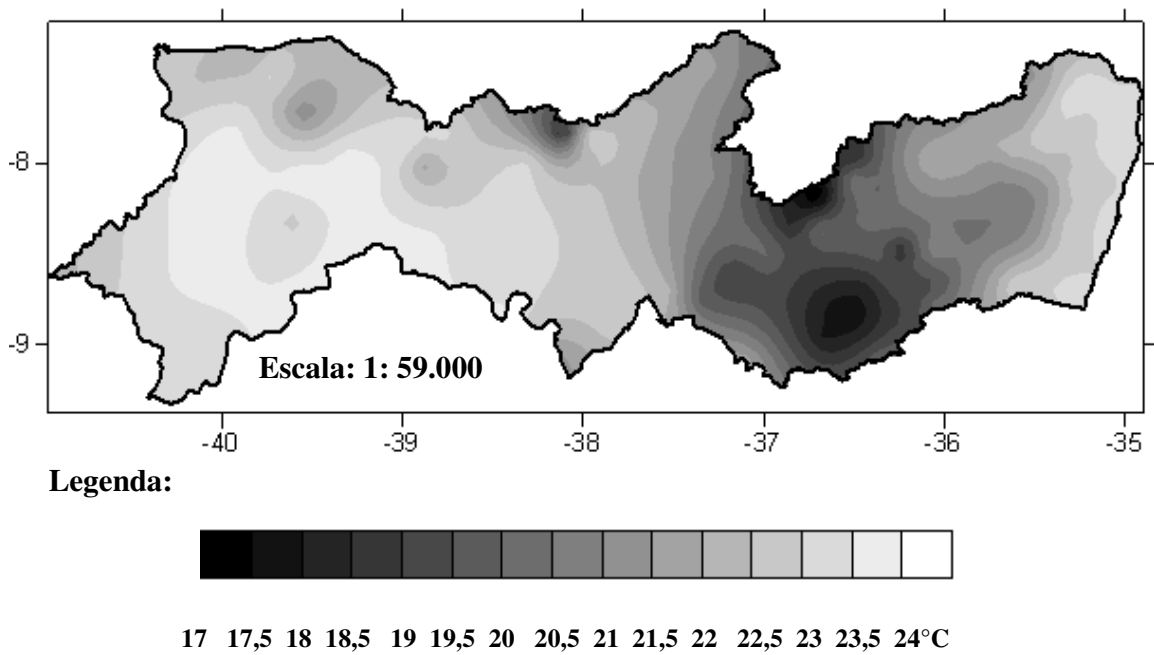
Essa figura apresenta que as maiores evapotranspirações ocorrem no Sertão Meridional e as menores evapotranspirações ocorrem em regiões montanhosas. Essa variação da evapotranspiração nessas regiões pode ser por alguns condicionantes climáticos, que ocorre nas regiões de relevo acentuado (montanhas) e de baixa altitude. Segundo Pereira et al. (2002) o efeito combinado de temperatura, umidade relativa e velocidade do vento define a demanda atmosférica por vapor d'água, de maneira particular, em cada região.



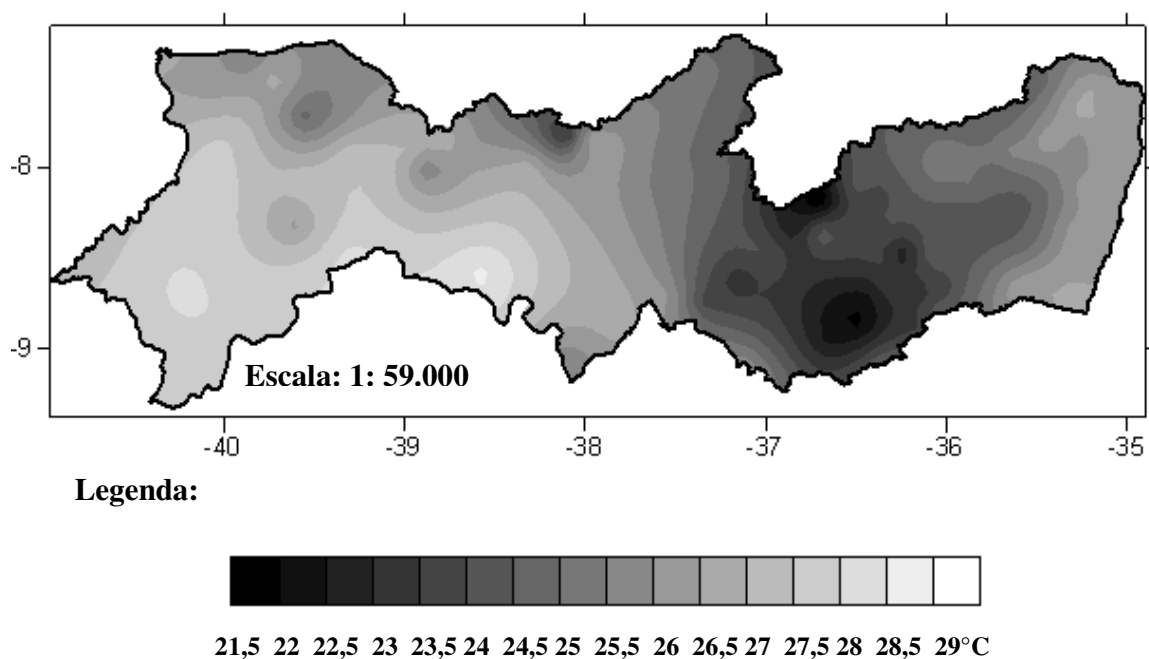
**Figura 8** – Carta da evapotranspiração potencial acumulada de Pernambuco.



As Figuras 9 e 10 apresentam as cartas das temperaturas média mínima e média máxima anuais respectivamente para todo o Estado; identifica-se que as regiões montanhosas apresentaram temperaturas médias máximas e mínimas inferiores, cuja afirmação vem ser esclarecida por Pereira et al.(2002), onde com o aumento da altitude, ocasiona diminuição da temperatura, em consequência da rarefação do ar e diminuição da pressão atmosférica. Em média, há decréscimo de 0,6 °C a cada 100 m de elevação.

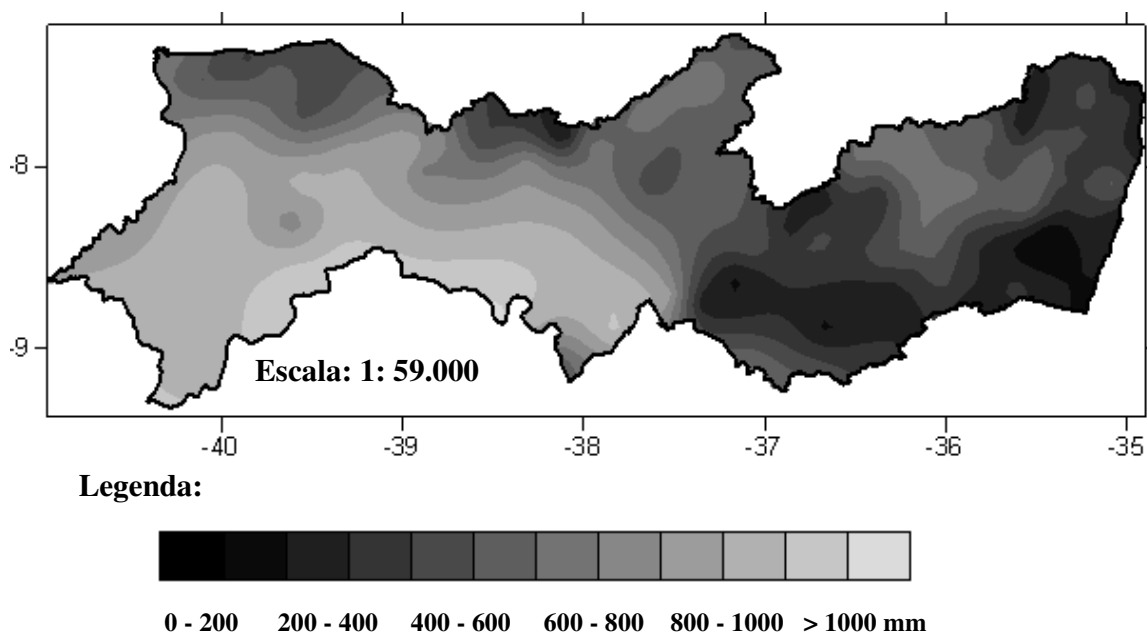


**Figura 9** – Carta da temperatura média mínima anual de Pernambuco.



**Figura 10** – Carta da temperatura média máxima anual de Pernambuco.

A Figura 11 apresenta o mapa das deficiências hídricas anuais de Pernambuco, determinadas, a partir do balanço hídrico de Thornthwaite & Mather (1955), para 100 mm de capacidade de água disponível, com isolinhas de 200-400, 400-600, 600-800, 800-1000 e acima de 1000 mm. Percebe-se que os maiores déficits hídricos ocorrem no Sertão Meridional e os menores déficits na Zona da Mata Meridional. Segundo Pereira et al. (2002) a disponibilidade hídrica depende do balanço entre a chuva e evapotranspiração, sendo esta última dependente das condições da superfície (tipo de cobertura, tipo de solo) e da demanda atmosférica (temperatura, umidade do ar e velocidade do vento). A variação do déficit, como do excedente hídrico, permite o planejamento das atividades agrícolas de uma região.



**Figura 11** - Carta do déficit hídrico acumulado de Pernambuco.

Segundo Lamas (2002), a *Alpinia purpurata* é bastante sensível à falta de umidade no solo, podendo afetar em muito a qualidade da inflorescência, logo, as regiões onde apresenta uma irregularidade na distribuição pluviométrica, denunciam a presença de uma estação seca acentuada e conseqüentemente uma inaptidão para a cultura.

#### 4.3 Viabilidade Climática para *Alpinia purpurata* em Pernambuco

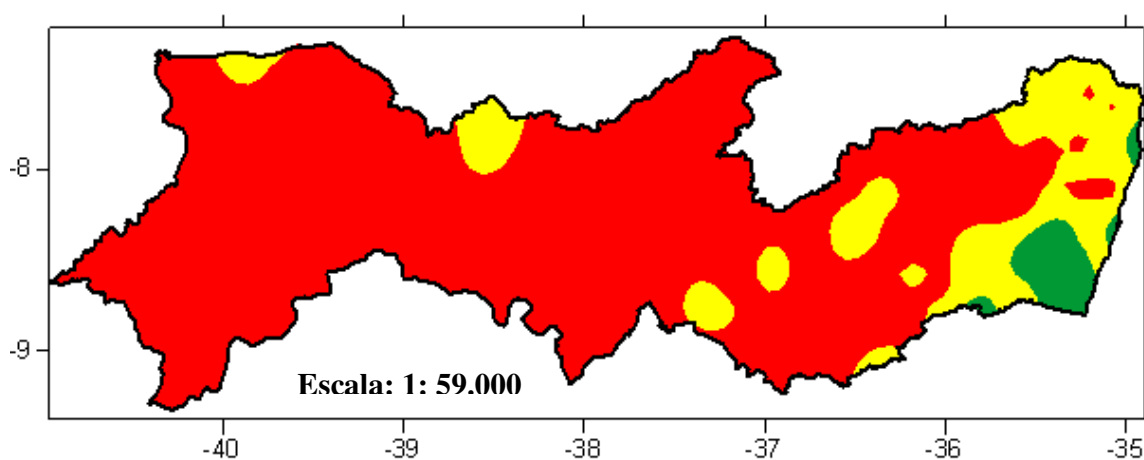
Conforme foi apresentado na determinação dos índices-limite, dos fatores térmico e hídrico, Pernambuco apresenta temperaturas inferiores em, médias anuais, variando de 19,2 a 28,1°C; portanto, o déficit hídrico não pode ser o único parâmetro climático determinante para o zoneamento, e sim uma relação algorítmica dos dois índices. Dessa forma aparecem três faixas de condições climáticas em Pernambuco, em relação ao cultivo da *Alpinia purpurata*:

- 1- Zona apta: condições térmicas e hídricas satisfatórias, onde a temperatura é maior de 22°C e o déficit hídrico  $\leq 200$  mm por ano.
- 2- Zona Restrita (moderadamente apta): condições térmicas satisfatórias e deficiências hídricas moderadas, ou seja, temperatura superior a 22°C e o déficit hídrico compreendido

entre 200 a 400 mm, onde o cultivo já necessita suplementar com irrigação, além de outras técnicas no manejo para o desenvolvimento da cultura.

3- Zona inapta: condições térmicas e hídricas desfavoráveis, ou seja, a temperatura inferior a 22°C e o déficit hídrico maior 400 mm ou a temperatura maior do que 22°C e o déficit também superior a 400 mm, chegando a inviabilidade do cultivo da flor a baixos custos, havendo assim a necessidade de técnicas mais sofisticadas e mão-de-obra especializada.

A Figura 12 abaixo apresenta a Carta do Zoneamento Agroclimático da *Alpinia purpurata* em Pernambuco.



**Legenda:**



**Área Apta**

**Área Restrita**

**Área Inapta**

**Figura 12** - Carta do Zoneamento Agroclimático da *Alpinia purpurata* em Pernambuco.

Segundo Varejão-Silva e Cezar-Barros (2001) há um certo grau de incerteza na posição geográfica do traçado das linhas que separam as diferentes classes de aptidão climática, devido à distribuição espacial dos postos pluviométricos no Estado de Pernambuco, a qual ainda está bem aquém do desejável, deixando algumas áreas sem nenhuma informação, dificultando o traçado das linhas, ou seja, do limite das faixas de aptidão estimadas.

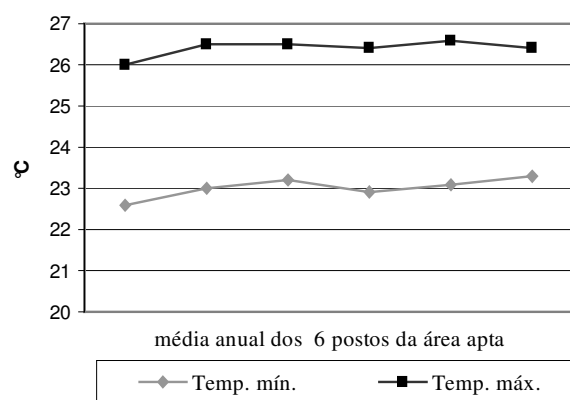
Cada faixa de aptidão deve ser considerada também como uma área de transição, aonde as condições climáticas vão gradualmente mudando, quando se parte da porção central da faixa em direção às faixas vizinhas.

#### 4.4 Descrição climática das Zonas Agroclimáticas de Pernambuco

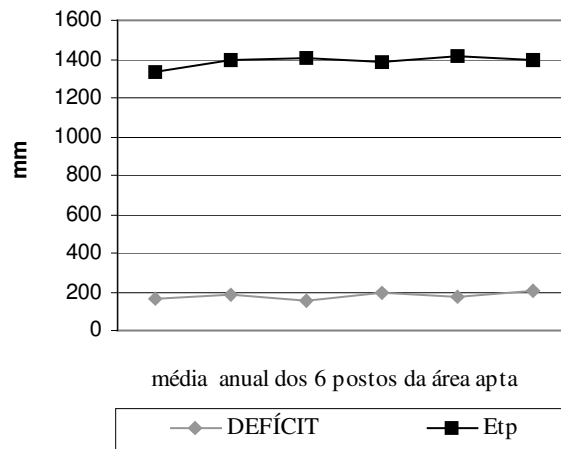
Foram analisadas as zonas agroclimáticas e descritos os intervalos de temperatura, déficit hídrico e evapotranspiração para cada zona agroclimática de Pernambuco para a *Alpinia purpurata*:

##### 4.4.1 Zona Apta

Nas Figuras 13 e 14 na zona apta apresentou um intervalo da temperatura média anual entre 22,6 a 26,6°C, a evapotranspiração potencial anual variou entre 1.329 mm a 1.420 mm e o déficit hídrico anual compreendido no intervalo entre 155 a 200 mm.



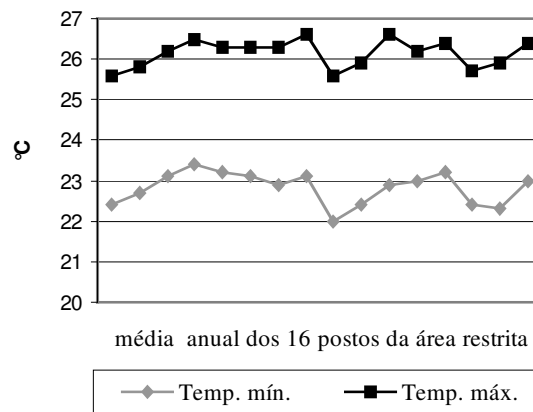
**Figura 13** – Variação das temperaturas médias mínima e máxima anuais da Zona Apta.



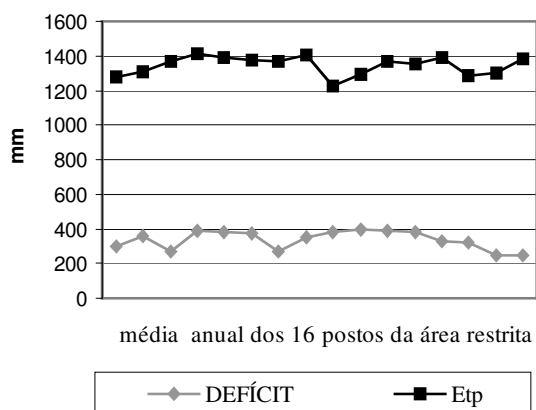
**Figura 14** – Variação do déficit hídrico e da evapotranspiração potencial na Zona Apta.

#### 4.4.2 Zona Restrita

Nas Figuras 15 e 16 na zona considerada restrita a temperatura média anual variou entre 22 a 26,6°C, a evapotranspiração potencial anual variou entre 1.227 a 1.414 mm e o déficit hídrico anual entre 245 a 397 mm.



**Figura 15** - Variação das temperaturas médias mínima e máxima anuais na Zona Restrita

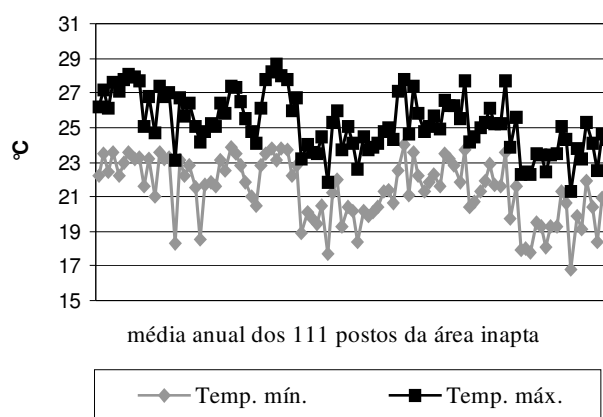


**Figura 16** – Variação do déficit hídrico e da evapotranspiração potencial anual na Zona Restrita.

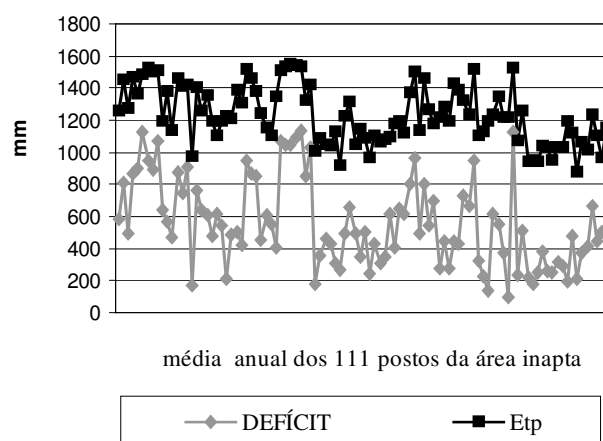
#### 4.4.3 Zona Inapta

Nas Figuras 17 e 18 na zona considerada inapta apresentou temperaturas médias anuais num intervalo de 18,6 a 28,7°C e faixa de evapotranspiração potencial anual variaram entre 915 a 1.536 mm. O déficit hídrico anual variou no intervalo de 94,8 a 1.132 mm.

Embora a zona inapta apresentou regiões com déficit hídrico menor do que 200 mm (limite para zona apta) ou mesmo, entre 200 a 400 mm (intervalo limite para zona restrita), as temperaturas médias associadas a estes déficits são normalmente inferiores a 22°C, como por exemplo: o município de Buíque, onde a temperatura variou entre 19°C (média mínima anual) a 23,2°C (média máxima anual), com um déficit hídrico acumulado de 176,7mm.



**Figura 17** – Variação das temperaturas médias mínima e máxima anuais na Zona Inapta.



**Figura 18** - Variação do déficit hídrico e da evapotranspiração potencial anual na Zona Inapta.

Segundo Reis (1972), ao analisar a viabilidade climática para a cafeicultura em Pernambuco, ressalta que, não só para o cafeeiro, como em relação a qualquer cultura para a qual se venha tentar estabelecer índices-limite para o seu zoneamento numa região como o Nordeste, deve-se ter em mente a baixa produtividade dos solos, em comparação com a produtividade média dos solos do Sudeste, por exemplo.

Como já foi mencionado na metodologia, o zoneamento foi de natureza térmica (temperatura) e hídrica (déficit hídrico e evapotranspiração potencial) e não houve restrição



MEDEIROS, S. R. R. , Zoneamento Agroclimático da Flor Tropical *Alpinia purpurata*...

quanto ao fotoperíodo, pois Pernambuco localizar-se em latitudes baixas, entre 7°20' a 9°29', a variação do fotoperíodo é de 11,56h a 12,65h, praticamente não variando; portanto, dentro das 12h, não comprometendo o crescimento das Zingiberáceas, entre elas, a *A. purpurata*.

## 5. CONCLUSÕES

---

A zona apta se concentrou em 6 localidades, distribuídas na Mesorregião Metropolitana do Recife e, sobretudo, na Mesorregião da Zona da Mata pernambucana, na área sul, onde há uma boa distribuição temporal de chuvas.

A zona restrita foi em 16 localidades distribuídas na Mesorregião Metropolitana de Recife, na Mesorregião da Zona da Mata pernambucana, na fronteira entre a Zona da Mata e o Agreste e apareceram algumas “ilhas” na Mesorregião do Agreste e no Sertão pernambucano, onde as condições de aptidão restrita são apontadas, cujas regiões são as montantes de relevo acentuado, conhecidos como brejos e serras úmidas do Agreste e do Sertão pernambucano.

A zona inapta foi em 111 localidades, distribuídas nas mesorregiões do Sertão, no Sertão de São Francisco e no Agreste pernambucano, havendo algumas “ilhas” apontadas como inaptas na Mesorregião da Zona da Mata, área norte e oeste da Mesorregião Metropolitana de Recife.

Constatou-se a necessidade de um zoneamento mais aprofundado, ou seja, também de caráter edáfico para a *Alpinia purpurata* e que pode se estender a outras espécies floríferas de importância econômica para o Estado.

MEDEIROS, S. R. R. , Zoneamento Agroclimático da Flor Tropical *Alpinia purpurata*...

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

AGROBRASIL. Balanço Brasileiro do Agronegócio. Ano 1. n.1. p. 96-103. Dezembro,2004.

ANDRADE, I. SEBRAE e FAEPE divulgam flores pernambucanas. Jornal do Comércio. Recife, 12 de Outubro 2003. Caderno de economia, p.9

ASOCOLFLORES, 2002. Asociación Colombiana de Exportadores de Flores. La Flor de Ecuador, 32. Quito.

AKI, A (org.) Bússula de comercialização para produtores de ornamentais. São Paulo : Heliza editora, 2002.

BARON, C. ; PEREZ, P. ; MARAUX, F. Sarrazon – Bilan hidrique applique au zonage. Montpellier : CIRAD, 1996. 26p.

BURGOS, J. J. 1958. Agroclimatic classification and representations (Report of the applications value of agricultural purposes). Varsovia, WMO. Commission for Agricultural Meteorology, 1958 (CagM II/Doc.18).

CASTRO, C. ; CASTIGLIONE, V. B. R. ; LEITE, R. M. V. B. De C. ; KARAM, D. ; MELLO, H. C. ; GUEDES, L. C. A ; FARIAS, J. R. B., A Cultura do Girassol. Londrina : EMBRAPA- CNPSo, 1997. 36P (EMBRAPA-CNPSo. Circular técnico, 13)

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, E. D. V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In : XII Congresso Brasileiro de Meteorologia e II Congresso Latino-Americano de Ibérico de Meteorologia, Anais..., Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1994, v.1, pag. 154-157.

MEDEIROS, S. R. R. , Zoneamento Agroclimático da Flor Tropical *Alpinia purpurata*...

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, V. P. R.; SOUSA, F. A. S.. Programa computacional para estimativa da temperatura do ar. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Brasil, v. 10, n. 1, p. 140-147, 2006.

CEZAR-BARROS, A.H.; TABOSA, J. N.; AMARAL, J.A.B.do; JÚNIOR ANDRADE, A.S.; SILVA, A.A.G.; SANTOS, J.C.P. dos; LACERDA, F.F.; SIMÕES, R.S. Zoneamento de Risco Climático para a Cultura do Milho no Sertão do Estado de Pernambuco. In : Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 14.2005, Campinas-SP. Anais Agrometeorologia, Agroclimatologia e Agronegócio, Resumo. 1 CD-ROM.

CUNHA, R.G.; ASSAD, E.D. Uma visão geral do número especial da RBA sobre zoneamento agrícola no Brasil. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 9, n. 3, p. 377-385, 2001.

DRA, Tabelas Climatológicas (Vol. 1. Diretoria de Rotas Aéreas). Ministério da Aeronáutica. Rio de Janeiro, 1967.

ELLIS, J. E.; VALENÇA, A. S. Desvio Padrão da Temperatura Média Mensal no Brasil. Instituto Nacional de Meteorologia. Boletim Técnico 22: pág.1-75, 1982.

FERREIRA, A.; SOUZA FILHO, I.C.; ALBUQUERQUE; S.C.; BRASIL, H.S. Diagnóstico da floricultura em Pernambuco. In: Floricultura em Pernambuco. p.21-59, Recife: SEBRAE, 2002. 82 p. (Série Agronegócio).

FREITAS, N. B. O Agronegócio da Floricultura em Pernambuco. In: 4º Florinvest. Recife. 2005. CD-ROM.

GOLDEN SOFTWARE. Surfer<sup>®</sup> version 8.03 (Versão Demo). Golden, 2003. Software. Disponível em: <http://www.goldensoftware.com/demo.shtml>, acessado 21 de Agosto de 2006.

MEDEIROS, S. R. R. , Zoneamento Agroclimático da Flor Tropical *Alpinia purpurata*...

HAGILADI, A., N. UMIEL, and X. H. YANG. 1997a. *Curcuma alismatifolia* II. Effects of temperature and daylength on the development of flowers and propagules. Acta Hort. 430 :755-761. In :SARMIENTO, M. J., KUEHNY, J. S., Growth and Development. Responses of Ornamental Gingers to Photoperiod. Hortechology – January-March 2004 14 (1), pag.78-83.

JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M.S. Os pólos da produção de flores e plantas ornamentais do Brasil: Uma análise do potencial exportador. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental, Campinas, v.8, n.1/2, p.25-47, 2002.

LAMAS, A M. Floricultura Tropical: Técnicas de cultivo. Recife: SEBRAE/PE,2002. In : A Cadeia Produtiva da Floricultura Tropical de Pernambuco: Análise da inserção no Mercado Europeu 2006. 125f. Dissertação (Mestrado em Administração e Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

PENMAN, H. L. Evaporation: an introductory survey. Neth. J. Agric. Sci., v. 4, p. 9-29, 1956.

PEREIRA, A. R.; NOVA, N. A. V.; SEDIYAMA, G. C., Evapotranspiração. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C., Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.

REIS, A C. de S., Zoneamento Agroclimático para a Cafeicultura em Pernambuco. Boletim técnico do Instituto de Pesquisa Agropecuária. Recife (52): 1-26, 1972.

REIS, A C. de S. Zoneamento Agroclimático para a Seringueira em Pernambuco. 1974. 39f. (Tese para concurso à Docência Livre em Agronomia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

MEDEIROS, S. R. R. , Zoneamento Agroclimático da Flor Tropical *Alpinia purpurata*...

REIS, A C.de S. Zoneamento Agroclimático para o Nordeste do Brasil. Recife-PE: SUDENE, 1979. 31 p. (Série de estudos do Nordeste).

ROSSATO, L. Estimativa da capacidade de armazenamento de água no solo do Brasil. 2001. 145p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). São José dos Campos: INPE.

SALINGER, J. P . 1991. Commercial flowers growing. Ed. Acribia. España. 371 pp.

SANTANA, R. B.; SILVA, A. A. G.; FACCIOLI; GOMES, N. O.O; BATISTA, W. R. M. Introdução aos Estudos de Zoneamento de Risco Climático para a Cultura do Girassol no Estado de Pernambuco. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 14. 2006. Florianópolis-SC. Anais do XIV SBMET, Resumo. 1 CD-ROM.

SEBRAE. Revista SEBRAE de Agronegócios. n.1. Setembro 2005. In : A Cadeia Produtiva da Floricultura Tropical de Pernambuco: Análise da inserção no Mercado Europeu.2006. 125 f., Dissertação (Mestrado em Administração e Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SIERRA, E. M. ; LÓPEZ E. R., Zonificación Agroclimática de Sudamérica para el Cultivo de La Rosa bajo cubierta. In : Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 14.2005, Campinas-SP. Anais Agrometeorologia, Agroclimatologia e Agronegócio, Resumo. 1 CD-ROM.

SUDENE, Normais Climatológicas da Área da SUDENE. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Convênio com o Serviço de Meteorologia, Recife, 1963.

SUDENE, Dados pluviométricos mensais do Nordeste. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, Recife, 1990 (Série Pluviometria 1 a 10).

MEDEIROS, S. R. R. , Zoneamento Agroclimático da Flor Tropical *Alpinia purpurata*...

TEIXEIRA, A. H. C. e AZEVEDO, P. V. Zoneamento agroclimático para a Videira europeia no Estado de Pernambuco, Brasil., Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.4, n.1. p. 139-145, 1996.

[www.sbagro.org.br/rbagro/pdfs/artigo96.pdf#search=%22%20Zoneamento%20agroclim%C3%A1tico%20para%20a%20videira%20europ%C3%A9ia%20no%20Estado%20de%20Pernambuco%2C%20Brasil.%22](http://www.sbagro.org.br/rbagro/pdfs/artigo96.pdf#search=%22%20Zoneamento%20agroclim%C3%A1tico%20para%20a%20videira%20europ%C3%A9ia%20no%20Estado%20de%20Pernambuco%2C%20Brasil.%22)>, Acessado em : 7 de julho de 2006.

THORNTHWAITE, C. W. The moisture factor in climate. Am. Geophys Union Trans., v. 27, p. 41-48, 1946.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. Geographical Review, v.38, n. 1, 1948.

THORNTHWAITE, C. W. ; MATHER, J. R. The water balance. Publication in Climatology, Laboratory of Climatology, Centerton, v. 8, n.1, 1955.

THORNTHWAITE, C. W. ; MATHER, J. R. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and water balance. Drexel Institute of Technology. Publications in Climatology, X :3. Centertan,1957.

VAREJÃO-SILVA, M. A. Meteorologia e Climatologia / Mario Adelmo Varejão-Silva. – Brasília : INMET, Gráfica e Editora Pax, 2001. 532 p.

VAREJÃO-SILVA, M. A. ; CEZAR-BARROS, A. H., Zoneamento de Aptidão climática do Estado de Pernambuco para três distintos cenários pluviométricos. COTEC (Consultores Técnicos e Científicos) / Data agros – Informática & Informações Agrícolas / Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária de Pernambuco. Recife – PE, 2001.

VIANELLO, R. L; ALVES, A. R.; Meteorologia Básica e Aplicações. Universidade Federal de Viçosa-MG. Imprensa Universitária/Viçosa-MG. pág.399, 1991.

MEDEIROS, S. R. R. , Zoneamento Agroclimático da Flor Tropical *Alpinia purpurata*...

ZHANG, J. X., J. P. HUANG, and L. M. LIN 1995. A new favorite in flower markets: Cultivation technique and regulation of flowering of *Curcuma alismatifolia*. Taiwan Flower Ind. 92 (3):36-40. In :SARMIENTO, M. J., KUEHNY, J. S., Growth and Development Responses of Ornamental Gingers to Photoperiod. Hortechonology – January-March 2004 14 (1), pag.78-83.

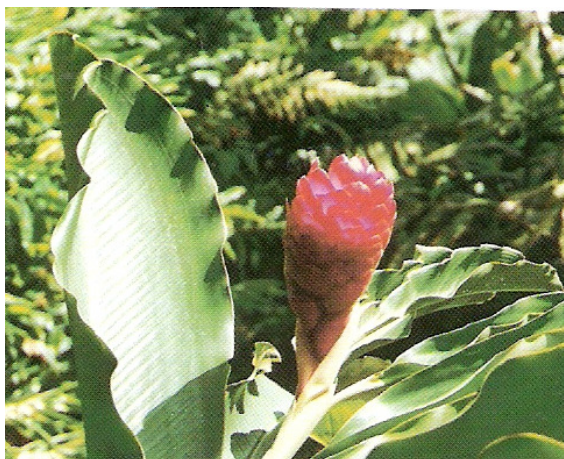


## 7. APÊNDICE

---

### 7.1 Variedades

As figuras 19,20, 21 e 22 são algumas variedades da alpínia.



**Figura 19 - Kimi**



**Figura 20 - Jungle King**



**Figura 21 - Red Ginger**



**Figura 22 - Aileen Macdonald**

Fonte: LAMAS, 2002.

### 7.2 Os Balanços Hídricos dos quatro municípios adotados: Igarassú, Primavera, São Lourenço da Mata e Goiana.

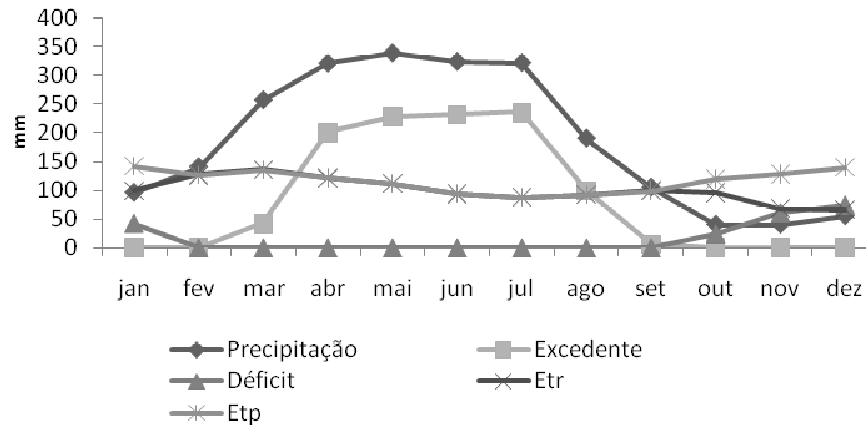


Figura 23 – Balanço hídrico do município de Igarassú

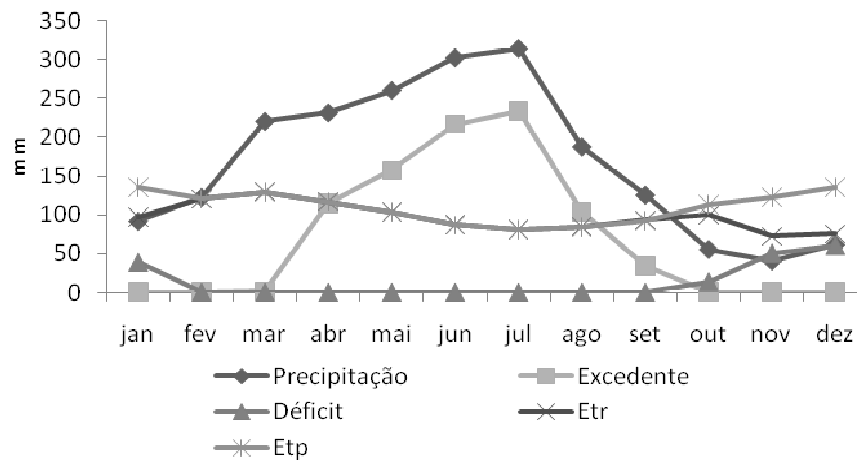


Figura 24 – Balanço hídrico do município de Primavera

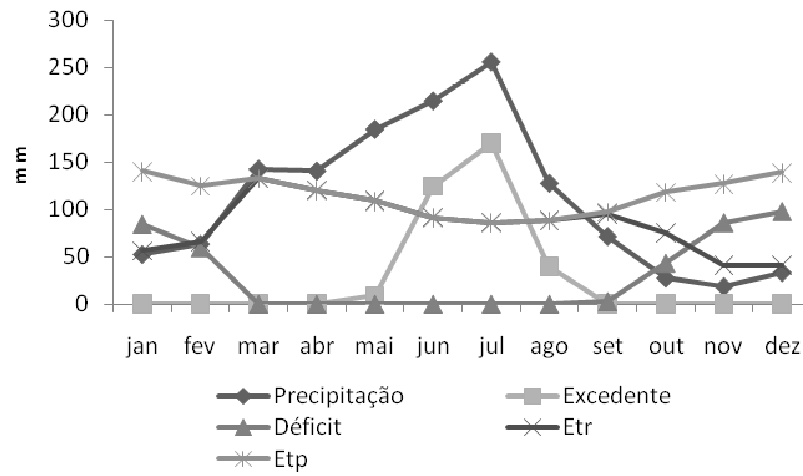


Figura 25 – Balanço hídrico do município de São Lourenço da Mata

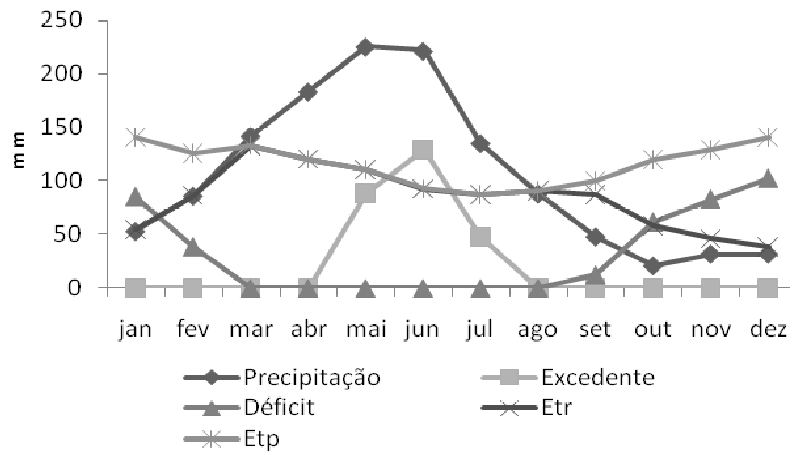


Figura 26 – Balanço hídrico do município de Goiana

## 7.3 Os 123 postos observados

**Tabela 2** – Valores médios anuais de temperatura (mínima e máxima), déficit hídrico e Evapotranspiração potencial dos postos analisados de Pernambuco.

LOCAL	LONGITUDE	LATITUDE	Temp. mín.	Temp. máx.	Déficit hídrico	Etp
ARARIPINA	-40,56	-7,55	22,2	26,2	582,6	1256,1
BARRA DE SÃO PEDRO	-40,33	-7,22	23,5	27,2	809,2	1452,6
FEITORIA	-40,1	-7,53	22,4	26,1	496,1	1276,2
OURICURI	-40,06	-7,88	23,6	27,6	864,8	1466,3
ARIZONA/AFRÂNIO	-40,96	-8,66	22,2	27,1	901,1	1358,6
PAU FERRO/PETROLINA	-40,73	-8,95	23	27,8	1130,9	1481,4
JUTAÍ/SANTA MARIA DA BOA VISTA	-40,23	-8,63	23,6	28,1	949,8	1525,3
LAGOA GRANDE St. MARIA DA BOA VISTA	-40,28	-8,98	23,2	27,9	892,9	1500,1
PETROLINA	-40,5	-9,38	23,3	27,7	1068,6	1504,2
SÃO JOSÉ DO EGITO	-37,28	-7,46	21,6	25,1	636,8	1188,8
EXU	-39,71	-7,51	23,2	26,8	564,4	1381,1
SÍTIO DOS MOREIRAS	-39,55	-7,73	21	24,7	469,4	1136
SERRITA	-39,31	-7,93	23,6	27,4	876,7	1460,1
SÃO JOSÉ DO BELMONTE	-38,78	-7,86	23,2	26,8	743,1	1407,4
VERDEJANTE	-38,98	-7,91	23,3	27	910,2	1418,9
TRIUNFO	-38,11	-7,83	18,3	23,1	167	970,3
SERRA TALHADA	-38,3	-7,98	23,1	26,7	761,9	1404
AFOGADOS DA INGAZEIRA	-37,65	-7,75	22,2	25,7	644,2	1259,5
FLORES	-37,98	-7,85	22,8	26,4	606,6	1354,4
IRAJÁ/IGUARACI	-37,51	-7,91	21,5	25,1	478,4	1193,7
JATAUBA	-36,48	-7,96	18,5	24,2	616,9	1101,2
SURUBIM	-35,75	-7,8	21,7	24,8	544,8	1188,5
BOM JARDIM	-35,58	-7,8	21,8	25,2	207,6	1223,8
VERTENTES	-35,98	-7,91	21,6	25,1	490,5	1208,9
LIMOEIRO	-35,46	-7,86	23,1	26,4	503,8	1383,6
CARPINA	-35,25	-7,85	22,5	25,8	425,5	1302
PARNAMIRIM	-39,56	-8,08	23,9	27,4	951,6	1514,9
SALGUEIRO	-39,11	-8,06	23,5	27,3	866,1	1461,6
BETÂNIA	-38,03	-8,28	22,8	26,5	851,7	1381,1
CUSTÓDIA	-37,65	-8,1	21,8	25,5	450,1	1237,3
SERTÂNIA	-37,26	-8,08	21	24,8	604,6	1155,3
CARUARU	-35,96	-8,28	20,5	24,1	553	1102,7
VITÓRIA DE SANTO ANTÃO	-35,3	-8,11	22,8	26,1	402,3	1344,9
OROCO	-39,6	-8,61	23,5	27,8	1068,5	1509,6
CABROBO	-39,31	-8,5	23,8	28,2	1049,7	1535,9
FLORESTA	-38,58	-8,6	23,1	28,7	1043,3	1549,1
BELEM DE SÃO FRANCISCO	-38,96	-8,76	23,8	28	1092,7	1543
ICO/PETROLÂNDIA	-38,46	-8,86	23,7	27,8	1132,3	1531,9
MOXOTÓ	-37,53	-8,71	22,2	26	853,1	1317,8
INAJÁ	-37,83	-8,9	22,8	26,7	1026,7	1420,8
BUIQUE	-37,16	-8,61	18,9	23,2	176,7	1006

MEDEIROS, S. R. R. , Zoneamento Agroclimático da Flor Tropical *Alpinia purpurata*...

PEDRA	-36,96	-8,5	20,1	24	356,5	1083,8
SÃO BENTO DO UNA	-36,36	-8,51	19,7	23,6	459,5	1048,8
PANELAS	-36,03	-8,66	19,4	23,5	426,8	1034,8
QUIPAPÁ	-36,05	-8,81	20,5	24,5	310,1	1123,8
GARANHUNS	-36,48	-8,86	17,7	21,8	266,8	915,1
TACARATU	-38,15	-9,1	21,2	25,3	491,7	1228,2
ÁGUAS BELAS	-37,11	-9,11	22	26	658,8	1313,2
BOM CONSELHO	-36,68	-9,16	19,3	23,7	496,6	1045,7
CORRENTES	-36,33	-9,11	20,4	25,1	351,1	1147,2
ARCOVERDE	-37,06	-8,43	20,2	24,1	503	1090,3
CIMBRES/PESQUEIRA	-36,85	-8,35	18,4	22,6	243	963,5
PESQUEIRA	-36,7	-8,36	20,2	24,5	430	1100,8
BREJO DA MADRE	-36,38	-8,15	19,9	23,7	307,7	1058,8
BELO JARDIM	-36,45	-8,33	20,1	23,9	345,8	1079,3
SÃO CAETANO	-36,15	-8,31	20,4	24,1	616,6	1098,1
CUMARU	-35,7	-8,01	21,3	24,8	405,6	1177
BARRIGUDA	-35,86	-8,1	21,4	25	649,5	1189,2
GRAVATÁ	-35,56	-8,21	20,6	24,3	618,7	1117,9
DORMENTES	-40,78	-8,41	22,5	27,1	804,8	1372,6
MATIAS	-40,05	-8,18	24	27,8	965,2	1497,2
ITAPETIM	-37,18	-7,36	21,1	24,6	491,8	1136,3
BODOCÓ	-39,93	-7,8	23,6	27,4	802,7	1457,6
CEDRO	-39,33	-7,71	22,2	25,8	540,7	1261,4
SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE	-36,2	-7,95	21,3	24,8	699,7	1172,2
MACHADOS	-35,51	-7,68	21,8	25,1	276,9	1219
SALGADINHO	-35,66	-7,93	22,3	25,7	444,2	1282,8
MACAPARANA	-35,45	-7,55	21,6	24,9	278,9	1189,5
ALIANÇA	-35,2	-7,58	23,5	26,6	449,9	1427,7
ITAQUITINGA	-35,1	-7,66	23,2	26,3	430,5	1383,2
CANTO DAS PEDRAS/ CABROBÓ	-39,61	-8,31	22,8	26,3	733,3	1321,1
CARNAUBEIRA	-38,88	-8,01	21,8	25,5	668,7	1234,8
CARNAUBEIRAS	-38,86	-8,43	23,7	27,7	947	1513,3
SÃO JOAQUIM DO MONTE	-35,85	-8,41	20,4	24,2	322,2	1104,8
BARRA DE GUABIRABA	-35,66	-8,41	20,7	24,5	226,3	1127,6
CORTÊS	-35,55	-8,46	21,3	25	137,4	1190,2
BENGALAS	-35,48	-8,01	21,9	25,3	617,9	1234,5
MORENO	-35,08	-8,11	22,9	26,1	550,3	1349,3
POMBOS	-35,38	-8,15	21,7	25,2	371,1	1216,6
AMARAJÍ	-35,45	-8,38	21,6	25,2	94,8	1216,3
ITACURUBA	-38,71	-8,81	23,6	27,7	1123,3	1522,8
TUPANATINGA	-37,35	-8,75	19,7	23,9	237	1067,7
ITAIBA	-37,43	-8,95	21,6	25,6	514	1256,3
CAETÉS	-36,63	-8,78	17,9	22,3	218,3	943
PARANATANA	-36,66	-8,91	18	22,4	174,5	951,9
SALOA	-36,66	-8,95	17,8	22,3	249	942,8

- CONTINUAÇÃO DA TABELA 2 -

MEDEIROS, S. R. R. , Zoneamento Agroclimático da Flor Tropical *Alpinia purpurata*...

IBIRAJUBA	-36,18	-8,58	19,5	23,5	378,2	1037,6
LAJEDO	-36,31	-8,66	19,3	23,4	262,4	1031,8
JUCATÍ	-36,45	-8,7	18,1	22,4	248,1	952,1
JUREMA	-36,13	-8,71	19,3	23,4	318,8	1030
PAQUEVIRA	-36,11	-8,91	19,3	23,5	294,6	1031,3
MARAIAL	-35,83	-8,8	21,3	25,1	191,3	1194,5
PASSAGEM DO TÓ	-36,51	-8,1	20,6	24,3	477,2	1115,8
POÇÃO	-36,7	-8,18	16,8	21,3	212,4	875,2
SANHARÓ	-36,56	-8,36	19,9	23,8	369,1	1063,2
ALAGOINHA	-36,81	-8,48	19,1	23,2	416,1	1010,2
TORITAMA	-36,06	-8,01	21,9	25,3	663,8	1234,9
TACAIMBÓ	-36,3	-8,31	20,4	24,1	442,1	1098,9
CACHOEIRINHA	-36,23	-8,48	18,4	22,5	500,9	963,9
ALTINHO	-36,08	-8,48	20,9	24,6	526,4	1149,4
BEZERROS	-35,75	-8,23	20,6	24,3	513,1	1117
ITAMBÉ	-35,11	-7,41	22,4	25,6	299,2	1276,9
TIMBAUBA	-35,31	-7,51	22,7	25,8	357,5	1310,6
CONDADO	-35,1	-7,58	23,1	26,2	268,2	1368,3
VICÊNCIA	-35,31	-7,66	23,4	26,5	391,1	1414,2
MATARI/GOIANA	-35,13	-7,66	23,2	26,3	382,2	1387,4
SÃO LOURENÇO DA MATA	-35,05	-8	23,1	26,3	375,5	1376,5
ESCADA	-35,23	-8,36	22,9	26,3	268,2	1370,5
PALMARES	-35,6	-8,68	23,1	26,6	351	1409
SERRA DAS TABOCAS/EXU	-39,85	-7,41	22	25,6	377,9	1227
CAIÇARA/ SERRA TALHADA	-38,56	-7,85	22,4	25,9	397,3	1293,6
NAZARÉ DA MATA	-35,23	-7,73	22,9	26,6	385,3	1367,1
BUENOS AIRES	-35,36	-7,78	23	26,2	383,7	1356,8
MUSSUREPE/US.PAUDALHO	-35,13	-7,9	23,2	26,4	329,4	1393,6
GLÓRIA DO GOITÁ	-35,3	-8	22,4	25,7	318,6	1289,1
XEXÉU	-35,61	-8,81	22,3	25,9	249,3	1304,2
SERINHAEM	-35,11	-8,58	23	26,4	245,6	1384,5
PRIMAVERA	-35,35	-8,35	22,6	26	164,3	1329,1
RIO FORMOSO	-35,15	-8,66	23	26,5	184,1	1397
CABO	-35,03	-8,3	23,2	26,5	155	1404,2
GAMELEIRA	-35,38	-8,58	22,9	26,4	191,3	1381,5
BARREIROS	-35,2	-8,83	23,1	26,6	178	1418,8
IGARASSÚ	-34,9	-7,83	23,3	26,4	203,5	1399,6

- CONTINUAÇÃO DA TABELA 2 -