

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**  
**CIÊNCIA DO SOLO**

**DISSERTAÇÃO**

**Aspectos Nutricionais e Aptidão Agrícola das  
Terras para o Gengibre (*Zingiber officinale*  
Roscoe) em Agricultura Familiar na Região  
Serrana do Espírito Santo**

**Ademar Espíndula Junior**

**2008**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
CIÊNCIA DO SOLO**

**ASPECTOS NUTRICIONAIS E APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS  
PARA O GENGIBRE (*Zingiber officinale* Roscoe) EM AGRICULTURA  
FAMILIAR NA REGIÃO SERRANA DO ESPÍRITO SANTO**

**ADEMAR ESPÍNDULA JUNIOR**

*Sob a Orientação da Professora*  
**Lúcia Helena Cunha dos Anjos**

*e Co-orientação do Professor*  
**Marcos Gervasio Pereira**

Dissertação submetida como  
requisito parcial para obtenção do  
grau de **Mestre em Ciências**, no  
Curso de Pós-Graduação em  
Agronomia, Área de Concentração  
em Ciência do Solo

Seropédica, RJ  
Fevereiro de 2008

664.369  
E77a  
T

Espíndula Júnior, Ademar, 1982-  
Aspectos nutricionais e aptidão  
agrícola das terras para o gengibre  
(zingiber officinale roscoe) em  
agricultura familiar na região serrana do  
Espírito Santo / Ademar Espíndula Júnior -  
2008.

83f. : il.

Orientador: Lúcia Helena Cunha dos  
Anjos.

Dissertação (mestrado) - Universidade  
Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de  
Pós-Graduação em Agronomia.

Bibliografia: f. 65-68.

1. Gengibre - Cultivo - Espírito Santo  
(Estado) - Teses 2. Agricultura familiar -  
Espírito Santo (Estado) - Teses I. Anjos,  
Lúcia Helena Cunha dos, 1957-. II.  
Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Ciência  
e Tecnologia de Alimentos. III. Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta Dissertação, desde que seja citada a fonte

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – CIÊNCIA DO SOLO**

**ADEMAR ESPÍNDULA JUNIOR**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**,  
no Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de Concentração em Ciência do Solo.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 22/02/2008

---

Lúcia Helena Cunha dos Anjos. Ph.D. UFRRJ  
(Orientadora)

---

Antonio Roque Dechen. Ph.D. USP/ESALQ

---

Everaldo Zonta. Dr. UFRRJ

*Aos meus pais Ademar e Suely, às irmãs Bia, Rê e Nana, aos  
sobrinhos Jeferson, Jamyle, Raiane, Dudu e João Vitor e a  
minha noiva Samira.*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo e principalmente pela vida;

Ao meu querido Santo Expedito por varias graças alcançadas em seu intermédio;

Aos meus pais Ademar e Suely que muito se sacrificaram, para que eu chegasse até esse momento, me ensinando a lutar com dignidade e acima de tudo a respeitar as pessoas;

Às minhas irmãs e cunhados que mesmo morando distante sempre estiveram presentes e incentivando nos momentos difíceis e compartilhando os momentos felizes;

Aos meus sobrinhos pela alegria e pelo carinho que sempre demonstraram por mim;

À minha noiva Samira que se fez presente em todos os momentos, desde o início da graduação, sempre me incentivando e entendendo muitas vezes minha ausência;

Aos grandes amigos e irmãos da “República Tcheca”, onde sem dúvidas passei os melhores momentos da minha vida, a eles: Elber, Gabriel, Danilo, Eduardo, Geângelo, Rodrigo Tabão, Vitor “Bixão”, Vitin e ao agregado, patrocinador, dono do bar e amigo Kiko;

Aos amigos e colegas da minha turma de graduação agronomia 2001-I, conhecida como Turma do Funil;

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pelo acolhimento desde a graduação, pelas condições dadas para cursar o presente mestrado e pelos bons momentos e amigos adquiridos;

À professora e orientadora Lúcia Helena Cunha dos Anjos, pelo exemplo de profissionalismo e pelos bons momentos de convívio. Ainda pela orientação do trabalho, pelo apoio, pela confiança, e pelo incentivo que muito contribuíram para minha formação;

Ao professor Marcos Gervasio Pereira, pela amizade, pelos ensinamentos pela co-orientação no mestrado. Ainda pela orientação em toda a graduação, inclusive quase quatro anos de iniciação científica, que muito contribuiu para minha formação;

Aos professores do curso de Pós Graduação em Agronomia – Ciência do Solo da UFRRJ, pela amizade, formação e conhecimentos adquiridos, entre eles: Everaldo Zonta e José Carlos Polidoro;

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de iniciação científica e a CAPES pela bolsa no mestrado;

Aos amigos e companheiros do laboratório de Gênese e Classificação de Solos pelo apoio e companheirismo, entre eles: Adierson, Ademir, Arcângelo, Celeste, e a amiga de sempre Sandy.

Ao mestrando Nivaldo Schultz pela grande colaboração nas análises de laboratório e ao amigo Orlado Carlos Huertas Tavares pela ajuda nas análises estatísticas;

A todos os funcionários do Departamento de Solos, em especial ao Anselmo, Pedro, Luciene, Roberto, Marcos.

## **BIOGRAFIA**

Ademar Espíndula Junior, nascido em 17 de dezembro de 1982 em Domingos Martins, Estado do Espírito Santo, filho de Ademar Espíndula e Suely Gonçalves Espíndula. Ingressou na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro no primeiro semestre do ano de 2001 no curso de Agronomia, onde graduou em março de 2006. Foi estagiário do Laboratório de Gênese e Classificação do Solo desde o primeiro dia de Universidade Rural, onde participou de vários projetos. Foi bolsista de iniciação científica do CNPq no período de agosto de 2002 a fevereiro de 2006. Em março de 2006, ingressou no curso de Pós-Graduação em Agronomia-Ciência do Solo no nível de Mestrado e concluiu sua dissertação em fevereiro de 2008.

## RESUMO GERAL

ESPÍNDULA JÚNIOR, Ademar. **Aspectos nutricionais e aptidão agrícola das terras para o gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) em agricultura familiar na região serrana do Espírito Santo**. 2008. 72f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

No Espírito Santo, 77 % dos estabelecimentos rurais do Estado são do tipo familiar. Eles detêm 40% da área e geram 36% do valor da produção rural. Tal fato, associado ao crescimento de lavouras destinadas ao mercado externo, faz desse estado pólo estratégico para o desenvolvimento e expansão do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe). A lavoura concentra-se nos municípios de Santa Maria de Jetibá e Santa Leopoldina, na Região Centro-Serrana do Estado. Contudo faltam informações quanto aos requerimentos de nutrientes e o manejo da adubação e estudos para delimitação de novas áreas aptas a sua implantação no Estado. Os objetivos desse estudo foram: a) avaliar a marcha de absorção de N, P e K, assim como a resposta do gengibre a doses de fósforo; e b) apresentar parâmetros para zoneamento da lavoura e propor um sistema de avaliação da aptidão das terras para o gengibre no Espírito Santo, em modelo de agricultura familiar. Para atender ao primeiro objetivo foram conduzidos experimentos em uma gleba rural familiar, no município de Santa Maria de Jetibá, em Argissolo Amarelo Distrófico, de agosto de 2006 a junho de 2007. O modelo experimental foi de blocos ao acaso, com 3 blocos e 1 tratamento para a marcha de absorção, e 3 blocos e 4 tratamentos para avaliar a dose ideal de P, com os seguintes tratamentos: 60, 120 e 240 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> no plantio e testemunha. Os resultados da marcha de absorção de N, P e K foram semelhantes, sendo lenta no início do cultivo e com crescimento exponencial em torno da floração (180 a 210 DAP), terminando o ciclo com ligeira queda a partir dos 240 DAP. O acúmulo dos nutrientes avaliados deu-se na seguinte ordem decrescente: N>K>P. O principal acúmulo se deu no rizoma. Quanto ao P, apenas a dose de 240 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> apresentou diferença de rendimento positiva e significativa, com um incremento de produção de 17,4% (3,95 Mg de massa fresca), comparado à dose de 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. O que se refletiu em um acréscimo de renda líquida para o agricultor de R\$ 1.920,00 ha<sup>-1</sup>. A aplicação no plantio de 240 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectare aumentou o rendimento e melhorou o aspecto visual dos rizomas; portanto, dentre as doses utilizadas foi a que apresentou melhores resultados, nas condições do estudo. Para a segunda parte do estudo, foram compilados dados referentes às necessidades da cultura e as variáveis ambientais (relevo, temperatura, precipitação e solo) no Estado, oferecendo assim bases para um sistema de zoneamento da cultura. Foram atribuídos pesos de um a três as características relevantes e as áreas foram então agrupadas em três classes de potencial para o gengibre: aptas, restritas e inaptas. Foi também proposto um Sistema de Avaliação da Aptidão das Terras para a Cultura do Gengibre, que definiu quatro classes de aptidão: preferencial, regular, restrita e inaptas. Ambos os sistemas podem ser usados para avaliar o potencial das terras do Espírito Santo para a lavoura do gengibre em modelo de agricultura familiar, com nível de manejo elevado.

**Palavras-chave:** Absorção de nutrientes. Recomendação de P. Potencial agrícola de terras.

## GENERAL ABSTRACT

ESPÍNDULA JÚNIOR, Ademar. **Nutrition aspects and land capability for ginger crop (*Zingiber officinale Roscoe*) in family farm systems in the mountainous region of Espírito Santo State, Brazil.** 2008. 72p. Dissertation (Master in Agronomy, Soil Science). Institute of Agronomy, Soil Department, Rural Federal University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

In Espírito Santo State, Brazil, 77% of rural properties are of the family type. They occupy 40% of the area and generate 36% of the value of the rural production. This, associated to the growth of crops for exportation, makes the State strategic for development and expansion of the ginger crop (*Zingiber officinale Roscoe*). The crop is concentrated in Santa Maria de Jetibá and Santa Leopoldina municipalities, in the Center-mountainous region of Espírito Santo. However, there is little information on the nutritional requirements of this crop and the fertilization management, and studies to define new areas suitable for production in the State. The objectives of this study were: a) to evaluate the absorption of the nutrients N, P and K; as well as the response of ginger to dosages of phosphorus (P); and b) to present parameters for ginger cropping zoning and to propose a land capability system for the crop, in a family farm system. In order to attend the first objective, experiments were conducted in a plot on a family farm, located in the municipality of Santa Maria de Jetibá, on a Xanthic Dystrudult soil, from August 2006 to June 2007. The experimental design was of random blocks, with 3 blocks and 1 treatment in the study of the nutrient absorption, and 3 blocks and 4 treatments for evaluating the optimal dosage of P, with the following treatments: 60, 120, 240 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, in addition to the testimony. The results of the N, P, and K absorption were similar, being slow in the beginning of the cultivation, followed by an exponential growth, around the flowering period (180 to 210 DAP), ending the cycle with a slight fall after 240 DAP. The accumulation of the nutrients studied followed the descending order: N > K > P. Most of the accumulation happened in the rhizome. As for P response, only the dosage of 240 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> showed a positive and significant difference in yield, with a production increase of 17.4% (3.95 Mg fresh weight), compared to dose of 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. This resulted in a positive income gain for the farmer of U\$ 1.130,00 ha<sup>-1</sup>. The application of the dosage of 240 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per hectare in the planting increased the yield and the visual quality of rhizomes; thus, it was recommended as the most adequate within the P dosages studied for the cultivation of ginger, in the conditions of the study. For the second part of the study, data relative to physiological characteristics of the crop, and environmental variables (topography, temperature, precipitation, and soil) in the Espírito Santo State, were compiled, in order to offer the bases for a zoning of ginger crop. Values from one to three were attributed to characteristics relevant to the crop yield, and the areas were grouped into three classes of potential: suitable, restricted, and unsuited for ginger cultivation. It was also proposed a System of Land Capability for the Ginger Crop, which defined four capability classes: preferential, regular, restrict, and unsuited. Both systems may be applied to evaluate land potential for ginger crop in Espírito Santo State, in family farm model, with high technology and soil management level.

**Key words :** Nutrient absorption. P recommendation. Land agricultural potential.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL</b>	1
<b>CAPITULO I – ACÚMULO DE NUTRIENTES E RESPOSTA DO FÓSFORO NA CULTURA DO GENGIBRE (<i>ZINGIBER OFFICINALE</i> ROSCOE) PARA A REGIÃO SERRANA DO ESPÍRITO SANTO</b>	3
<b>RESUMO</b>	4
<b>ABSTRACT</b>	5
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	6
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	7
2.1 Agricultura Familiar e Cenários de Produção no Espírito Santo	7
2.2 Gengibre ( <i>Zingiber officinale</i> Roscoe)	10
2.2.1 Botânico e histórico	10
2.2.2 Cultivo do gengibre e práticas agrícolas	10
2.3 Cenários Econômicos da Lavoura do Gengibre ( <i>Zingiber officinale</i> Roscoe)	11
2.3.1 No cenário mundial	12
2.3.2 No cenário nacional	13
2.3.3 No cenário estadual	14
2.4 Sistema de Produção do Gengibre	15
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b>	16
3.1 Localização da Área de Estudo	16
3.2 Características do Meio Físico	16
3.3 Solos da Região em Estudo	18
3.4 Experimentos com Gengibre	18
3.4.1 Instalação e adubação	18
3.4.2 Tratos culturais	20
3.4.3 Coletas e análises	22
3.4.4 Análises estatísticas	22
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	23
4.1 Extração de N, P e K pela Cultura de Gengibre	23
4.2 Resposta do Gengibre a Diferentes Doses de Fósforo	26
<b>5 CONCLUSÕES</b>	30
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	31
<b>CAPITULO II – PARÂMETROS PARA O ZONEAMENTO E APTIDÃO DAS TERRAS PARA A CULTURA DO GENGIBRE (<i>ZINGIBER OFFICINALE</i> ROSCOE) EM MODELO DE AGRICULTURA FAMILIAR NO ESPÍRITO SANTO</b>	34
<b>RESUMO</b>	35
<b>ABSTRACT</b>	36
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	37
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	38
2.1 Zoneamento	38
2.2 Aptidão Agrícola das Terras	39
2.3 Zoneamento e Aptidão Agrícola das Terras para o Gengibre no Espírito Santo	40
2.4 Aspectos Geográficos do Estado do Espírito Santo	40

<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b>	44
3.1 Seleção de Áreas Potenciais para o Gengibre no Espírito Santo	44
3.2 Identificação das Classes de Aptidão Agrícola das Terras para o Gengibre	44
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	46
4.1 Seleção de Áreas Potenciais para a Lavoura do Gengibre	46
4.1.1 Necessidades da cultura	46
4.1.2 Características ambientais	47
4.1.3 Área rural	56
4.1.4 Classes de potencial agrícola das terras	57
4.1.5 Aplicação do sistema para identificação das classes de potencial agrícola das terras para o gengibre na área experimental	58
<b>4.2 Sistema de Avaliação de Aptidão das Terras para o Gengibre no Espírito Santo</b>	58
4.2.1 Fatores e graus de limitação da aptidão das terras para o gengibre	59
4.2.2 Aplicação do sistema de avaliação da aptidão das terras para o gengibre	63
<b>5 CONCLUSÕES</b>	64
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	65
<b>CONCLUSÕES GERAIS</b>	69
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	70
<b>ANEXOS</b>	71

## INTRODUÇÃO GERAL

Segundo estudo do IBGE (1995/96) 77 % dos estabelecimentos rurais do Estado do Espírito Santo é do tipo familiar. Eles detêm 40% da área e geram 36% do valor da produção rural. Os dados relativos à estrutura fundiária estadual revelam uma importante característica da economia capixaba, qual seja, a desconcentração da propriedade rural, favorecendo a existência de uma vigorosa agricultura familiar. O mesmo documento mostra que 92% das propriedades estão na faixa de até 100 hectares e cerca de 80% das propriedades têm dimensão menor que 50 ha. Contudo, segundo INCAPER (2006), a crise da agricultura familiar do Espírito Santo, em decorrência de fatores climáticos adversos, da concorrência desfavorável de mercado com outros centros produtores, aliados à crescente perda de capacidade de exploração agrícola das terras e as práticas extrativistas ainda utilizadas, levaram grande parcela dos agricultores familiares à busca de alternativas econômicas que pudessem garantir sua sobrevivência e permanência no campo.

Uma das alternativas, que chama a atenção por não ocupar grandes áreas e que faz com que o Estado do Espírito Santo contribua com 60% da produção nacional (BERGOLI, 2006), é o gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe). O rizoma do gengibre é consumido de diversas maneiras em todas as partes do mundo. Demandando permanentes cuidados durante todo o seu ciclo vegetativo, além de ser cultivada em pequenos talhões na propriedade, o gengibre torna-se uma cultura que atende os padrões da agricultura familiar, cujos trabalhadores, residindo na propriedade, podem conduzir a cultura com a atenção e dedicação necessárias (SEAG, 2007).

Além de ser o maior produtor, o Espírito Santo destaca-se também como maior exportador do rizoma (80% das exportações), tendo a região serrana como a principal produtora e os mercados da Europa, Canadá e Estados Unidos como destino do produto (SEAG, 2007). Apesar de tantas características favoráveis ao cultivo do gengibre, vários fatores contribuem para a não expansão da lavoura no Espírito Santo, dentre eles destacam-se: a falta de informações técnicas referentes aos requerimentos de nutrientes e o manejo da adubação e estudos capazes de orientar a delimitação de áreas aptas a sua implantação, de forma a incentivar o plantio e a utilização de novas áreas potenciais em outras regiões no Estado.

Mesmo com a reconhecida importância da cultura e o fato de o fósforo ser um importante nutriente para o gengibre, são escassos os trabalhos na literatura sobre a adubação fosfatada na fase de estabelecimento da cultura. Uma das hipóteses desse estudo é que a resposta da cultura do gengibre a adubação fosfatada pode ser utilizada como estratégia para recomendação adequada e otimizar a adubação, o que contribuirá para tornar a produção racional e economicamente viável com sustentabilidade do sistema. Assim como, o conhecimento da absorção e do acúmulo de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento da planta poderá determinar as épocas em que os elementos são mais exigidos e antever a demanda de nutrientes, que, porventura, venham a ocorrer durante o desenvolvimento da cultura.

O Brasil e suas regiões apresentam vários macro e microambientes com diferentes condições de solo e clima e, conseqüentemente, distintas aptidões para produzir lavouras em vários modelos de agricultura. A identificação do ambiente edafoclimático e a classificação e a aptidão agrícola das terras constituem um conhecimento básico para tomada de decisão na implantação de lavouras, notadamente no caso da agricultura familiar, onde o menor tamanho das propriedades rurais faz com que a utilização das terras seja intensiva e diversificada.

Tendo em vista a importância da cultura do gengibre para a agricultura familiar capixaba, o presente trabalho teve como objetivo obter informações técnicas que contribuam

para adequação do manejo da adubação assim como o estabelecimento de bases para a introdução da lavoura em áreas com potencial agrícola, contribuindo assim para a sustentabilidade do gengibre no Estado do Espírito Santo.

O trabalho foi desenvolvido em dois capítulos, no primeiro são apresentados os experimentos e resultados obtidos quanto à marcha de absorção de N, P e K ao longo do ciclo da cultura, além de informações referentes à resposta do gengibre sob diferentes doses de P; o segundo capítulo mostra a criação de bases para o zoneamento assim como a elaboração de uma proposta de sistema de avaliação da aptidão das terras para a cultura do gengibre no Estado do Espírito Santo, em modelo de agricultura familiar.

Os objetivos específicos do estudo foram:

a) Avaliar a marcha de absorção de N, P e K, assim como a resposta ao fósforo na cultura do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) para a Região Serrana do Espírito Santo.

b) Apresentar parâmetros para zoneamento e propor de um sistema de avaliação da aptidão das terras para a cultura do gengibre no Estado do Espírito Santo, em modelo de agricultura familiar.

## **CAPÍTULO I**

### **ACÚMULO DE NUTRIENTES E RESPOSTA DO FÓSFORO NA CULTURA DO GENGIBRE (*ZINGIBER OFFICINALE* ROSCOE) PARA A REGIÃO SERRANA DO ESPÍRITO SANTO**

## RESUMO

Dados sobre a agricultura no Espírito Santo mostram a grande importância socioeconômica da agricultura familiar para o Estado. Contudo, nota-se uma tendência de agravamento do quadro fundiário e da produção familiar. Portanto, mudanças amplas são necessárias, como por exemplo, a pesquisa em tecnologias para a produção de culturas rentáveis, que fixem o homem ao campo evitando o êxodo rural. Dentre os produtos da agricultura capixaba o gengibre chama a atenção na agricultura familiar, por ocupar pequenas áreas e representar 60% da produção nacional. A tecnologia de produção desta lavoura requer alta sofisticação, notadamente no sistema de cultivo voltado à exportação, contudo a falta de informações referentes ao manejo de adubação se reflete na sua produção e rentabilidade. O presente estudo teve os objetivos de avaliar a marcha de absorção de N, P e K; assim como avaliar a resposta às diferentes doses de fósforo (P) para a cultura do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe). O experimento foi conduzido de agosto de 2006 a junho de 2007, em gleba de propriedade rural familiar, no município de Santa Maria de Jetibá, na região serrana do Espírito Santo, em solo Argissolo Amarelo Distrófico. O modelo experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com três blocos e somente um tratamento para o estudo referente à marcha de absorção e com três blocos e quatro tratamentos para as diferentes doses de P para o gengibre. No estudo referente à marcha de absorção de N, P e K aplicaram-se os seguintes adubos: 240 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, no plantio; 120 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> no plantio e 70 kg em cada amontoa (90, 120 e 150 dias após plantio - DAP), e para a adubação nitrogenada 30 kg N ha<sup>-1</sup> na amontoa, juntamente com o K<sub>2</sub>O. As plantas de gengibre foram coletadas mensalmente, até a maturação (10 meses após o plantio), em número nunca inferior a duas plantas por bloco. Para a segunda parte do experimento, referente às diferentes doses de P, testou-se quatro tratamentos deste nutriente: 60, 120, 240 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, além da testemunha. A adubação nitrogenada e potássica seguiram a mesma prática do primeiro experimento. Foram coletadas todas as plantas restantes de uma só vez, no final do ciclo da cultura, o que levou a um número de 8 plantas por tratamento em cada um dos 3 blocos. As amostras de plantas foram preparadas e analisadas no Laboratório de Fertilidade do Solo da UFRRJ. A marcha de absorção apresentou comportamento semelhante quanto ao N, P e K, sendo lenta no início do cultivo e com crescimento exponencial, principalmente para N e K, em torno da floração (180 a 210 DAP), terminando o ciclo com ligeira queda a partir dos 240 DAP. O acúmulo de nutrientes deu-se na seguinte ordem decrescente: N>K>P. Analisando as duas partes da planta (rizoma e folhas), observou-se que a maior parte do acúmulo de N, P e K, ao longo do ciclo da cultura, se deu no rizoma. Quanto à resposta do gengibre a doses de P, esse elemento foi limitante à produtividade e a qualidade dos rizomas. Os tratamentos 120 e 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> e a testemunha apresentaram rendimentos estatisticamente iguais e inferiores ao tratamento de 240 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Foi observada para a maior dose de P um incremento de produção de 17,4% (3,95 Mg de massa fresca), comparada à dose imediatamente inferior (120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>). Esse aumento da massa fresca refletiu de forma positiva na renda de um agricultor familiar, com um acréscimo líquido de R\$1.920,00 ha<sup>-1</sup>. A aplicação no plantio de 240 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectare mostrou resultados positivos no rendimento, na qualidade visual dos rizomas e economicamente; portanto, a mais adequada dentre as doses de P utilizadas para o gengibre, em modelo de agricultura familiar, nas condições ambientais da região Serrana do Espírito Santo.

**Palavras-chave:** Gengibre (*Zingiber officinale* R.). Absorção de N, P e K. Adubação NPK.

## ABSTRACT

Data on the agriculture in the Espírito Santo State, Brazil, show the socioeconomic importance of family farms to the State. However, there is a trend of worsening the panorama of land property and family farm production. Therefore, extensive changes are needed, such as research on technologies for production of profitable crops, which may retain the farmers in their properties avoiding rural exodus. Among the crops produced in Espírito Santo State, ginger draws attention for its potential to family farming, since it requires small plots and represents 60% of Brazilian production. The technology of production of the crop requires sophisticated practices, especially in the cultivation for exportation; however a lack of information concerning the management of fertilizer is reflected in the ginger production and profitability. This study had as objectives to evaluate the absorption of the nutrients N, P and K; as well as the response of the ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) crop to dosages of phosphorus (P). The experiment was conducted from August 2006 to June 2007, in a plot on a family farm, located in the municipality of Santa Maria de Jetibá, mountain region of Espírito Santo State, Brazil. The soil was classified as Xanthic Dystrudult. The experimental design used was of random blocks, with three blocks and only one treatment in the study concerning the march of absorption, and three blocks and four treatments for dosages of P. For the march of absorption experiment, it was applied the following fertilizers: 240 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> in the planting, 120 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> in the planting and additional 70 kg in each period of soil mounding (90, 120, and 150 days after planting - DAP), and nitrogen was applied in a dose of 30 kg N ha<sup>-1</sup> in the soil mounding along with K<sub>2</sub>O. The ginger plants were collected monthly, until the maturation (10 months after planting), at least two plants per block each month. For the second part of the experiment, on the response to P dosage, there were tested four treatments of this nutrient: 60, 120, 240 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, in addition to the testimony. The nitrogen and potassium fertilization followed the same practices used in the first experiment. There were collected all the plants remaining at the end of the crop cycle, which led to a number of 8 plants per treatment in each one of the 3 blocks. Plant samples were prepared and analyzed in the Soil Fertility Laboratory of the UFRRJ. The march of absorption showed similar behavior on the three nutrients, being slow in the beginning of the cultivation, followed by a exponential growth, mainly for N and K, around the flowering period (180 to 210 DAP), ending the cycle with a slight fall after 240 DAP. The accumulation of nutrients followed the descending order: N > K > P. Analyzing the two parts of the plant (rhizome and leaves), it was observed that most of the accumulation of N, P and K, throughout the crop cycle, happened in the rhizome. As for the ginger response to P dosages, this element was limiting to the productivity and quality of the rhizomes. The treatments 120 and 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, and the testimony showed production statistically equal and lower than the 240 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. It was observed for the higher P dosage a production increase of 17.4% (3.95 Mg fresh weight), compared to the immediately lower dose (120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>). This increase of reflected in a positive income gain for a farmer family, with a net augment of U\$ 1.130,00 ha<sup>-1</sup>. The application of the dosage of 240 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per hectare in the planting showed positive results in productivity, in the visual quality of rhizomes, and economically; therefore it was recommended as the most adequate within the P dosages studied for the cultivation of ginger, in the family farming system, under the environmental conditions of mountainous the region of Espírito Santo State.

**Key words:** Ginger (*Zingiber officinale* R.). NPK absorption. NPK fertilization.

## 1 INTRODUÇÃO

A ocupação das terras capixaba foi mais intensa com a imigração européia, a italiana e a alemã mais expressivas, e a distribuição das colônias no território estadual. Esse processo reflete até nos dias atuais, onde a grande maioria das propriedades apresenta base familiar, o que é considerado por muitos o grande capital social do Estado (SEAG, 2006). Contudo, nota-se o agravamento do quadro fundiário e da produção da agricultura familiar no Espírito Santo nos últimos anos. Segundo INCAPER (2006) isso é decorrente de políticas públicas de investimento e expansão agrícola que causaram sérios problemas para a permanência das futuras gerações de agricultores no campo, refletindo em problemas sócio-econômico-ambientais, dentre eles o êxodo rural. Portanto, são necessárias mudanças na agricultura, com pesquisa de tecnologias agrícolas apropriadas, busca de culturas adequadas e rentáveis para a agricultura familiar, consciência sobre a importância da preservação ambiental, entre outras.

Lavouras destinadas à exportação têm sido apontadas (OBERHOFER, 1998) como uma alternativa relevante, dentre elas destaca-se o gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe). Essa cultura necessita permanentes cuidados em todo o ciclo e seu cultivo é feito em pequenas áreas (talhões muitas vezes de área inferior a 1 ha), além de apresentar boa lucratividade, portanto é talhada para um padrão de agricultura familiar sustentável (SEAG, 2007).

O gengibre começou a ser cultivado no Brasil no Rio de Janeiro, espalhando-se para outros estados, das regiões Sudeste e Sul e, mais recentemente, chegou ao Espírito Santo. No Estado se concentra nas regiões litorâneas e altimontanas, em razão das condições adequadas de microclima, solo e do predomínio da agricultura familiar. A cultura do gengibre foi implantada no Espírito Santo há pouco mais de 10 anos como uma alternativa de renda para os produtores de base familiar. Com as oportunidades do mercado externo para raízes de qualidade superior, o Espírito Santo passou a ocupar posição de destaque no país, sendo atualmente o maior produtor com 60% da produção nacional (BERGOLI, 2006). Entretanto, quanto à área cultivada o gengibre tem pouca expressão nacional. Ainda, como é destinada ao mercado externo e não tem o apelo de lavouras consideradas como base da alimentação do brasileiro, existem poucas pesquisas relacionadas a técnicas de cultivo do gengibre. Esse fato pode ser constatado pela falta até mesmo de agroquímicos registrados para essa lavoura e pela reduzida disponibilidade de informações sobre o manejo de adubação, sendo este último aspecto considerado primordial em uma agricultura que seja moderna, produtiva e sustentável.

O conhecimento da marcha de absorção e do acúmulo de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento do gengibre poderá determinar épocas em que eles são mais exigidos e corrigir deficiências, que, porventura, venham a ocorrer no desenvolvimento da cultura. Embora o acúmulo de massa seca e de nutrientes seja afetado pelo clima, pela cultivar e pelos sistemas de cultivo, de modo geral os nutrientes são absorvidos em função de fases do ciclo e da velocidade de translocação na planta (MACEDO JUNIOR, 1998). A quantidade e a intensidade de absorção de nutrientes pelas plantas são uma função das características intrínsecas do indivíduo, como também dos fatores externos que condicionam o processo. Informações sobre a reposta da cultura, em termos de produtividade, em função do fornecimento de nutrientes minerais são importantes no manejo da adubação.

Tendo em vista a importância do gengibre no Espírito Santo e levando-se em conta a escassez de informações técnicas sobre o manejo da sua adubação, o presente trabalho teve como objetivo principal avaliar a marcha de absorção dos nutrientes N, P e K e avaliar diferentes doses de fósforo (P) para a cultura do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe), em modelo de agricultura familiar na região serrana do Estado.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Agricultura Familiar e Cenários de Produção no Espírito Santo

A agricultura brasileira foi historicamente marcada pelas origens coloniais da economia e da sociedade brasileira, com suas três grandes características: a grande propriedade, as monoculturas de exportação e a escravatura. A fragilidade e a dependência social e política deste extrato de agricultores estão estreitamente relacionadas com os eventos que proporcionaram o surgimento das grandes propriedades, a partir de 1850, e com os ciclos econômicos (açúcar e café). Por outro lado, o modelo desenvolvimentista que caracterizou a expansão da agricultura brasileira, na metade dos anos de 1960, gerou uma grande concentração de terras e de renda no meio rural, marginalizando do processo mais de dois terços da população que vivia no campo. O resultado deste modelo refletiu e ainda reflete, de maneira geral, apesar do aumento na produção global, no agravamento do desemprego (no campo e na cidade), no aumento dos preços dos alimentos, na degradação do meio ambiente e no aprofundamento da concentração fundiária (FAO/INCRA, 2000).

A agricultura familiar com produção de lavouras de subsistência no Brasil sempre foi considerada um segmento marginal e de pequena importância para os interesses da sociedade capitalista, em oposição à chamada “grande agricultura” constituída por monoculturas como atividade econômica de destaque e foco dos benefícios das políticas públicas. DERNADI (2001) afirma que durante longo tempo não houve interesse na geração de políticas públicas para esse segmento da sociedade, tido em geral, como um encargo e não como participante do processo de desenvolvimento nacional. Os próprios instrumentos do Estado, a exemplo da assistência técnica e extensão rural, da pesquisa e do crédito, eliminavam o agricultor familiar de suas agendas.

No caso da agricultura familiar capixaba, a evolução histórica não relata processo diferente. A ocupação do solo capixaba foi viabilizada com a distribuição das colônias (áreas de 25 ha) e o café foi a principal atividade econômica indutora desse processo. Escravos libertados e colonos europeus, enfrentando o clima tropical, as florestas, as montanhas e as epidemias, construíram a base da estrutura agrária e o modo de produção das colônias. A agricultura familiar constituiu, anonimamente, o grande capital social do Estado (SEAG, 2006). Entretanto, apenas a partir do início dos anos 90, com o surgimento de uma sociedade mais democrática, houve fortalecimento deste e de outros segmentos sociais e, com a organização dos produtores familiares, eles se mobilizaram na busca por seus direitos sociais.

Segundo ABRAMOVAY (1992), a partir dos anos 90, a sociedade como um todo passou a enxergar a importância do agricultor familiar e o mesmo foi inserido nas políticas agrárias. A agricultura familiar passa a ser então vista como a melhor e mais econômica opção para a geração de emprego e ocupação produtiva no campo, contribuindo para o desenvolvimento da própria sociedade e sendo perfeitamente adaptável às exigências do desenvolvimento capitalista.

De acordo com o conceito contemporâneo de desenvolvimento local sustentado, que privilegia o desenvolvimento humano, cabe à agricultura, e em particular à agricultura familiar, gerar renda de forma desconcentrada; criar ocupações produtivas; garantir suficiência, produtividade, qualidade, diversificação e continuidade a uma política de segurança alimentar; contribuir para uma maior competitividade da economia nacional; usar os fatores de produção sem degradação ambiental e contribuir para a redução das desigualdades especiais e sociais. Tudo isto em parceria com os demais setores da economia. (SEAG, 2007)

O inciso II, do art. 4º, do Estatuto da Terra (Lei 4.504/64), define como *'Propriedade Familiar o imóvel rural que, direta e pessoalmente explorado pelo agricultor e sua família, lhes absorva toda a força de trabalho, garantindo-lhes a subsistência e o progresso social e econômico, com área máxima fixada para cada região e tipo de exploração, e eventualmente, trabalhado com a ajuda de terceiros'* (BRASIL, 1964).

A lei 11.322/06 conhecida como Lei da Agricultura Familiar, aprovada pelo Congresso Nacional em 4 de julho de 2006, define os conceitos da agricultura familiar e do agricultor familiar e prevê a descentralização – com a participação de municípios, estados, Governo Federal e produtores rurais – no desenvolvimento e gestão dos programas agrários (BRASIL, 2006).

Para o Estado do Espírito Santo, propriedade familiar é aquela propriedade rural com área igual ou inferior a 30 ha, na qual a utilização se dá pelo trabalho do proprietário ou posseiro junto com a sua família, podendo ser admitida ajuda eventual (de vez em quando) de um terceiro (amigo ou empregado). Pelo menos 80% da renda bruta gerada na propriedade devem vir de atividade agroflorestral ou extrativista (IEMA, 2007)

Segundo FAO/INCRA (2000) a agricultura familiar é responsável por 10% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro e representa 40% do PIB na agropecuária; reúne cerca de 4,2 milhões de estabelecimentos familiares. Desses estabelecimentos, cerca de 10% (414 mil famílias) correspondem àqueles que participam de projetos de reforma agrária. A agricultura familiar representa 85% dos estabelecimentos rurais do território brasileiro e 31% da área total de lavouras. Dos 17,3 milhões de brasileiros ocupados na agricultura, 13.780.201, ou seja, 76,9% estão empregados na agricultura familiar. A qual é ainda responsável pela maioria dos alimentos na mesa dos brasileiros, cerca de 60% dos alimentos consumidos pela população vem desse modelo de produção rural. Como exemplo de alguns produtos alimentares cita-se: 84% da mandioca, 67% do feijão, 58% dos suínos, 54% da bovinocultura do leite, 49% do milho, 40% das aves e ovos, 32% da soja, entre outros. Quanto a área das propriedades familiares, 30% têm em média 10 ha e 40% têm menos de 5 ha.

Segundo estudo da SEAG (2008), 77 % dos estabelecimentos rurais do Estado do Espírito Santo é do tipo familiar. Esse contingente de trabalhadores “com terra” ocupa 40% da área e gera 36% do valor da produção rural. Esse é o perfil aproximado da agricultura familiar no Espírito Santo. Isso justifica a importância que deve ser dada à produção familiar na formulação das políticas agrícolas, das políticas públicas e no planejamento estratégico da agricultura capixaba. Os dados relativos à estrutura fundiária estadual revelam uma importante característica da economia capixaba, qual seja, a desconcentração da propriedade rural, favorecendo a existência de uma vigorosa agricultura familiar. Pode-se observar que 92% das propriedades estão na faixa de até 100 hectares e cerca de 80% das propriedades têm dimensão menor que 50 ha (Tabela 1).

Segundo dados do IBGE (1995/96), em Santa Maria de Jetibá, município na região serrana do Espírito Santo onde foi realizado o atual estudo, há predomínio de propriedades com áreas inferiores a 50 ha, representando mais de 94% dos imóveis rurais (Tabela 2), o que mostra com clareza a relação direta da região com a agricultura familiar. Esses dados ilustram a importância socioeconômica da agricultura familiar para o Estado e para o município.

Considerando-se o panorama de investimentos na agricultura familiar no Espírito Santo, os seguintes cenários são previstos (SEAG, 2006) em 10 anos: o PIB agrícola tenderá a permanecer no mesmo nível ou, até mesmo, decrescer; e 50% das propriedades familiares do Estado continuarão apresentando renda baixíssima ou quase nenhuma renda. As 56.744 propriedades familiares (77% do total de propriedades rurais) continuarão apresentando baixo nível de renda, condições inadequadas de habitabilidade, deficiência no serviço de saúde, educação formal inapropriada, opções de lazer restritas, precariedade de posse de terra, pouca ou nenhuma assistência técnica, baixo nível de capacidade e debilidade organizativa e baixa

inserção no mercado. Os investimentos públicos, limitados pela poupança do Estado, tenderão a ser pulverizado em iniciativas de pouco resultado, não alcançando o pequeno produtor. O êxodo rural tenderá a aumentar. Neste cenário de contínua e longa estagnação, ocorrerão efeitos negativos, a tendência geral será de agravamento dos problemas agrícolas no futuro, com aceleração do êxodo rural, aumento da pobreza e da degradação ambiental.

**Tabela 1** - Estrutura fundiária do Estado do Espírito Santo. Imóveis rurais.

Extrato de área (ha)	Imóveis	
	Nº	%
Até 5	12389	12,82
5 a 10	16267	16,83
10 a 50	49579	51,3
50 a 100	10907	11,29
100 a 500	6785	7,02
500 a 1000	522	0,54
1000 a 5000	193	0,2
5000 a 10000	5	0,005
10000 a 50000	3	0,003
<b>Total</b>	<b>96650</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Censo Agropecuário 1995/96, IBGE.

**Tabela 2** – Estrutura fundiária de Santa Maria de Jetibá (ES). Imóveis rurais.

Extrato de área (ha)	Imóveis	
	Nº	Área (ha)
0 - 9,9	1050	5331,90
10 – 49,9	1601	35000,40
50 – 99,9	151	9332,70
100 – 199,9	13	1527,80
200 - 499,9	2	481,20
<b>Total</b>	<b>2817</b>	<b>51674,00</b>

Fonte: Censo Agropecuário 1995/96, IBGE.

De acordo com INCAPER (2006), na região serrana do Espírito Santo e no município de Santa Maria de Jetibá as atividades agropecuárias e os recursos naturais existentes possuem diferentes níveis de atratividade e potencial de arrecadação de capital. É preciso que se reconheça o valor de cada um para que se possa explorá-los corretamente e convenientemente. Nesse sentido, em estudos mais aprofundados, a opinião de especialistas e da população local deve ser considerada.

O gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) é uma cultura com elevado potencial para agricultura familiar, pelas características do seu sistema de produção e a alta rentabilidade. MENDES FERRÃO (1993) ressalta que o gengibre se firmou como alternativa rentável para dezenas de produtores de Tapiraí (sudoeste paulista) que resolveram investir na lavoura devido as seguintes condições: ser uma região serrana, de vegetação original de Mata Atlântica e com solos apropriados, onde o gengibre pode ter um ciclo produtivo livre de

geadas e com alta umidade relativa do ar, quase que todo o ano; e a produção do município pode alcançar o mercado externo na entressafra de seus concorrentes, obtendo melhores preços e garantia de venda. Segundo o autor, o gengibre é um produto exótico utilizado para os mais diversos fins e consumido em toda Europa, Estados Unidos e Canadá, (que são os maiores importadores do gengibre tapiraiense) e países asiáticos, estes últimos representando um mercado bastante promissor. O ambiente e condição de mercado citado se assemelha ao cenário observado em Santa Maria de Jetibá e municípios circunvizinhos no Espírito Santo.

## 2.2 Gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe)

### 2.2.1 Botânica e histórico

O gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) é uma planta herbácea da família das zingiberáceas, que pode atingir mais de 1 m de altura. As folhas verde-escuras nascem a partir de um caule duro, grosso e subterrâneo (rizoma). As flores são tubulares, amarelo-claro e surgem em espigas eretas (Figura 1). De paladar e aroma fortes é consumida de diversas maneiras em todas as partes do mundo (MENDES, 2005).

O gengibre é originário da Ásia e é conhecido na Europa desde tempos muito remotos. Com a descoberta do caminho marítimo para as Índias, passou a ser usado pelos europeus, juntamente com as outras especiarias vindas do Oriente (WIKIPÉDIA, 2007). No Brasil, os primeiros rizomas (a parte subterrânea, comestível, responsável pela propagação vegetativa) chegaram menos de um século após o descobrimento. Naturalistas que visitaram a então colônia achavam que se tratava de uma planta nativa, pois era comum encontrá-la em estado silvestre. Existem no mundo várias espécies comestíveis de gengibre, que frequentemente recebem o nome de acordo com o lugar onde são cultivadas, mas diferem umas das outras pelo aspecto, aroma, rendimento, conteúdo de fibras e óleos e se prestam assim para diferentes aplicações (OBERHOFER, 1998).



**Figura 1** - Ilustração da *Zingiber officinale* Roscoe.

Fonte: WIKIPÉDIA (2007)

### 2.2.2 Cultivo do gengibre e práticas agrícolas

No Brasil a espécie mais cultivada e particularmente adequada para exploração em estado verde é a *Zingiber officinale* Roscoe, que é conhecida pelos nomes comuns Gigante ou Rio de Janeiro (OBERHOFER, 1998).

Hoje, o gengibre é cultivado principalmente no litoral de Santa Catarina e Paraná, no sul de São Paulo e na região serrana do Espírito Santo, em razão das condições mais

adequadas de clima, solo e predomínio da agricultura familiar de cada uma das regiões. A produção no Brasil é pequena, comparativamente a outras espécies vegetais, e é quase totalmente absorvida pelo mercado externo. A produtividade média no país é de 20 toneladas por hectare, sendo que alguns produtores alcançam 60 toneladas por hectare. O solo mais adequado é o de textura argilo-arenosa, de alta fertilidade natural e de boa drenagem. A cultura requer ambiente com elevada precipitação ou disponibilidade de água, mas não suporta encharcamento (EPAGRI, 1998).

No Espírito Santo, o gengibre se desenvolve bem em altitudes entre 550 e 700 metros, devido principalmente as condições climáticas – o que explica a concentração do plantio na Região Centro Serrana, além da predominância da base familiar da agricultura. Para atingir o padrão de qualidade exigido pelos mercados internacionais, o produtor deve estar atento a fatores como qualidade das mudas, do solo e à geografia local, pois a produtividade está ligada, entre outros fatores, à umidade relativa do ar e a altitude do terreno (SEAG, 2007).

As pragas, por enquanto, não causaram grandes perdas nas lavouras Estado. Ao contrário do que ocorre em outras regiões do Brasil, onde a fusariose, fungo de solo que causa o apodrecimento da raiz, a lagarta-russa, que corta o broto do gengibre, e o nematóide comprometem de forma marcante a produção e a qualidade final do produto (BRISOLLA, 2006).

Na região serrana do Espírito Santo o plantio do gengibre deve ser iniciado nos meses de agosto a setembro, colocando-se os propágulos (rizomas) com 3-5 gemas nas covas, que devem ter 10 cm de profundidade e um espaçamento de cerca de 1 m entre as linhas e 40 cm entre as plantas. Os tratos culturais necessários se resumem em capinas, para que se mantenha o terreno livre de plantas invasoras, além da adubação e da calagem, que devem ser feitas de acordo com os resultados da análise do solo, não só antes do plantio, mas com o passar do tempo, para que o desenvolvimento da lavoura seja o melhor possível. Outro cuidado muito importante é manter o terreno sempre bem drenado, para que não aconteça o apodrecimento das plantas. Porém, em anos de secas prolongadas, deve ser feita à irrigação (Informação pessoal).

No Espírito Santo a colheita ocorre por volta de 8 a 12 meses após o plantio, podendo haver, de acordo com o clima e a região, duas colheitas por ano. Após colheita manual ou mecânica (por adaptações de implementos agrícolas), os rizomas são lavados e passam por uma limpeza, onde se cortam as partes da planta quebradas na hora da colheita ou com outros defeitos, com o objetivo de melhorar o aspecto externo. Os rizomas são então mergulhados em uma solução de água com uma fonte de cálcio e depois deixados em um tipo de jirau para secar ao sol e cicatrizar as seções cortadas. Após essa etapa são embalados em caixa padrão de papelão com 13,5 kg para comercialização (SEAG, 2007).

Como há poucas pesquisas e informações técnicas disponíveis sobre o cultivo do gengibre, muitos produtores acabam perdendo toda a lavoura por causas aparentemente inexplicáveis. Assim como garante bons lucros ao agricultor, também pode trazer surpresas ingratas. “É uma cultura cheia de segredinhos guardados a sete chaves pelos agricultores”, ressalta o técnico agrícola da região serrana capixaba João Paulo Ramos (Informação pessoal). No contexto da gestão e administração empresarial do agronegócio de gengibre, os pequenos produtores têm tido desempenho satisfatório na produção propriamente dita. Entretanto, são carentes de preparo na etapa de comercialização, negociando com intermediários a venda da produção destinada ao mercado externo, deixando, com isso, parte da remuneração nas mãos dos chamados “atravessadores” (DONALÍSIO, 1980)

### **2.3 Cenários Econômicos da Lavoura de Gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe)**

O gengibre vem contribuindo, especialmente, para a absorção da mão-de-obra local na zona rural, por se tratar de uma lavoura com grande demanda de tratos culturais manuais,

desde o plantio até a lavagem e embalagem dos rizomas, sejam eles destinados ao mercado externo ou ao interno. Ela necessita, também, durante todo o processo produtivo de um monitoramento da lavoura, devendo ser cultivado em pequenas áreas, o que a torna particularmente indicada para exploração em moldes familiares, assegurando a permanência dos produtores no campo. Ainda, o gengibre de melhor qualidade pode atingir elevada rentabilidade com a venda para exportação, enquanto o de menor tamanho pode ser consumido no mercado interno (MENDES FERRÃO, 1993).

Um dos desafios a serem enfrentados na lavoura diz respeito à conscientização dos produtores para o cultivo de gengibre com redução ou uso adequado de defensivos, conciliando dessa forma a ampliação de mercado com a preservação do meio ambiente. Para tal, é necessário investir em pesquisas em sistemas de produção com o estabelecimento de espécies para rotação com o gengibre, diminuindo assim problemas de pragas na lavoura, e outros modelos de produção como o agroecológico; bem como novas estratégias para a comercialização e incorporação de valor ao produto, através da agroindústria.

As características de cultivo, comércio e importância econômica, relacionadas a cultura do gengibre, mostram sua elevada demanda nas diferentes partes do mundo.

### **2.3.1 No cenário mundial**

O gengibre tem sido utilizado no oriente há mais de 2.000 anos, havendo referências de que nos séculos XII a XIV era tão popular na Europa quanto a pimenta-do-reino. Antes do descobrimento da América já era largamente utilizado pelos árabes, como expectorante e afrodisíaco, sendo difundido por toda a Ásia tropical, da China à Índia. Foi introduzido na América logo após o descobrimento, sendo que os primeiros relatos comentam que inicialmente foi cultivado no México, sendo em seguida levado às Antilhas, principalmente à Jamaica, onde relatos de produção no ano de 1547 indicam que chegou a exportar de 1.100 toneladas de rizomas para a Europa (LISSA, 1996).

De acordo com documento da FAO, citado nos estudos de HERBS e SPICES (2006), o prognóstico do agronegócio gengibre é promissor, em função do aumento da área, produção e produtividade nos principais países produtores. Neste cenário está incluso o Brasil, sem contudo ter sido nominada a sua participação nas informações estatísticas disponibilizadas.

Com referência aos indicadores econômicos, a área mundial ocupada com gengibre apresentou variação de 3,7% entre 1999 e 2001, passando de 310.100 ha para 321.732 ha. Já o volume ofertado nesse período mostrou variação positiva maior que a da área (7,7%), com média de 800.775 t. A Nigéria destaca-se em nível mundial pela extensão da área cultivada com gengibre, embora em termos de volume produzido seja superada pela Índia e China. O aumento de área ocorrido entre 1999 e 2001 deveu-se, principalmente, à alta demanda doméstica como dos mercados internacionais (HERBS e SPICES, 2006).

O comércio internacional dos rizomas de gengibre é feito sob três formas básicas: gengibre *in natura*, em conserva ou cristalizado e seco. A partir dos rizomas imaturos, tenros e menos pungentes, colhidos em torno de 6 meses, se prepara a conserva (em salmoura ou xarope de açúcar) ou o gengibre cristalizado. O gengibre seco é preparado a partir do rizoma colhido depois de completado o seu estágio de maturação. Este gengibre seco é comercializado em peças inteiras, laminado ou em pó. Esta última forma é utilizada em menor volume para exportação, dado que o processo de moagem é geralmente realizado no país importador (TAVEIRA MAGALHÃES et al., 1997). Registra-se também a comercialização de produtos derivados do gengibre, como o óleo essencial e a oleoresina. O óleo essencial é produzido, principalmente, na Índia e na China e, em menor escala, na Austrália, Jamaica e Indonésia (INTERNATIONAL TRADE CENTRE, 1986; PURSEGLOVE et al., 1981).

O valor mundial do comércio de gengibre chega à cerca de US\$ 185 milhões, excluindo-se deste montante o óleo e a oleoresina. Apesar de maior produtora, a participação

da Índia no mercado mundial é pequena, correspondendo a apenas 6%, isso devido à alta demanda interna do produto, impossibilitando o comércio externo, o que também faz da Índia o maior consumidor de gengibre do mundo. A China, por sua vez, tem liderado este mercado. Já no que tange ao comércio de oleoresina e óleo, aproximadamente 50% são provenientes da Índia. O preço do gengibre no mercado mundial varia grandemente de acordo à sua origem e limpeza. O preço de importação do gengibre seco geralmente está entre US\$ 700,00 e US\$ 1.350,00 por tonelada. O gengibre jamaicano tem um nicho particular, sendo vendido no mercado europeu a preços que variam entre US\$ 5.000,00 e US\$ 6.000,00 por tonelada. O preço do óleo varia de acordo com sua concentração e pureza. O óleo de origem chinesa é vendido em uma faixa de US\$ 22,00 a US\$ 30,00 por kg, o de origem chinesa de US\$ 40,00 a US\$ 50,00 por kg e o proveniente de Sri Lanka chega a US\$ 70,00 por kg, preço que tem se elevado. A oleoresina é cotada entre US\$ 40,00 e US\$ 50,00 por kg (CROP PROFILE, 2006).

### 2.3.2 No cenário nacional

No Brasil, acredita-se que a introdução do gengibre deu-se durante a invasão holandesa, em função da permuta de plantas com valor econômico entre os dois países naquela época (LISSA, 1996). Esta lavoura foi implantada inicialmente no Rio de Janeiro, espalhando-se para São Paulo, Paraná, Santa Catarina (SANTOS, 2000) e, mais recentemente, no Espírito Santo, onde é cultivada, principalmente, nas regiões litorâneas e altimontanas.

Embora o Brasil seja considerado um dos grandes fornecedores mundiais de gengibre, a produção é pequena, comparada a de outras culturas, envolvendo um conjunto pequeno de agricultores (SANTOS, 2000). A produtividade média brasileira tem sido registrada em torno de 20 t/ha, cifra bastante inferior à obtida nos principais produtores mundiais (60 t/ha) (RÜCKER, 1993). Esta diferença, segundo a autora, estaria atrelada à variabilidade das condições de solo e clima de cada região produtora, tratamentos culturais, diversificação e rotação de culturas, tecnologia apropriada, mão-de-obra treinada e organização do setor produtivo.

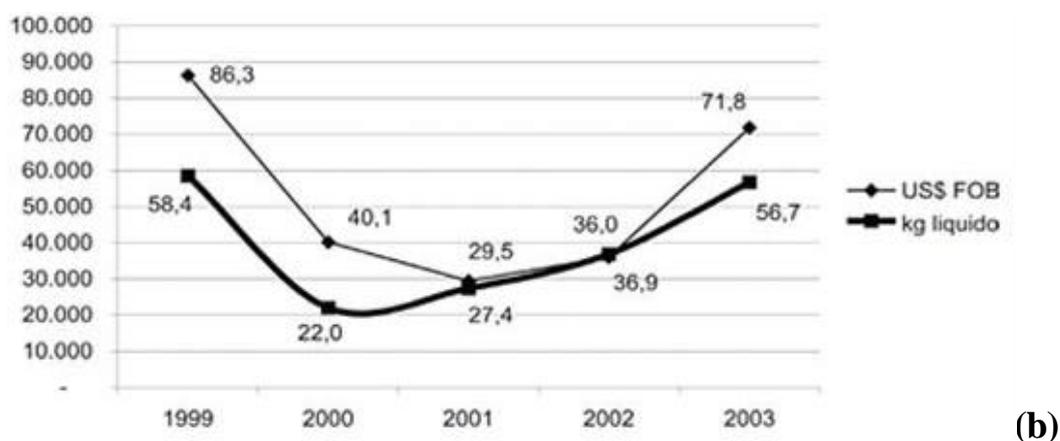
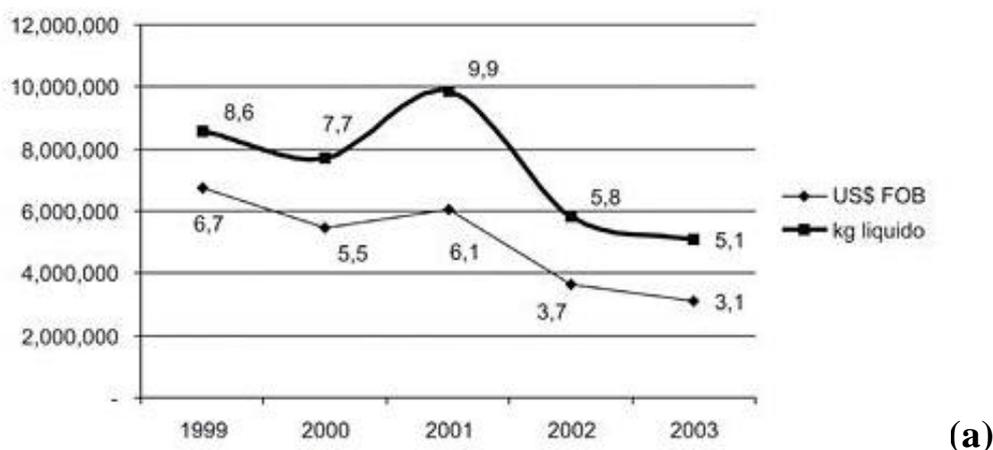
Há carência de informações no tocante à evolução da produção brasileira. Segundo RÜCKER (2002), a produção de gengibre no Brasil em 1999 foi estimada em torno de 10 mil toneladas. Não foram encontrados registros das produções dos anos subsequentes, porém dados referentes à exportação brasileira (Figura 2a) sugerem aumento de produção no ano de 2001 com queda acentuada até o ano de 2003.

De acordo com NURIN/BANCO DO BRASIL, 2003, citado por NEGRELLE et al. (2005), o gengibre brasileiro é geralmente comercializado no estado *in natura* e se destina essencialmente à exportação (70% a 80%), principalmente para os Estados Unidos, Reino Unido, Holanda e Canadá. Os rizomas que não atingem a qualidade tipo exportação são destinados ao mercado regional. De 73 t em 1972, a exportação de gengibre alcançou 3.800 t em 1985, estabilizando-se e voltando a crescer a partir de 1993 (6721 t em 1994), com o preço médio a US\$ 1,04 por kg em 1995 (TAVEIRA MAGALHÃES et al., 1997). Foi registrada em 1998, cifra recorde de exportação ultrapassando US\$ 7 milhões, seguida por um expressivo decréscimo, em 2002, cujo valor correspondeu à quase metade do comercializado em 1998.

O aumento de 31,3% no volume exportado de gengibre de 1995 a 1998 justificou-se pela maior demanda no mercado importador, além de melhor preço oferecido ao produto brasileiro em detrimento aos dos outros países. No período seguinte a queda de cerca de 17% foi relacionada à menor qualidade do produto brasileiro, segundo informações de produtores do litoral paranaense e de técnicos da SEABPR (Figura 2a), registradas em BRASIL (2003).

A variação da importação brasileira de gengibre tem um movimento pendular, em função da oferta e a demanda do mercado. No período de 1996 a 2003, o menor volume importado foi no ano de 2000, correspondente a 22 mil kg. A partir de 2001, os preços médios negociados no comércio exterior diminuíram, competindo com os preços médios do mercado

interno brasileiro. Com esta mudança, mesmo penalizando a balança comercial brasileira, a importação de gengibre, em 2003, atingiu um volume de 56,7 mil kg líquido (Figura 2b).



**Figura 2** – Evolução da exportação (a) e da importação (b) brasileira de gengibre, 1999 a 2003. Fonte de dados: Brasil (2003)

### 2.3.3 No cenário estadual

Dentre os destaques da agricultura capixaba uma lavoura chama a atenção por ocupar pequenas áreas e representar 60% da produção nacional: o gengibre, raiz de paladar e aroma forte e consumida de diversas maneiras em todas as partes do mundo (BERGOLI, 2006). De acordo com a Secretaria do Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca do Espírito Santo - SEAG (2006), o gengibre teve início no Espírito Santo há pouco mais de 10 anos como uma alternativa de renda aos produtores de base familiar. Com as oportunidades do mercado externo para as raízes de qualidade superior, o Espírito Santo passou a ocupar posição de destaque no cenário nacional, respondendo por 80% das exportações.

A produção de gengibre no Espírito Santo é um importante fator de desenvolvimento socioeconômico para o meio rural. Compreendendo uma área de aproximadamente 320 hectares, a cultura gera emprego e renda para mais de 700 famílias, concentradas principalmente nos municípios de Santa Maria de Jetibá e Santa Leopoldina, Região Centro-Serrana do Estado. Em função do grande período de rotatividade e dos cuidados com a lavoura, os produtores capixabas optaram por cultivar o rizoma em pequenas áreas, muitas delas inferiores a 1 hectare. Apesar disso a rentabilidade com o produto não fica comprometida, com a produção chegando a 60 toneladas de rizoma fresco em 2/3 de hectare, quando utilizados propágulos de melhor qualidade e técnicas adequadas de adubação e irrigação (INCAPER, 2006).

Para garantir o fácil acesso do gengibre capixaba ao mercado internacional, que é mais exigente quanto aos padrões dos rizomas, o INCAPER está encaminhando ao Ministério da Agricultura um projeto pioneiro no Brasil, e no mundo, para produção integrada de raízes e rizomas. Com este projeto será possível estabelecer normas para que a produção atenda as exigências do mercado externo e, conseqüentemente, os agricultores que atenderem as normas serão contemplados com o selo de qualidade do gengibre (INCAPER, 2006). A adesão dos produtores ao projeto é voluntária, mas quem pretende acompanhar as tendências do mercado e expandir a exportação, ou até mesmo iniciar, deve fazer parte deste projeto, já que o selo de qualidade, fornecido pelo Ministério da Agricultura, terá reconhecimento mundial e com ele o produtor não encontrará barreiras para a comercialização do gengibre no exterior.

De acordo com o Chefe da Divisão de Produção Integrada de Grãos, Raízes e Oleaginosas do Ministério da Agricultura, George Simon (informação pessoal), o Espírito Santo será pioneiro no mundo na criação de normas para produção do gengibre. *“Estas regras garantirão ao produtor que seguir corretamente os padrões pré-estabelecidos, o selo de qualidade do gengibre, que permitirá acesso e comercialização fáceis ao mercado externo”*.

## **2.4 Sistema de Produção do Gengibre**

A lavoura do gengibre demanda práticas culturais tais como: adubação mineral e orgânica e tratamento preventivo com agrotóxicos para controle de pragas e doenças, além do uso intensivo de mão-de-obra em todas as etapas do ciclo produtivo da cultura.

A tecnologia de produção requer alta sofisticação, notadamente no sistema de cultivo voltado à exportação, que exige maior nível de adubação e propágulos selecionadas a partir da própria produção (o que significa renúncia de receita) visando garantir altos níveis de produtividade e um produto fresco que mantenha sempre o mesmo padrão de qualidade e tamanho exigido pelo mercado externo consumidor. O maquinário é relativamente simples e adaptado à atividade, corresponde a uma sulcadeira manual e motorizada utilizada tanto para a abertura das valas para o plantio como para a cobertura de terra nos rizomas. Essa operação é feita continuamente durante todo o ciclo vegetativo, para evitar exposição dos rizomas ao sol. São também utilizados pulverizadores costais e, embora nas regiões produtoras se faça reduzido uso da irrigação, graças à temperatura e umidade ideais para a cultura nos ambientes serranos, os agricultores têm que ter equipamento para irrigar e água à disposição, para evitar um eventual *stress* hídrico da planta. Além disso, há necessidade de um galpão com lavatórios para a limpeza do produto, um tratamento pós-colheita muito importante para o gengibre que é comercializado *in natura*, principalmente o destinado ao mercado externo.

A obrigatoriedade dessa infra-estrutura na propriedade encarece sobremaneira o investimento inicial da atividade. Há bcais onde se consegue alta produtividade (iguais ou superiores a 60 toneladas por hectare) e a renda líquida supera R\$ 25.000,00, nos anos de melhores preços no mercado externo (BRISOLLA - Programa Globo Rural, 28/5/2006). Esses resultados seriam ainda melhores se houvesse agregação de valor ao produto, através da agroindústria para extração de óleos resina e/ou óleo essencial, ou para a transformação do gengibre em pó, em conserva ou seco etc; as quais são as formas de comercialização em demanda pelo mercado mundial.

Porém, comparativamente ao cultivo de oleráceas, como exemplo o tomate, se forem considerados em adição ao atual nível de remuneração dos produtores de gengibre, a garantia de mercado e a possibilidade de capitalização, com menos horas de trabalho, conclui-se que o gengibre traz ganhos consideráveis para a qualidade de vida das famílias produtoras.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Localização da Área de Estudo

A área de estudo localiza-se na Fazenda Espíndula, próxima à sede do distrito de Garrafão, situado no município de Santa Maria de Jetibá, pertencente a mesorregião central e microrregião de Santa Teresa no Centro Serrano do Estado do Espírito Santo (PERRONE, 2003), conforme ilustrado na Figura 3.

### 3.2 Características do Meio Físico

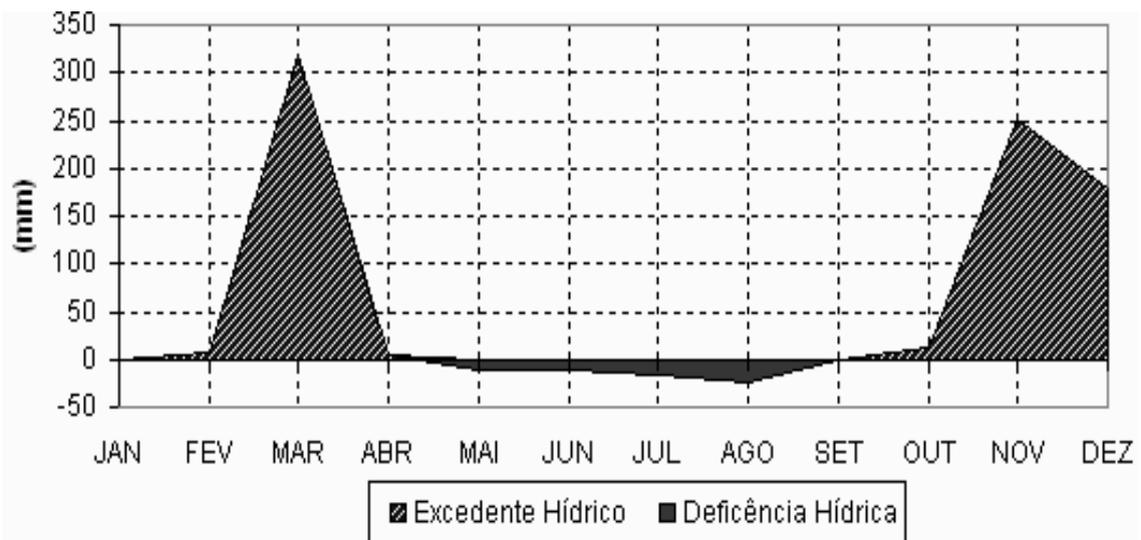
O relevo da região é montanhoso, com clima tropical de altitude, tipo Cwb segundo a classificação de Köppen. Como referência para o balanço hídrico (Figura 4), foram utilizados dados do município vizinho (Domingos Martins), devido à falta desses no município em estudo. A altitude do local do experimento é de 1.050m. O índice pluviométrico está em torno de 1.800 mm ano<sup>-1</sup>, sendo classificadas como terras frias, acidentadas e chuvosas (Figura 5). As temperaturas médias na região (Tabela 3) variam de 7,3 a 9,4°C no inverno, e de 25,3 a 27,8°C no verão (CALVI, 2006).

O município tem 43% de seu território coberto por florestas em estágio primário e florestas secundárias em avançado estágio de regeneração, além de mata secundária em estágio inicial. Esta última foi avaliada (CALVI, 2006) como representando 16% da área, no entanto essa interpretação também contempla culturas perenes como café e cítrus.

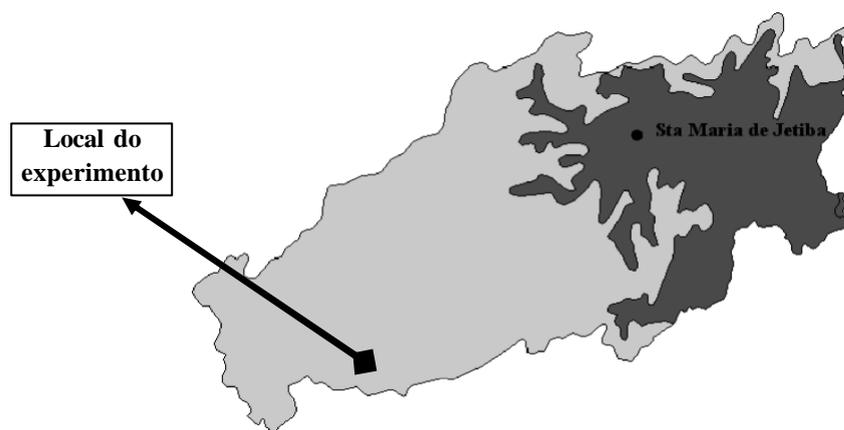
A paisagem florestal e da agricultura no município foi fruto de processos produtivos e mudanças nas políticas públicas de subsídios. Como a agricultura concentrou-se nas vertentes e no fundo dos vales, as matas se limitaram aos topos de montanhas, com poucas exceções. Além disso, na parte mais alta do município, onde se pratica a agricultura em vales em forma de trapézio, em terrenos menos declivosos, a cobertura de florestas é ainda mais esparsa. Outra razão para essa paisagem foi à mudança nas áreas de produção dos cafezais, os agricultores abandonaram as áreas de café no topo das elevações e continuaram cultivando nas vertentes.



**Figura 3** - Localização do município de Santa Maria de Jetibá no ES.



**Figura 4** – Balanço hídrico a partir de dados de clima do município de Domingos Martins, referente ao ano de 2006 (Fonte: INCAPER, 2006).



Zonas naturais			Área (%)
Zona 1		Terras frias, acidentadas e chuvosas	68,00
Zona 2		Terras de temperaturas amenas, acidentadas e chuvosas	31,85

**Figura 5** - Algumas características das zonas naturais do município Santa Maria de Jetibá

Fonte: Mapa de Unidades Naturais (EMCAPA/NEPUT, 1999).

**Tabela 3** – Variação anual de temperatura e características da Zona Natural 1, no município de Santa Maria de Jetibá (ES)

Temperatura Média °C		Relevo Declive	Meses secos	Água Meses secos, chuvosos/secos e secos <sup>1</sup>											
Mín. mês mais frio	Máx. mês mais quente			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
7,3 – 9,4	25,3 – 27,8	> 8%	1	U	U	U	U	P	P	P	S	P	U	U	U

<sup>1</sup> Cada 2 meses parcialmente secos equivalem a 1 mês seco; U = chuvoso; S = seco; P = parcialmente seco.

Fonte: Mapa de Unidades Naturais (EMCAPA/NEPUT, 1999). Adaptado.

### 3.3 Solos da Região em Estudo

Segundo PERRONE (2003), o Espírito Santo possui 3 macro-regiões distintas: a dos Tabuleiros Costeiros, a das Baixadas Litorâneas e a Área Elevada do Interior, sendo que Santa Maria de Jetibá está inserido na última. O mesmo autor ressalta que, aproximadamente 70% do território estadual pertencem à região elevada do interior, sendo o solo predominante o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, solo profundo com boas características físicas e baixa fertilidade; seguido de solos com horizonte B textural e eutróficos, que possuem uma grande fragilidade ambiental, devido a seu alto grau de erodibilidade. Nos vales encaixados e áreas de menor declive ocorrem outras unidades de solos, com potencial agrícola variável.

### 3.4 Experimentos com Gengibre

#### 3.4.1 Instalação e adubação

Os experimentos foram montados em solo de textura da camada superficial argilo-arenosa a argilosa (Anexo, Tabela 1), classificado como Argissolo Amarelo, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). O local dos experimentos apresentava declividade em torno de 4% e estava situado no terço inferior da encosta.

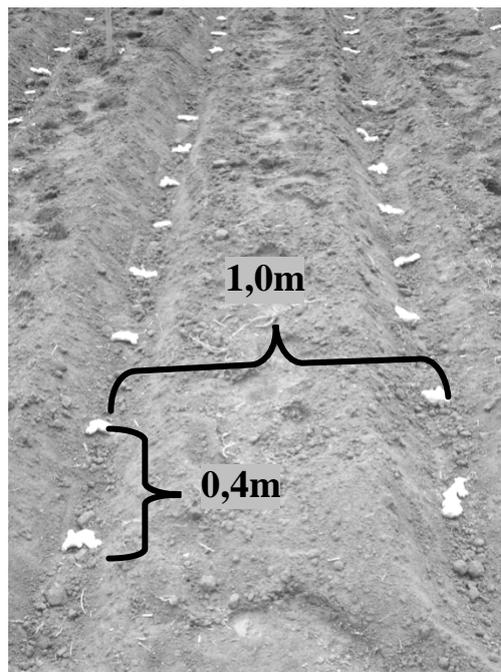
A amostragem do solo foi feita segundo RAIJ et al. (1996) e a análise química conforme EMBRAPA (1997). Para cálculo da necessidade de calagem foi adotado o método do IAC (saturação de bases). A calagem foi feita dois meses antes do plantio, com incorporação de 2,8 toneladas de calcário 100% PRNT  $\text{ha}^{-1}$   $20 \text{ cm}^{-1}$ , de modo a elevar a saturação de bases a 50%, conforme recomenda MAIA & FURLANI (1996) para a cultura. O calcário utilizado foi o dolomítico com 91% de PRNT.

Os experimentos foram instalados na primeira semana do mês de agosto de 2006 e colhidos na primeira semana de junho de 2007 totalizando, portanto, 10 meses. O espaçamento utilizado (Figura 6) foi o de  $1,0 \times 0,4\text{m}$  ( $25000 \text{ plantas ha}^{-1}$  e  $2250 \text{ kg de rizoma-propágulo. ha}^{-1}$ ), conforme MAIA & FURLANI (1996). A definição dos tratamentos foi feita de forma a atender dois objetivos: avaliar a marcha de absorção de N, P e K, bem como o comportamento da cultura perante aos diferentes tratamentos de P, a ser aplicada no plantio na região Serrana do Espírito Santo, em modelo de agricultura familiar.

O experimento referente à marcha de absorção de N, P e K foi implantado de forma a poder se coletar duas plantas por mês em 3 blocos, estendendo assim o monitoramento do teor de nutrientes nas plantas até o fim do ciclo da lavoura (Figura 7). Para adubação com NPK foram utilizados:  $240 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$  na forma de superfosfato triplo e  $120 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$  como KCl, no plantio, e  $70 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$  na forma de KCl e  $30 \text{ kg N ha}^{-1}$  como sulfato de amônio em cada uma das 3 amontoas (90, 120, 150 dias após o plantio -DAP). Essas doses foram estimadas de forma que a planta não apresentasse deficiência nutricional por esses elementos e mesmo visando alcançar um consumo próximo ao de luxo (RAIJ et al., 1996), fator esse indispensável para o objetivo do estudo. As dosagens aplicadas e épocas são sumarizadas na Tabela 4.

Já no experimento cuja finalidade foi avaliar o comportamento da cultura sob diferentes doses de fósforo, foram utilizadas 3 doses crescentes de P, quais sejam: 60, 120 e  $240 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ , e a testemunha com ausência de adubação fosfatada, além de doses de N e K idênticas às descritas acima. O experimento foi realizado, portanto, com 4 doses de P (tratamento), em 3 blocos, sendo o delineamento em blocos ao acaso. Cada repetição foi composta por quatro linhas, tendo 8 plantas por linha. Foram utilizadas para coleta e análises somente as 4 plantas das 2 linhas centrais, descartando as demais devido à possível influência de borda (Figura 7). Foi feita uma única coleta, exatamente quando a planta completou seu ciclo, 10 meses após o plantio.

Em ambos os experimentos, os propágulos (rizomas) selecionados possuíam de 3 a 6 gemas, com peso médio de 90 gramas, como utilizado na região (Figura 8). Portanto, para o espaçamento adotado, foi utilizado o equivalente a  $2250 \text{ kg}$  de semente por hectare.

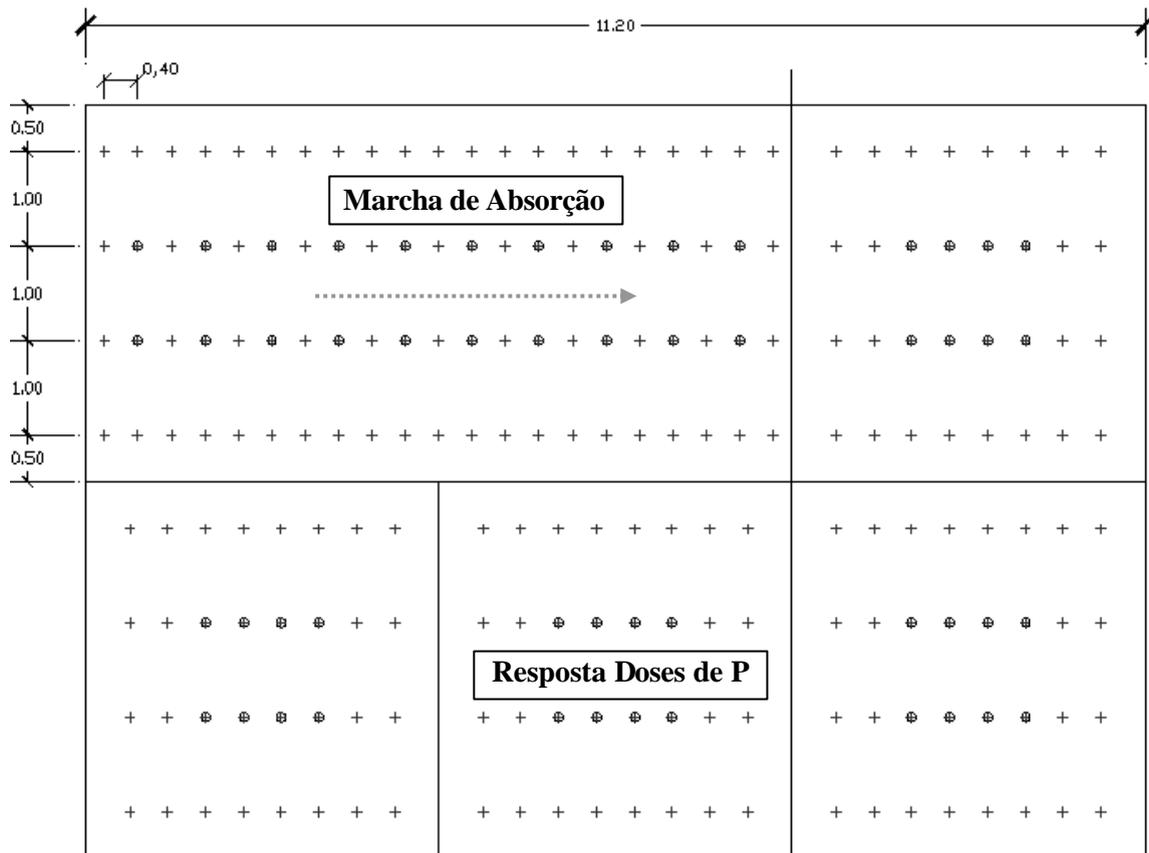


**Figura 6** – Espaçamento entre linhas e entre plantas, utilizado nos experimentos de adubação para a cultura do gengibre.

### 3.4.2 Tratos culturais

Durante todo o ciclo da cultura foram realizados tratos culturais, visando diminuir efeitos negativos externos que pudessem de alguma forma interferir no desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, afetar resultados experimentais. Capinas manuais foram realizadas todos os meses, para evitar a competição por nutrientes e água entre as plantas daninhas e a cultura do gengibre; portanto o solo foi mantido descoberto por todo o ciclo da lavoura, como é praticado nas áreas de produção. Utilizou-se a irrigação por aspersão para manter a umidade do solo próxima da capacidade de campo, fornecendo condições adequadas à máxima produção da cultura. As amontoas foram realizadas 3 vezes (90, 120, 150 DAP), com adição de terra para o desenvolvimento adequado dos rizomas, quando da adubação de cobertura de N e K, como já mencionado, para o fornecimento progressivo desses nutrientes.

Durante o ciclo da cultura foi observado o aparecimento de pragas como a lagarta rosca (*Sodoptera frugiperda*) e doença como a mancha foliar (*Phyllosticta* sp.), que foram controladas através de pulverizações com agroquímicos a base de deltametrina e captan, respectivamente.



**Figura 7** – Esquema de um bloco do experimento, sendo que a parcela no topo a esquerda foi destinada à coleta de plantas para avaliação da marcha de absorção de NPK. As outras 4 parcelas representam os tratamentos para avaliar a resposta do gengibre as diferentes doses de fósforo (testemunha, 60,120 e 240 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>).

⊗ = Plantas coletadas; + = Plantas descartadas



**Figura 8** – Propágulo de gengibre utilizado no experimento, com peso médio de 90g.

**Tabela 4** - Doses de nutrientes utilizadas no plantio e cobertura na cultura do gengibre

Nutriente	Aplicação	Tratamento	Dose kg ha <sup>-1</sup>	Dose g m linear <sup>-1</sup>	Adubo	Dose g m linear <sup>-1</sup>
N	1ª Cobertura	-	30,0	3,0	Sulfato de Amônio	17,0
	2ª Cobertura	-	30,0	3,0	Sulfato de Amônio	17,0
	3ª Cobertura	-	30,0	3,0	Sulfato de Amônio	17,0
P <sup>1</sup>	Plantio	1	0,0	0,0 g	Superfosfato Triplo	0,0
		2	60,0	6,0	Superfosfato Triplo	15,0
		3	120,0	12,0	Superfosfato Triplo	30,0
		4	240,0	24,0	Superfosfato Triplo	60,0
K <sup>1</sup>	Plantio	-	120,0	12,0	Cloreto de Potássio	21,0
	1ª Cobertura	-	70,0	7,0	Cloreto de Potássio	12,0
	2ª Cobertura	-	70,0	7,0	Cloreto de Potássio	12,0
	3ª Cobertura	-	70,0	7,0	Cloreto de Potássio	12,0

<sup>1</sup> P= P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; K= K<sub>2</sub>O.

### 3.4.3 Coletas e análises

Para avaliar a marcha de absorção de N, P e K, foram feitas coletas mensais de rizomas e folhas, estendendo-se até o fim do ciclo da cultura (10 meses). O material coletado foi encaminhado ao Laboratório de Gênese e Classificação de Solos do Departamento de Solos da UFRRJ. As amostras foram então pesadas para determinar peso fresco e levadas para secagem na estufa de circulação de ar a 65 °C, por tempo variável com o estado de umidade e quantidade de rizomas, e, depois de seco, novamente pesado. Após essa etapa o material foi triturado e armazenado para posterior análise do tecido vegetal (rizoma e folha), no final do experimento (junho) quando todas as amostras das 10 coletas estavam disponíveis para a análise. Para permitir homogeneidade metodológica, todas as amostras foram analisadas em uma só fase conforme métodos em TEDESCO et al. (1995).

Quanto ao experimento para avaliar a resposta do gengibre diante de diferentes doses de fósforo, a coleta foi feita no mês de junho, quando as plantas alcançaram o estágio de maturação. O processamento das amostras e as análises foram idênticos aos descritos acima.

### 3.4.4 Análises estatísticas

Os resultados foram avaliados através de testes de regressão entre coletas e por meio de análise de variância, comparando as médias pelo teste de Tukey a 5%, utilizando para tais análises o programa SAEG 5.0.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Extração de N, P e K pela Cultura de Gengibre

As quantidades de nutrientes extraídas por uma cultura dependem da produtividade, da variedade, das condições de clima, fertilidade do solo, adubação e tratos culturais. Os dados obtidos em condições ótimas permitem formular recomendações de adubação em função da quantidade de nutrientes exigida pela cultura. O conhecimento das exigências de nutrientes associado à marcha de absorção constitui elemento auxiliar valioso no manejo da adubação (MAGGIO, 2006). A informação sobre a absorção e o acúmulo de nutrientes, nas diferentes fases de desenvolvimento da planta, permite determinar as épocas em que os elementos são mais exigidos e corrigir eventuais deficiências durante o desenvolvimento da cultura (BARBOSA FILHO, 1987). As quantidades de nutrientes acumuladas dependem da disponibilidade destes no solo e, conforme HANWAY (1962), por sua vez, o nível de fertilidade do solo é determinante da produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes.

O acúmulo de massa seca relacionada ao rizoma (MSR), folha (MSF) e total (MST), resultado da soma das duas anteriores, no decorrer do ciclo da cultura é ilustrado na Figura 9 (as equações da regressão são apresentadas no Anexo, Tabela 2). Como esperado, a maior contribuição de massa seca deu-se pelo rizoma; sendo que, até os 150 dias após o plantio (DAP) - janeiro/2007, apresentou baixos valores de MSR, acentuando desta data até 240 DAP (abril/2007), com um incremento de 0,56 para 1,01 Mg MS.ha<sup>-1</sup>. A partir daí, o ritmo de crescimento permaneceu contínuo até a colheita, quando alcançou 2,54 Mg MS ha<sup>-1</sup>.

As folhas emergiram durante o terceiro mês (novembro/2006), apresentando crescimento contínuo até os 180 DAP (fevereiro/2007). O maior acúmulo ocorreu aos 240 DAP (abril/2007), com 675 kg MS ha<sup>-1</sup>, coincidindo esse período com a floração. A partir daí, devido a senescência seguida de morte das folhas, o acúmulo de massa seca diminuiu progressivamente até chegar a valor zero na colheita (300 DAP, junho/2007).

Comportamento semelhante foi encontrado por HAAG et al. (1990), porém em épocas distintas. No estudo citado, os rizomas acompanharam o crescimento total das plantas, tendo crescimento mais lento até o sétimo mês, quando ocorreu o aumento brusco de 10,6 para 30,7 Mg por hectare de rizoma fresco, mantendo o crescimento contínuo até a colheita.

Quanto à extração de nutrientes (N, P e K), a Tabela 5 mostra que o nitrogênio é o elemento extraído em maiores quantidades pela cultura de gengibre. Na ocasião da colheita (300 DAO, junho/2007) o valor de N extraído foi de 0,085 Mg.ha<sup>-1</sup>, após um máximo de 0,11 Mg.ha<sup>-1</sup> aos 240 DAP, sendo que os valores de extração a partir dos 180 DAP foram mais altos e não mostraram diferenças significativas entre eles. O potássio é o segundo nutriente em termos de maior extração, chegando a 0,084 Mg ha<sup>-1</sup> na colheita. Dos três nutrientes em estudo o fósforo foi o menos extraído, com o valor de 0,0042 Mg ha<sup>-1</sup> no mesmo período.

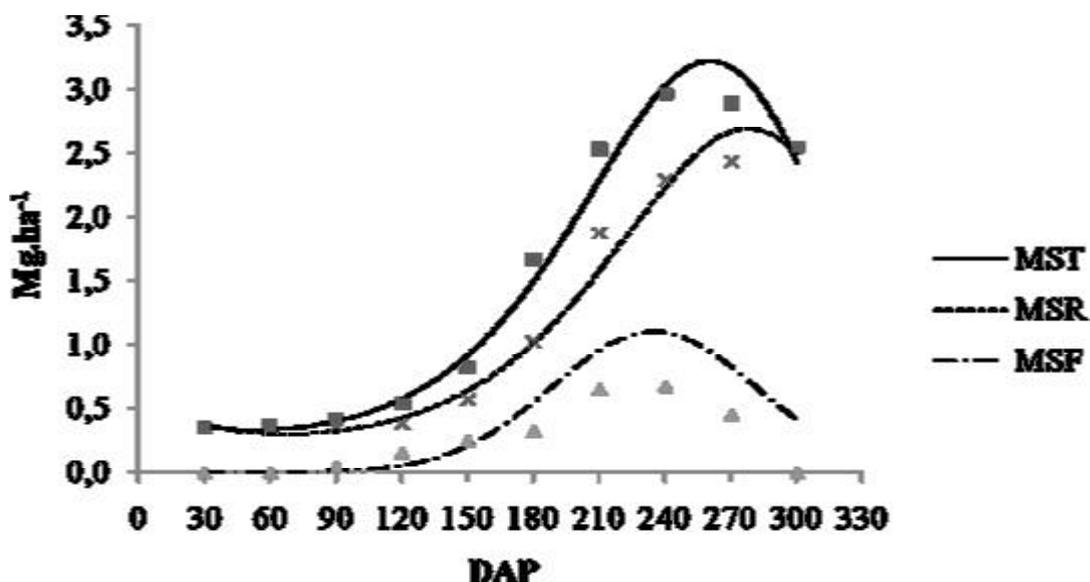
Estudos de HAAG et al. (1990), com a cultura do gengibre, mostram resultados semelhantes quanto à ordem de extração dos nutrientes, onde o N foi o elemento mais extraído, atingindo 0,105 Mg ha<sup>-1</sup>, seguido do K 0,063 Mg ha<sup>-1</sup> e P 0,0078 Mg ha<sup>-1</sup>.

Observa-se, de modo geral, que a cultura apresenta máxima extração de todos os nutrientes em estudo (Figura 10) no oitavo mês (240 DAP), coincidindo com a época em que ocorreu a floração (as equações da regressão são apresentadas no Anexo, Tabela 2). Contudo aos 210 e 270 DAP (março e maio/2007, respectivamente), época anterior e posterior a floração, o acúmulo de NPK foi similar a do mês de abril (240 DAP), sendo os valores estatisticamente iguais (Tabela 5) nesse período.

A Figura 10 chama a atenção pela similaridade do desenho até os 90 DAP (novembro/2007), onde, de forma geral, os valores de extração dos três nutrientes foram

baixos e iguais entre si, estatisticamente (Tabela 5). Destaca-se, igualmente, o acúmulo exponencial dos nutrientes N, K e, em menor expressão, o P, no período de 150 a 180 DAP (janeiro-fevereiro/2007), aonde os valores chegam dobrar de grandeza.

Após o ápice do acúmulo dos três nutrientes (Figura 10), houve um decréscimo progressivo nos valores até a colheita. Esse acontecimento explica-se de duas formas, a primeira em que com o início da senescência, seguida de morte das folhas, há uma redução paulatina de absorção de nutrientes do solo. A segunda pelo fato das folhas mortas deixarem de ser computada nas análises de MST; ou seja, devido à perda de MSF (Figura 9) ocorrida pela morte das folhas há um decréscimo no acúmulo total de nutrientes na planta nos dois últimos meses (equações da regressão e análise de variância no Anexo). Desta forma, observa-se que o acúmulo de matéria seca está intimamente relacionado à quantidade extraída de nutrientes.



**Figura 9** – Acúmulo de massa seca de total (MST), massa seca de rizoma (MSR) e massa seca de folha (MSF) durante o cultivo do gengibre.

De acordo com SOUSSANA & LAFARGE (1998) o maior crescimento das plantas proporciona um aumento nas perdas de nutrientes por senescência.

Analisando as duas partes da planta em estudo (rizoma e folha), observou-se que a maior parte do acúmulo dos três nutrientes ao longo do ciclo da cultura se deu por parte do rizoma, com exceção ao potássio no sexto mês (Tabela 6). Resultado esse que difere dos encontrados por HAAG et al. (1990), que observaram maiores valores nas folhas, embora tal experimento tenha sido realizado com maior espaçamento no plantio do gengibre, o que promoveu maior desenvolvimento da parte aérea em relação ao que ocorreu nesse estudo.

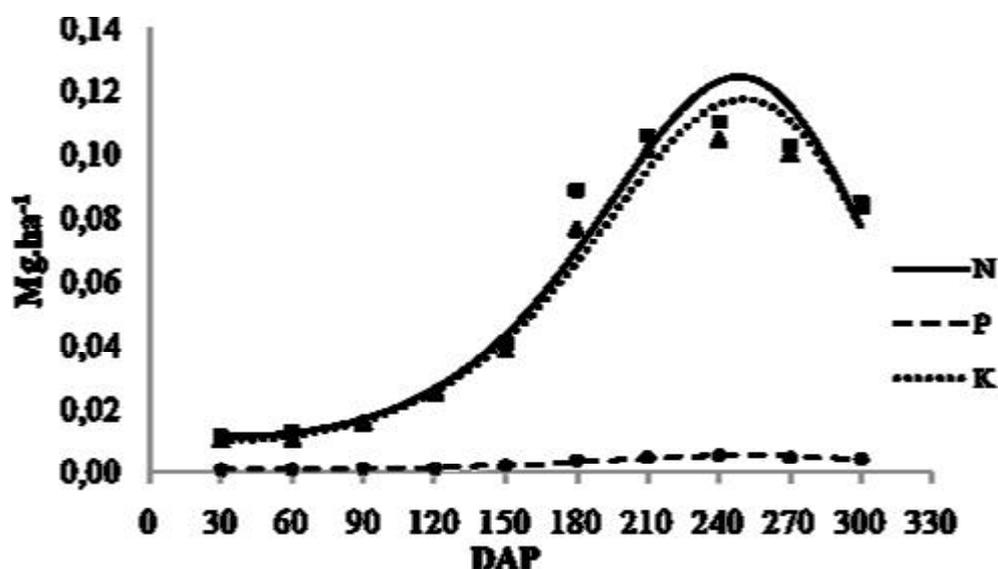
Nota-se ainda que os elementos são acumulados continuamente e de forma progressiva, do início ao final do ciclo da planta por parte do rizoma, e que o acúmulo de nutriente nessa parte da planta apresenta um crescimento exponencial no período que antecede a floração, comportamento esse também encontrado por HAAG et al. (1990).

**Tabela 5** - Extração de N, P e K ( $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) na cultura de gengibre em função de coletas (mês).

Marcha de Absorção ( $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )						
DAP	N		P		K	
30	0,012	d*	0,0007	c	0,011	d
60	0,013	d	0,0007	c	0,011	d
90	0,016	d	0,0010	c	0,016	d
120	0,024	c	0,0013	c	0,025	c
150	0,041	b	0,0021	b	0,038	c
180	0,089	a	0,0037	a	0,078	b
210	0,106	a	0,0048	a	0,102	a
240	0,110	a	0,0055	a	0,105	a
270	0,103	a	0,0045	a	0,101	a
300	0,085	a	0,0042	a	0,084	b

\* Médias seguidas de mesma letra na coluna não são significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.  
DAP = dias após o plantio

Já as folhas apresentam comportamento cíclico, onde o acúmulo de nutrientes teve início no terceiro mês (aparecimento das folhas), tendo crescimento lento e progressivo até 150 DAP (Tabela 6). Aos 180 DAP, com um incremento exponencial, chega-se aos maiores valores de extração pelas folhas, época essa que antecede a floração. A partir dessa data nota-se diminuição progressiva da extração até a interrupção na última coleta, com a senescência e morte das folhas.



**Figura 10** - Extração de NPK ( $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) pelo gengibre em função do período de coleta (mês).

**Tabela 6-**Acúmulo de N, P e K nas folhas e rizomas ao longo do cultivo do gengibre.

DAP <sup>1</sup>	Acúmulo de Nutrientes Mg.ha <sup>-1</sup>					
	N		P		K	
	Rizoma	Folha	Rizoma	Folha	Rizoma	Folha
30	0,012	0	0,001	0	0,101	0
60	0,013	0	0,0007	0	0,100	0
90	0,013	0,003	0,0008	0,0002	0,013	0,003
120	0,017	0,008	0,0007	0,0005	0,015	0,101
150	0,029	0,012	0,0011	0,0009	0,021	0,107
180	0,048	0,041	0,0020	0,0017	0,037	0,040
210	0,070	0,037	0,0031	0,0017	0,066	0,039
240	0,078	0,036	0,0039	0,0016	0,074	0,036
270	0,083	0,020	0,0041	0,0008	0,077	0,024
300	0,085	0	0,0045	0	0,084	0

<sup>1</sup>DAP = dias após o plantio

#### 4.2 Resposta do Gengibre a Diferentes Doses de Fósforo

O fósforo (P) é o nutriente mais limitante da produtividade de biomassa em solos tropicais (NOVAIS & SMYTH, 1999). Os solos brasileiros são carentes de P, em consequência do material de origem e da forte interação do P com o solo (RAIJ, 1991), em que menos de 0,1% encontra-se em solução (FARDEAU, 1996). A aplicação de P em doses elevadas em solos intemperizados é justificada pela intensa fixação desse elemento, ocasionando baixo conteúdo de P disponível, principalmente em solos onde há predomínio de sesquióxidos de ferro e alumínio (BÜLL et al., 1998; NOVAIS & SMYTH, 1999).

Apesar de sua reconhecida importância, são escassos os trabalhos na literatura voltados para estudos da adubação fosfatada na fase de estabelecimento da cultura do gengibre, que podem ser utilizados como estratégias para recomendação adequada e otimizada de adubação e sustentabilidade do sistema, o que contribuirá para tornar a produção racional e economicamente viável.

Os resultados da análise química do solo são apresentados em resumo na Tabela 7 (dados completos no Anexo, Tabela 4). Eles identificam o comportamento dos nutrientes no solo sob a cultura do gengibre antes e após a instalação do experimento, nos quatro tratamentos utilizados para avaliação de reposta as doses de P. Nota-se que a calagem feita antes do plantio além de aumentar substancialmente os teores de Ca e Mg no solo, contribuiu para o aumento da saturação de bases para os níveis recomendados para a cultura, diminuiu sensivelmente os valores da saturação por alumínio e aumentou a disponibilidade de fósforo ao solo, onde este passou de 8 para 14 mg dm<sup>-3</sup> no tratamento testemunha, apenas com a incorporação deste insumo.

Conforme FERREIRA & MAGALHAES (1974), a fixação do fósforo é um grande fator de “perda” desse elemento no solo, que pode ocorrer de duas formas: precipitação a partir da solução e por adsorção específica. Na primeira, o fósforo que se encontra na solução do solo é precipitado com o Al, o Fe e o Mn, que se encontram em forma livre no solo devido ao baixo pH, em geral moderada a fortemente ácido de solos intemperizados; com a prática da calagem e conseqüente elevação do pH, esses elementos se precipitam e o fósforo permanece na forma disponível para as plantas. AQUINO (2004) define adsorção de fósforo como sendo o fenômeno no qual formas solúveis de P se tornam menos solúveis ou insolúveis ao entrarem em contato com a fase sólida do solo. Na maior parte do Brasil estudos tem demonstrado que

os principais fatores que influenciam a adsorção de fósforo no solo são: teor e mineralogia da fração argila, teor de colóides amorfos, pH, alumínio trocável e matéria orgânica (MEHADI & TAYLOR, 1998; BRENNAN et al., 1994; FONTES & WEED, 1996). A presença de grandes proporções de sesquióxidos de Fe e Al na fração argila proporciona a adsorção de fosfato e a formação de precipitados com o ferro e alumínio (BEDIN et al., 2003).

Segundo MELLO et al. (1989) a calagem adequada é aquela que: eleva o pH; fornece cálcio e magnésio como nutrientes; diminui ou elimina os efeitos tóxicos do alumínio, manganês e ferro; diminui a "fixação" de fósforo; aumenta a disponibilidade do nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro e molibdênio no solo; aumenta a eficiência dos fertilizantes; e eleva os valores da saturação por bases e a soma de cátions trocáveis, entre outros benefícios. Nota-se que vários destes itens foram alcançados no experimento (Anexo), o que indica que a calagem foi utilizada de forma eficiente no mesmo.

Observou-se ainda (Anexo) que, após a colheita, o solo apresentou teores residuais de fósforo, remanescentes da adubação no plantio, crescentes conforme o tratamento utilizado. Esse fato indica que, possivelmente, no plantio subsequente poderá haver diminuição da necessidade de P a ser aplicada. Entretanto, para confirmar essa suposição seriam necessários mais estudos em plantios subsequentes.

**Tabela 7-** Análise química do solo antes e após plantio do gengibre nas diferentes doses de P

Época de Coleta	Doses de P	Ca	Mg	V <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	Corg <sup>2</sup>	P
	kg ha <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	%	g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>		
Antes Plantio <sup>1</sup>	-	1,2	0,8	22	31,1	15,1	8
Depois Plantio	0	2,5	2,0	50	7,2	5,7	14
Depois Plantio	60	2,5	1,9	50	7,4	5,3	15
Depois Plantio	120	2,4	1,9	50	7,4	5,4	19
Depois Plantio	240	2,4	1,9	50	7,3	5,1	21

<sup>1</sup> profundidade de coleta 20 cm; <sup>2</sup>V= saturação por bases, m= saturação por alumínio, Corg= carbono orgânico.

Ao compararmos os níveis de N, P e K no tratamento testemunha e nas parcelas com diferentes doses de P aplicadas no plantio (Tabela 8), verificou-se que não houve variação significativa na absorção dos nutrientes N e K. Quanto ao fósforo, apenas na maior dose houve diferença significativa na absorção, onde o acúmulo alcançou 0,062 Mg de P.ha<sup>-1</sup>. Nas demais doses, apesar de diferenças nos incrementos de até 120 kg ha<sup>-1</sup>, não houve diferença.

O rendimento da produção de rizomas mostrou incremento positivo e significativo com a aplicação de P somente para a dose de 240 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, quando alcançou a produtividade de 22,7 Mg de rizoma fresco por hectare (Tabela 9). Com esse tratamento a produtividade foi 17,4% (3,95 Mg de rizoma fresco) maior que a produtividade utilizando a dose imediatamente inferior. Os tratamentos 120 e 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> e a testemunha sem P apresentaram rendimento de produção estatisticamente iguais e inferiores ao tratamento com a maior dose do nutriente (Tabela 9).

Levando em conta que o quilograma de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na região Serrana do Espírito Santo custa em média R\$ 3,75, os 120 kg deste nutriente utilizados a mais (diferença do tratamento de 120 para o de 240 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) corresponderiam a um custo adicional na produção de gengibre de R\$ 450,00. Considerando o preço médio em torno de R\$ 0,60 do quilograma de rizoma fresco de gengibre na região de Santa Maria de Jetibá (ES), na safra de 2006/2007, obteríamos uma receita bruta a mais (considerando somente o acréscimo da aquisição do nutriente) de R\$ 2.370,00. Subtraído o gasto "extra" com o P da receita bruta, teríamos um valor líquido na receita de R\$1.920,00 ha<sup>-1</sup>, tornando viável economicamente a cultura. Esses

resultados de per si comprovam a importância e a eficiência da adubação fosfatada nessa cultura, principalmente no que diz respeito à agricultura familiar, cujos lucros, na maioria das vezes, são mais relevantes em menor volume quando comparados a agricultura patronal.

Ao avaliarmos em conjunto as Tabelas 8 e 9 verifica-se que a produtividade da cultura de gengibre esteve fortemente relacionada com a extração de fósforo, onde o tratamento com a maior dose de P aplicada ao solo (240 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) e o maior acúmulo de P, apresentou o maior rendimento de rizomas. Enquanto que as demais doses (60 e 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) e a testemunha mostraram semelhança na extração e, conseqüentemente, na produção.

**Tabela 8** - Acúmulo dos nutrientes NPK em resposta a doses de fósforo aplicadas.

Dose P (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .ha <sup>-1</sup> )	Acumulo de Nutrientes (Mg.ha <sup>-1</sup> )		
	N	P	K
Testemunha	0,080 a*	0,004 a	0,078 a
60	0,081 a	0,004 a	0,070 a
120	0,080 a	0,004 a	0,076 a
240	0,086 a	0,006 <b>b</b>	0,080 a

\* Médias seguidas de mesma letra na coluna não são significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

**Tabela 9** – Rendimento de rizomas (massa fresca) em função da dose de fósforo aplicada.

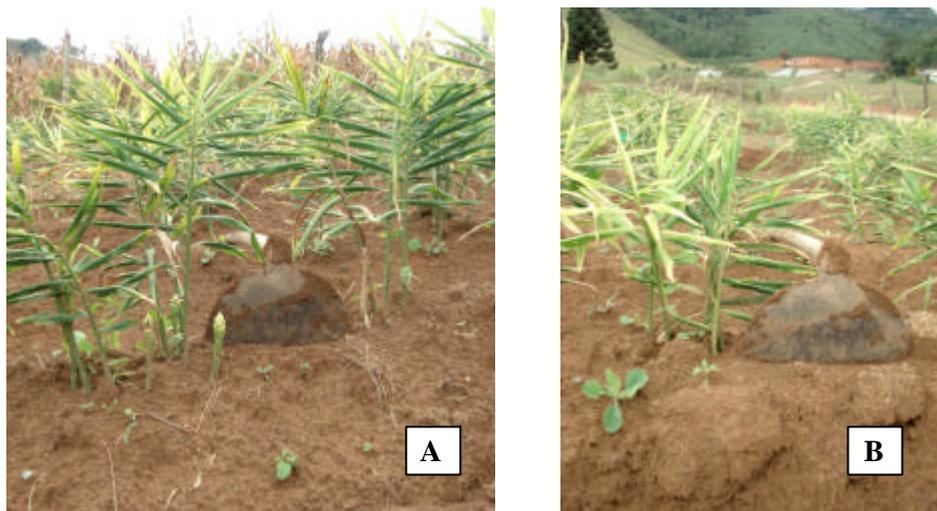
Dose de P (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> )	Produção de rizomas (Mg ha <sup>-1</sup> )
Testemunha	17,23 a*
60	17,78 a
120	18,75 a
<b>240</b>	<b>22,70 b</b>

\* Médias seguidas de mesma letra na coluna não são significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

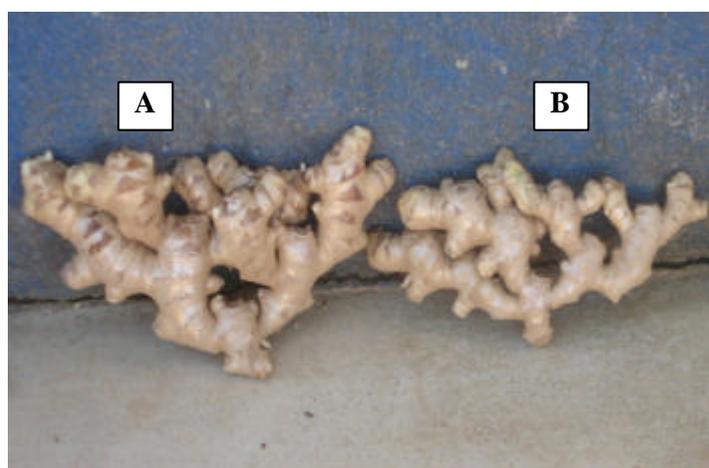
Segundo OBERHOFER (1998), uma boa produção do gengibre seria aquela em que a relação entre a quantidade (em peso) de material usado no plantio e a produção de rizoma na colheita por hectare fosse próxima ao valor 10. Seguindo esse raciocínio, como foram utilizados 2,25 Mg de semente no plantio, uma boa produção por hectare estaria em torno de 22,5 Mg de rizoma colhido. Assim, apenas na dose de P de 240 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, onde se alcançou 22,7 Mg rizoma ha<sup>-1</sup>, uma boa produção foi obtida. O que reitera a relevância da adubação fosfatada na lavoura de gengibre em modelo de agricultura familiar.

Para fins de comparação, MENDES FERRÃO (1993) cita valores de produção de rizomas de gengibre de 20 a 40 t ha<sup>-1</sup> como alta produtividade, por produtores de Tapiraí (SP); enquanto que na Índia os valores são de 3 a 11 t ha<sup>-1</sup> e na Jamaica entre 5 e 7,5 t ha<sup>-1</sup>.

Embora não tenham sido feitas análises tecnológicas para avaliar qualidade comercial dos rizomas, a Figura 12 ilustra plantas no sétimo mês de cultivo, nos tratamentos com 120 e 240 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Na maior dose, visualmente, as plantas foram mais vigorosas. Já a Figura 13 mostra o produto da colheita de plantas dos mesmos tratamentos, após lavagem. Nela se nota que além do maior rendimento de rizomas (Tabela 9), o tratamento de 240 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> resultou em melhor qualidade no que diz respeito à aparência e adequação as exigências do mercado internacional. Para esse mercado são exigidos rizomas mais grossos e com peso superior a 300g (OBERHOFER, 1998). Nos demais tratamentos a produção, provavelmente, teria como destino a indústria (gengibre em seco em pó) e/ou o mercado interno, proporcionando menor receita líquida do cultivo, podendo tornar inviável o plantio da cultura.



**Figura 12** – Imagens de plantas de gengibre no sétimo mês de cultivo. Em A, dose de P de 240 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> e em B, dose de 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>.



**Figura 13** - Rizomas de gengibre colhidos nas parcelas para avaliação de resposta a fósforo. Em A, dose de P de 240 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> e em B, dose de 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>.

De acordo com MALAVOLTA (1989) o fósforo intervêm na formação de compostos orgânicos, especialmente ATP e fosfolipídios, sendo um nutriente móvel. A carência de fósforo reduz o crescimento caulinar e radicular e conduz ao aparecimento de áreas necróticas nas folhas e pecíolos. Assim, as células deixam de metabolizar os nutrientes e morrem, afetando, conseqüentemente, a produção da planta.

As propriedades iônicas dos nutrientes influenciam na sua absorção pelas plantas, como no caso do fósforo, que possui baixa mobilidade na solução do solo (BARBER, 1984). Assim, podem ser observadas deficiências de nutrientes e/ou baixa produção pela baixa absorção, por perdas ocasionadas por erosão onde o P estaria adsorvido aos colóides do solo, ou ainda doses inadequadas serem aplicadas à cultura. A deficiência de P reduz o crescimento do sistema radicular das plantas, dificultando ainda mais a absorção desse nutriente, já que o seu principal processo de absorção se dá pelo contato da raiz com o nutriente, ou seja, por interceptação radicular, o que reflete na menor produtividade (MENGEL & KIRKBY, 1987).

Considerando que, no experimento para avaliar a resposta as doses de P, somente o tratamento com maior dose apresentou produção de gengibre satisfatória, pode-se dizer que as demais doses usadas não supriram as necessidades básicas para uma boa produção de rizomas e que, dentre as doses estudadas, a de 240 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectare foi a recomendada para o plantio do gengibre, nas condições ambientais da região Serrana do Espírito Santo.

## 5 CONCLUSÕES

As seguintes conclusões foram obtidas para as condições do estudo:

- As plantas de gengibre apresentaram crescimento contínuo até os 180 dias após o plantio e a fase do ciclo da planta onde houve maior absorção de nutrientes estudados (N, P e K) foi na floração (aos 240 DAP).
- O acúmulo pelo gengibre dos nutrientes avaliados deu-se na seguinte ordem decrescente de quantidade: nitrogênio, potássio e fósforo. Ao longo do ciclo da lavoura, observou-se acúmulo exponencial dos nutrientes N, K e, em menor expressão, o P, no período de 150 a 180 DAP.
- Analisando os teores de N, P e K no rizoma e na folha, ao longo do ciclo de cultivo, observou-se que, em geral, a maior parte do acúmulo desses nutrientes se deu no rizoma.
- O rendimento da produção de rizomas mostrou incremento positivo e significativo com a aplicação de P para a dose de 240 kg  $P_2O_5$  ha<sup>-1</sup>, quando alcançou a produtividade de 22,7 Mg de rizo ma fresco por hectare.
- O maior investimento referente à aplicação da dose de 240 kg de  $P_2O_5$  por hectare no plantio apresentou resultados positivos na produtividade, na aparência dos rizomas e economicamente. Portanto, dentre as doses estudadas, ela foi a mais indicada para uso no plantio do gengibre, nas condições ambientais da região Serrana do Espírito Santo.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUINO, B. F. Conceitos fundamentais em fertilidade do solo. Apostilas didáticas. Fortaleza: UFC. 2004. 182p
- ABRAMOVAY, R. Paradigmas do capitalismo agrário em questão. São Paulo. Hucitec/ANPOCS/UNICAMP, 1992. 275p.
- BEDIN, I; FUTINI NETO, A.; RESENDE, A. V.; FAQUIN, V.; TOKURA, A. M.; SANTOS, J.Z.L. Fertilizantes fosfatados e produção de soja em solos com diferentes capacidades tampão de fosfato. Rev. Bras. Ci Solo, Viçosa, v.27(44): 639-646, 2003.
- BARBER. S. Soil nutrient bioavailability a mechanistic approach. John Wiley Interscience. New York: 1984. 398p.
- BARBOSA FILHO, M. P. Nutrição e adubação de arroz (sequeiro e irrigado). Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Piracicaba. 1987. 120p. (Bol. Técnico nº9)
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Estatuto da terra (Lei 4.504/64), Disponível em: <<http://www.soleis.adv.br/estatutodaterra.htm>>, acesso em 29/08/2006.
- BRASIL. Ministério da Casa Civil. Lei da agricultura familiar (Lei 11.322/06), Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm)>, acesso em 16/04/2007.
- BRISOLLA, A.; Como cultivar gengibre? Programa Globo Rural, Resposta baseada em consulta ao pesquisador do Iapar - Instituto Agrônomo do Paraná, Curitiba, PR. 2006. Disponível em <[http://globorural.globo.com/barra.asp /gr\\_responde1.htm](http://globorural.globo.com/barra.asp /gr_responde1.htm)>, acesso em 17/10/2006.
- BÜLL, L.T.; FORLI, F.; TECCHIO, M.A.; CORRÊA, J.C. Relação entre fósforo extraído por resina e resposta da cultura do alho vernalizado à adubação fosfatada em cinco solos com e sem adubação orgânica. Rev. Bras. Ci. Solo, v.22: 459-470, 1998.
- CALVI, G.P. Produção de serrapilheira, aporte de nutrientes e composição da fauna edáfica em áreas de Floresta Atlântica em Santa Maria de Jetibá. Instituto de Floresta, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (Monografia). Seropédica, Rio de Janeiro. 2006. 23p.
- CROP PROFILE. Ginger. Disponível em: <<http://www.spicestat.org/ginger.htm>>, acesso em: 28/08/2006
- DENARDI, R.A. Agricultura Familiar e políticas públicas. Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Porto Alegre, RS, v.2(3): 56-62. 2001.
- EMBRAPA/CNPS. Manual de métodos de análise de solos; 2ª ed. rev atual. Embrapa Solos, Rio de Janeiro. p. 81-173, 1997.
- EMBRAPA/CNPS. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2ª ed. rev atual. Embrapa Solos, Rio de Janeiro. 2006. 306p.
- FAO/INCRA. Novo retrato da agricultura familiar: O Brasil redescoberto. Brasília. 2000. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/sade/doc/agrifam.htm>>, acesso em 02/10/2006.
- FARDEAU, J.C. Dynamics of phosphate in soils: an isotopic outlook. Fertility Research, v.45: 91-100, 1996.
- FERREIRA, N.C.M.; MAGALHÃES, A.F. Adsorção de fósforo em solos do Rio Grande do Sul. I – Aplicabilidade da isoterma de Langmuir na descrição da adsorção de fósforo no solo. Agronomia Sulriograndense, Porto Alegre, v.10: 281-288, 1974.

- FONTES, M.P.F.; WEED, S.B.; Phosphate adsorption of clays from Brazilian Oxisols: relationships with specific surface area and mineralogy. *Geoderma*, v.72: 377-51, 1996.
- HAAG, H. P.; SAITO, S.; DECHEN, A.R.; CARMELLO, Q.A.C.; Acúmulo de massa seca e extração de macro e micronutrientes por uma cultura de gengibre. Piracicaba - SP, *Anais ESALQ*, v.47 (parte 2): 435-457, 1990.
- HANWAY, J.J. Corn growth and composition in relation to soil fertility. II. Uptake of N, P and K and their distribution in different plant parts during the growing season. *Agronomy Journal*, v.54: 217-222, 1962.
- HERBS & SPICES. Ginger. Disponível em: <<http://www.foodmarketexchange.com/datacenter/product.htm>>, acesso em: 26/08/2006.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário de 1995-1996. Rio de Janeiro 1998. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/censo.htm>>, acesso em: 19/08/2006.
- IEMA. Instituto Estadual de Meio Ambiente. Recursos hídricos e reserva legal. Disponível em <http://www.iema.es.gov.br/default>, acesso em 17/01/2008.
- INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural. Sistema de informações agrometeorológicas do Espírito Santo no ano de 2006, Disponível em <<http://www.incaper.es.gov.br.htm>>, acesso em 12/01/2007.
- INTERNATIONAL TRADE CENTRE. UNCTAD/WTO. Essential oils and oleoresins: a study of selected producers and major markets. Genebra, 1986. 26p.
- LISSA, S.L. Cultura do gengibre. Curitiba: EMATER/PR, 1996. 12 p
- MACEDO JUNIOR, E.K. Crescimento e produtividade de pepino (*Cucumis sativus* L) enxertado e não enxertado, submetido à adubação convencional em cobertura e Fertirrigação, em cultivo protegido. 129f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista - UNESP. Botucatu, 1998.
- MAGGIO, M. A.; Acúmulo de matéria seca e extração de nutrientes por plantas de milho doce híbrido 'Tropical'. 56f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola). IAC, Campinas. 2006.
- MAIA, N.B.; FURLANI, A.M.C. Gengibre. In: RAIJ van, B.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C. eds. Boletim Técnico 100: Recomendação de adubações e calagem para o Estado de São Paulo. IAC, Campinas. 1996. 84p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípio e aplicações. Piracicaba: Potafos, 1989. 201p.
- MEHADI, A. A.; TAYLOR, R.W. Phosphate adsorption by two highly-weathered soils. *Soil Science Society America Journal*, Madison, v.52: 627-632. 1998.
- MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R.I.; NETTO, A.C.; KIEHL, J.C. Fertilidade do solo. 3. ed. São Paulo. Editora Nobel. 1989. 400p.
- MENDES, M. O. - Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – Resposta Técnica: O cultivo de gengibre – 2005. Disponível em: <http://www.sbrt.ibict.br>, acesso em: 16/09/2006.
- MENDES FERRÃO, J. E. Especiarias: cultura, tecnologia, comércio. Lisboa. Instituto de Investigação Científica Tropical, 1993. p. 157-189.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. Principles of plant nutrition. 4.ed. Bern: International Potash Institute. 1987. 687p.

- NEGRELLE, R. B. R.; ELPO E. R. S; RUCKER N. G. A.; Análise prospectiva do agronegócio gengibre no estado do Paraná. Rev. Horticultura Brasileira. v.23(4), Out/Dez: 1022-1028, 2005. Disponível em <<http://www.scielo.br/scielo.htm>>, acesso em 23/07/2006.
- NOVAIS, F.R.; SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: UFV, 1999. 399p.
- OBERHOFER, H. Como cultivar gengibre com sucesso? Programa de Desenvolvimento Agrícola do Tirol do Sul, Itália, para o Tirol. Espírito Santo, 1998. 9p.
- PETRONE, P. Aspectos geográficos da área de colonização antiga do Estado do Espírito Santo. Vitória: Instituto Histórico e Geográfico do Espírito Santo. 2004. 125p.
- PURSEGLOVE, J.W. Tropical crops: Monocotyledon. USA: Longman Singapore Publishers. Pte Ltd, 1992. p. 533-540.
- RAIJ van, B. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres; Potafos. 1991. 343p.
- RAIJ van, B.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C. Amostragem do solo. In: RAIJ van, B.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. eds. Boletim Técnico 100: Recomendação de adubações e calagem para o Estado de São Paulo. IAC, Campinas. 1996. p.3-6.
- RÜCKER, N.G.A. Análise econômica da cultura do gengibre. In: Secretaria de Estado de Agricultura e do Abastecimento/Departamento de Economia Rural, Curitiba, 1993. 21p.
- RÜCKER, N.G.A. Gengibre. In: DERAL. Informativo diário. SEAB/PR, ano III, nº 872, 10 abr. 2002.
- SANTOS, J.A. Aspectos sócio-econômicos da cultura do gengibre no município de Morretes - Paraná, Curitiba. 2000. 55 f. Monografia (Graduação). Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2000.
- SEAG. Secretaria do Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura, Pesca. Agricultura familiar do Espírito Santo. Histórico da silvicultura no ES. Disponível em <<http://www.seag.es.gov.br>>, acesso em 14/07/2006.
- SEAG. Secretaria do Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura, Pesca. O Estado é o maior produtor e exportador de gengibre. Disponível em <<http://www.seag.es.gov.br>>, acesso em 14/07/2007.
- SEAG. Secretaria do Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura, Pesca. Caracterização da agricultura familiar no Espírito Santo. Disponível em <<http://www.seag.es.gov.br>>, acesso em 17/01/2008.
- SOUSSANA, J.F.; LAFARGE, M. Competition for resources between neighboring species and patch scale vegetation dynamics in temperate grasslands. Annales de Zootechnie, v.47: 371-382. 1998.
- TAVEIRA MAGALHÃES, M. Gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) Brasileiro: aspectos gerais, óleo essencial e oleoresina. Parte 1 - aspectos gerais, óleo essencial. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.17(1): 64-69. 1997.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2. Ed. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995. p.177-188.
- WIKIPEDIA, Gengibre - Botânica. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Gengibre>>; Acesso em: 21/02/2007.

## **CAPÍTULO II**

### **PARÂMETROS PARA O ZONEAMENTO E APTIDÃO DAS TERRAS PARA A CULTURA DO GENGIBRE (*ZINGIBER OFFICINALE* ROSCOE) EM MODELO DE AGRICULTURA FAMILIAR NO ESPÍRITO SANTO**

## RESUMO

A estrutura da agricultura no Espírito Santo mostra a grande importância socioeconômica da agricultura familiar, a qual é o principal capital social do Estado. A cultura do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) vem ganhando espaço entre esses agricultores, onde o Espírito Santo já desponta como principal produtor e exportador nacional, e as principais características desta lavoura permitem garantir os padrões de uma agricultura familiar sustentável. Contudo o plantio do gengibre se restringe a uma pequena porção do território estadual, sendo necessários estudos específicos para identificar áreas com aptidão agrícola para a cultura, em modelo de agricultura familiar. Este estudo teve como objetivos: fornecer bases técnicas para zoneamento de potencial agrícola da cultura no Estado do Espírito Santo, e propor um sistema de avaliação da aptidão das terras para a lavoura, em modelo de agricultura familiar. Para o ordenamento de informações relevantes, foi feita uma busca de dados referentes às necessidades da cultura, associando estas às características ambientais (relevo, temperatura, precipitação e solo) do Estado. A partir deste estudo foi elaborado um sistema para agrupar áreas afins em função das necessidades da cultura e das variáveis ambientais, atribuindo pesos de um a três as características relevantes para o bom rendimento da lavoura. Através da soma dos resultados dos valores (pesos) atribuídos a essas variáveis, as áreas foram agrupadas em três classes: aptas (sem restrição ao cultivo), restritas (com menor potencial, podendo apresentar risco para a cultura) e inaptas (sem potencial para a lavoura de gengibre). O Sistema de Avaliação da Aptidão das Terras para a Cultura do Gengibre no Estado do Espírito Santo, teve como base o SAAAT, com modificações, e definiu áreas com aptidão preferencial (que não apresentam restrição ao cultivo), regular (que apresentam potencial médio), restrita (limitações severas) e inaptas (sem potencial para o gengibre). Os indicadores ambientais utilizados (relevo, clima, solos) permitiram uma avaliação preliminar e o estabelecimento de pesos e classes para identificação de áreas com maior potencial para a cultura de gengibre no Espírito Santo. O Sistema de Avaliação da Aptidão das Terras para a Cultura do Gengibre pode ser usado como ferramenta para determinar classes de aptidão das terras para expansão dessa lavoura, no Estado do Espírito Santo e em áreas semelhantes, em modelo de agricultura familiar com nível de manejo C.

**Palavras-chave:** Zoneamento agrícola. Aptidão das terras. Áreas potenciais para gengibre.

## ABSTRACT

The structure of the agriculture in Espírito Santo State, Brazil, shows the socioeconomic importance of family farming, which is the main social capital of the State. The ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) crop is gaining space between these farmers, and Espírito Santo is already the main State of Brazil in production and exportation of ginger. The main characteristics of this crop warrant the standards of a sustainable family farming system. However, planting of ginger is restricted to a small portion of the State territory, and specific studies are needed to identify areas with agricultural suitability for ginger cultivation, in the family farming system. This study had as objectives: to provide technical bases for zoning the agricultural potential for ginger in Espírito Santo State, and to propose a land capability system for the crop, for a family farm system. To organize the relevant information, they were searched data relative to physiological characteristics of the crop, associating them to the environmental variables (topography, temperature, precipitation, and soil) of the State. From this study it was elaborated a system to group similar areas, as a function of the crop needs and the environmental variables, by attributing values from one to three, to characteristics relevant to the crop yield. By summing up the values assigned to the variables, the areas were separated into three classes: suitable (without restriction to the ginger cultivation), restricted (with lower potential, presenting risk to the crop), and unsuited (without potential for the ginger cultivation). The system of Land Capability for the Ginger Crop in Espírito Santo State had as basis a general system of land capability used in Brazil (SAAAT), with modifications. It defined areas with preferential capability (without restrictions for cultivation), regular (presenting medium potential), restrict (severe limitations), and unsuited (without potential for ginger cultivation). The environmental indicators used (topography, climates and soils) allowed a preliminary evaluation, and the establishment of values and classes to identify areas with highest potential for the ginger crop production in Espírito Santo. The Land Capability System for the Ginger Crop may be used as a tool for identification of potential areas for the expansion of ginger, in the Espírito Santo State and similar areas, in family farm agriculture with high technology and soil management level.

**Key words:** Agricultural zoning. Land capability. Potential areas for ginger.

## 1 INTRODUÇÃO

Os dados do IBGE (1995/96) relativos à estrutura fundiária do Espírito Santo revelam a desconcentração da propriedade rural, com uma grande expressão da agricultura familiar. Contudo esse contingente da agricultura capixaba passa por sérios problemas econômicos, devidos, principalmente, aos baixos preços na venda dos produtos (SEAG, 2006). Assim, a recuperação econômica, em especial da região serrana do Espírito Santo, deverá se processar sob uma perspectiva de diversificação produtiva e de profissionalização dos produtores. Entende-se que a racionalização dos processos produtivos e econômicos regionais depende da combinação de atividades que possibilitem maior estabilidade financeira dos produtores.

A cultura do gengibre teve início no Espírito Santo há pouco mais de 10 anos e vem ganhando espaço na economia do Estado, que já desponta como principal produtor e exportador nacional, e as principais características desta lavoura permitem garantir os padrões de uma agricultura familiar sustentável. Contudo o plantio do gengibre se restringe a uma pequena porção do território estadual, sendo necessários estudos específicos destinados à identificação de áreas com aptidão agrícola para a cultura do gengibre, em modelos de agricultura familiar, para difusão, implantação e sucesso em outras regiões do Estado.

Conforme CAVALCANTI (2002), a classificação e a aptidão agrícola de solos constituem um conhecimento básico para tomada de decisão na implantação de culturas. O investimento e o tempo envolvidos nesse processo, principalmente em modelos de produção para exportação, não admitem erros primários. Segundo FONSECA (2002) a avaliação de aptidão das terras para certa cultura, em determinada região, pode ser usada como ferramenta de suporte à decisão para os técnicos com a finalidade de escolher cultivos (culturas), práticas adequadas para minimizar os riscos e aumentar a produtividade e prever o comportamento da cultura, decidindo, a partir deste conhecimento, sobre a sua implantação ou não.

Sistemas de avaliação da aptidão agrícola para uma dada cultura visam delimitar áreas dentro do espaço geográfico, com base em critérios pré-estabelecidos. Assim sendo, o sistema define áreas preferenciais, toleradas e inaptas para cultivos agrícolas, com base nas características dos solos e no clima da região, já que são esses os dois principais fatores que condicionam o potencial produtivo dos cultivos. A variabilidade anual dos fatores climáticos, principalmente a temperatura do ar e a precipitação pluvial, em interação com as características do solo (tal como a fertilidade natural e a capacidade de armazenamento de água), definem o risco das atividades agrícolas, a partir do cruzamento dessas informações com as exigências edafo-climáticas específicas de cada cultura (FONSECA, 2002).

No Espírito Santo há deficiência de informações específicas sobre a lavoura de gengibre, quanto aos recursos produtivos e potenciais formas de exploração. A hipótese desse estudo foi que a elaboração de um sistema de avaliação da aptidão das terras, para a cultura do gengibre, poderá fornecer subsídios teóricos para avaliar as terras e ambientes de produção contribuindo para planos de expansão da cultura no estado.

Face ao exposto, este estudo teve como objetivos: fornecer bases técnicas para zoneamento de potencial agrícola da cultura de gengibre no Estado do Espírito Santo, e organizar o conhecimento edafológico na forma de um sistema de avaliação da aptidão das terras para a lavoura do gengibre, em modelo de agricultura familiar.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Zoneamento

Etimologicamente, zoneamento significa *“ato ou efeito de zonedar; divisão racional de uma área em setores reservados a certas atividades”*. Zonedar recebe, por sua vez, o sentido de *“dividir por zonas específicas: zonedar um país, uma cidade”* (FERREIRA, 1986). Outras tantas definições foram dadas ao zoneamento, como a de SÁNCHEZ (1992), para quem *“zonedar é um conceito geográfico que significa desagregar um espaço em zonas específicas. O modelo de todo zoneamento, que interpreta qualidades ecológicas de um território, depende dos objetivos e da natureza dos indicadores e interações utilizadas durante a análise”*.

BECKER et al. (1995), por sua vez, definem o zoneamento ecológico-econômico como *“instrumento de gestão sustentável do território e de ajuste entre as diversas esferas da administração pública e com o setor privado”*. A autora externa, em seu trabalho, as imprecisões existentes quanto ao entendimento do significado e aos objetivos do zoneamento ecológico-econômico.

SÁNCHEZ & SILVA (1995) afirmam que o ato de zonedar um território corresponde a um conceito geográfico de regionalização que significa desagregar o espaço em zonas ou áreas que delimitam algum tipo de especificidade ou alguns aspectos comuns, ou áreas com certa homogeneidade interna.

Assim como o planejamento, o zoneamento também é frequentemente adjetivado, sendo comum encontrarem-se vários tipos de zoneamento. Sob o ponto de vista metodológico, pode-se dizer que o zoneamento geoambiental baseia-se na teoria de sistemas (BRASIL, 1984), o ecológico trabalha com o conceito de unidades homogêneas da paisagem (PIVELLO, 1998; BECERRA, 1999), o agrícola define zonas a partir da determinação das limitações das culturas, exigências bioclimáticas e riscos de perdas de produção agrícola (ROSSETI, 2001), o agropedoclimático faz a abordagem integrada entre as variáveis climáticas, pedológicas e de manutenção da biodiversidade (CHAGAS, 2001) e o agroecológico interessa-se pela aptidão agrícola e pela limitação ambiental para ordenamento dos meios rural e florestal (SÁNCHEZ, 1991). O zoneamento voltado à locação de empreendimentos define zonas de acordo com a viabilidade técnica, a econômica e a ambiental de obras civis (GRIFFITH, 1989; SOUZA, 1990; RANIERI, 2000), o urbano e industrial em função da potencialidade ou fragilidade do meio para suportar usos e tipos específicos de construções ou atividades, o de ruído em relação aos prováveis danos à saúde, e o Estatuto da Terra (Lei nº 4.504 de 30/11/64, Decretos nº: 55.891, de 31/3/65, e 68.153, de 1/2/71), sob a perspectiva socioeconômica e das características da estrutura agrária. Já as Unidades de Conservação (Lei nº 9.985, de 18/7/00) determinam as unidades ambientais basicamente em função da preservação ou da conservação da biodiversidade. O zoneamento ecológico-econômico estabelece as normas de uso e ocupação da terra e de manejo dos recursos naturais a partir das características ecológicas e socioeconômicas, e o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC da Lei nº 7.661, de 16/5/88) visa apontar e orientar o uso dos recursos comuns à zona costeira, protegendo todo seu patrimônio.

Esses exemplos têm a intenção de mostrar que os zoneamentos, independentemente dos adjetivos a que estão associados, atingem um resultado comum – a definição de zonas, mas sua concepção pode ser bastante diferenciada, o que induz caminhos metodológicos bem distintos entre si, seja em função do objetivo, seja em função do objeto.

No momento da implantação de novos empreendimentos e na manutenção de projetos em desenvolvimento, torna-se de grande valia a obtenção de dados e informações a respeito dos recursos naturais e das condições sócio-econômicas, permitindo a seleção de áreas com maior potencialidade de uso e indicando as atividades conservacionistas e de preservação ambiental apropriada para uma determinada região (MARTORANO et al., 1999).

Ainda que a tecnologia permita superar, em parte, as limitações derivadas do condicionamento ecológico, é importante lembrar que a imobilidade dos recursos naturais restringe o raio de manobra do planejamento e condiciona, parcialmente, as decisões relacionadas com seu uso para a produção agrícola (IAPAR, 2005). Ainda, em vista do intenso processo de urbanização de zonas rurais e do êxodo rural, há necessidade de fornecer dados atualizados, que possibilitem orientar a política de desenvolvimento rural regional (ALFONSI et al., 1995).

O zoneamento da aptidão agrícola para uma determinada cultura otimiza a condução da lavoura e consiste da determinação de zonas homogêneas e funcionais quanto aos parâmetros limitantes para que determinada espécie expresse todo seu potencial produtivo, visando a melhor safra, com o menor custo e riscos possíveis (FONSECA, 2002). Essa técnica tem como base informações de solo, planta e clima e outros fatores, possibilitando a definição dos ambientes favoráveis para que a cultura possa externar seu potencial genético, em termos de produtividade e renda nas diversas localidades. As condições ótimas serão aquelas em que prevalecem fatores de solo e clima que permitam à planta, em seus diferentes estádios fenológicos, crescer e se desenvolver, principalmente com relação às condições térmicas e hídricas (AMORIM NETO, 1997).

A produção agrícola, segundo GUANDIQUE & LIBARDE (1997), é fortemente influenciada pelas condições edafoclimáticas locais. Desta forma, a falta de água por períodos muito longos, devidos, principalmente, a distribuição irregular das chuvas, tem sido um dos principais fatores limitantes da produção. Os estudos de zoneamento e aptidão agrícola constituem instrumentos valiosos para os gestores dos setores públicos e privados envolvidos com o complexo agrícola. Constituem-se fundamentalmente na identificação do potencial de exploração das terras em relação à oferta dos fatores ambientais com as necessidades das culturas exploradas.

Vários estados e municípios têm avançado substancialmente nesses estudos, principalmente nas regiões Sul e Sudeste, já estando bem definidas as áreas propícias à exploração de lavouras como o café, a laranja, o algodão, o trigo, o arroz e a soja (CHAGAS, 1999). No entanto, o mesmo autor adverte que a ocupação do espaço agrícola brasileiro vem sendo realizada sem que se disponha de um instrumento básico que oriente as atividades de planejamento e uso dos recursos naturais. O que vem contribuindo para a degradação dos diferentes ecossistemas, e, conseqüentemente, para a deterioração da qualidade de vida das populações.

## **2.2 Aptidão Agrícola das Terras**

A agricultura é uma atividade econômica dependente, em grande parte, do meio físico. O aspecto ecológico confere fundamental importância ao processo de produção agropecuária. Qualquer país ou região apresenta várias sub-regiões com diferentes condições de solo e clima e, também, distintas aptidões para produzir bens agrícolas (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995).

Segundo o glossário da Revista Biotecnologia (2007) Aptidão Agrícola da Terra é a avaliação qualitativa da disponibilidade dos recursos da terra, que estuda as opções para seu melhor uso através da adoção de distintos níveis de manejo do solo e da indicação de diferentes modos de utilização. Em função das características distintas dos ambientes em uma dada região e do alto investimento inicial relacionado à implantação da cultura do gengibre, é

necessário uma avaliação qualitativa da disponibilidade dos recursos das terras, contemplando alternativas para seu melhor uso e a adoção de distintos níveis de manejo dos solos, bem como indicação de áreas com elevado potencial para implantação dessa cultura.

O Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (SAAAT) é uma classificação técnica, que foi desenvolvida para a interpretação de levantamentos de solos quanto aos potenciais agrícolas das terras, tendo como base as características do meio físico (clima, relevo e vegetação primária) e propriedades dos solos em uma dada região. A aptidão agrícola é avaliada para alternativas de utilização tais como lavouras (anuais e perenes), pastagem plantada, silvicultura e/ou pastagem natural e preservação da flora e fauna. São também considerados os investimentos de capital na produção agrícola e o nível tecnológico do produtor, o qual é identificado pelos seguintes tipos: “*Nível A – utilização de práticas agrícolas que refletem um baixo nível; Nível B – baseado em práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico médio; Nível C - práticas agrícolas com um alto nível tecnológico*” (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995).

Como limitação ao uso do SAAAT para avaliação de uma lavoura específica, tem-se que o sistema considera as variações regionais somente no fator clima, dividindo-o nas seguintes categorias: tropical, subtropical e semi-árido; o que é relevante apenas em uma escala macro no território brasileiro. Aspectos sócio-econômicos e culturais locais, que afetam o modelo de agricultura, não são considerados na avaliação da aptidão das terras (ANJOS e PEREIRA, 2006). Segundo os mesmos autores, “*essa metodologia de certa forma torna-se limitada para avaliação da aptidão agrícola em comunidades rurais familiares, visto que características como biodiversidade e as necessidades específicas das comunidades, que vão além dos parâmetros de solos e exigem a sua estruturação com base na participação dos agricultores e na experiência local dos técnicos, não são considerados na análise*”.

### **2.3 Zoneamento e Aptidão Agrícola das Terras para o Gengibre no Espírito Santo**

O Espírito Santo oferece condições vantajosas para a produção do gengibre quanto à localização geográfica, classes de solos, infra-estrutura, padrão agrícola (de base familiar) e diversidade de relevo. Esta última confere grande variação climática, resultando em diversos microclimas que possibilitam o cultivo de várias espécies vegetais, desde as tropicais pouco tolerantes a baixas temperaturas até as que necessitam de repouso invernal (SEAG, 2006).

Apesar da existência de alguns trabalhos de zoneamento da aptidão agrícola de determinadas culturas para o Estado (EMBRAPA, 1999), torna-se necessário ampliar os estudos nesta linha, no sentido de aprimorar as informações e expandir para outras lavouras (ALFONSI et al., 1995). De acordo com EPAGRI (2006), o zoneamento da aptidão agrícola também permite determinar a melhor época de semeadura para cada região, de forma que as fases mais críticas da cultura tenham uma probabilidade menor de coincidirem com as de adversidades climáticas (falta de água no solo, temperaturas muito baixas ou muito elevadas) prejudiciais às culturas.

Faz-se necessário no Espírito Santo, por exemplo, delimitar (zonear) e difundir informações sobre potenciais áreas para o plantio de lavouras como o gengibre, que apesar de representar boa fonte de renda para produtores de base familiar, apresenta-se pouco difundida no território capixaba, estando concentrada em poucos municípios. Para tal, devem ser estabelecidos fatores edafoclimáticos e sócio-econômicos relevantes para a identificação de áreas aptas ao cultivo do gengibre no Espírito Santo.

### **2.4 Aspectos Geográficos do Estado do Espírito Santo**

O Estado representa uma das quatro unidades que integram a Região Sudeste do território brasileiro, com uma área total de 46.184,1 km<sup>2</sup>, representando 0,54% do território nacional e 4,98% da Região Sudeste. Atualmente conta com 78 municípios, distribuídos em

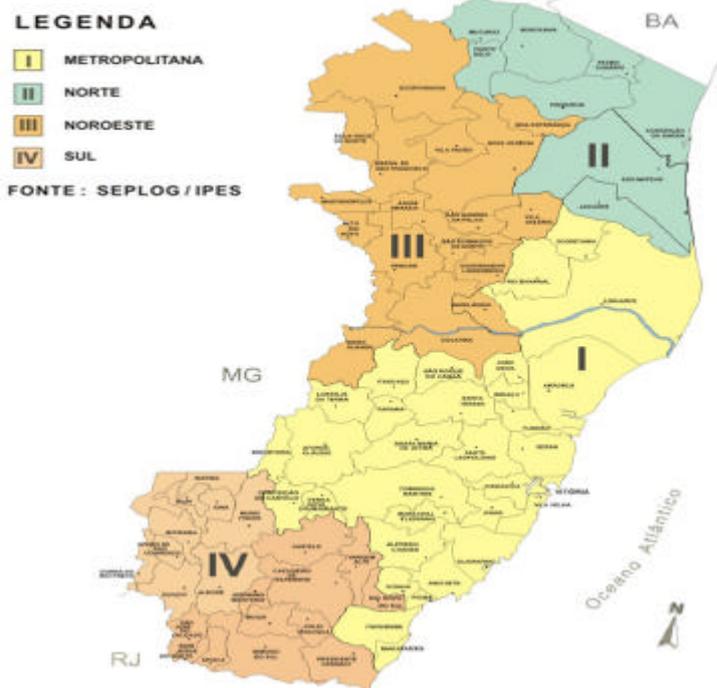
12 microrregiões geográficas (Figura 2), reunidas em 4 mesorregiões geográficas a saber: Noroeste, Litoral Norte, Central ou Metropolitana e Sul (Figura 3). Possui três grandes paisagens: Litoral, Tabuleiros e Área Elevada do Interior, que determinam, juntamente com outros fatores, a diversidade dos solos e clima do Estado. Apresenta ainda 411 km de zona costeira, rica em restingas, mangues, praias e dunas (CITYBRAZIL, 2007).

O território capixaba é dividido em 12 bacias hidrográficas, sendo que de todas essas bacias, duas merecem especial atenção: a Bacia do Rio Jucu e a Bacia do Rio Santa Maria da Vitória, que são responsáveis pelo abastecimento de água potável da Região Metropolitana de Vitória. Em geral, todas essas bacias apresentam estádios variáveis de degradação devido às ações antrópicas ocorridas ao longo do tempo (CITYBRAZIL, 2007).

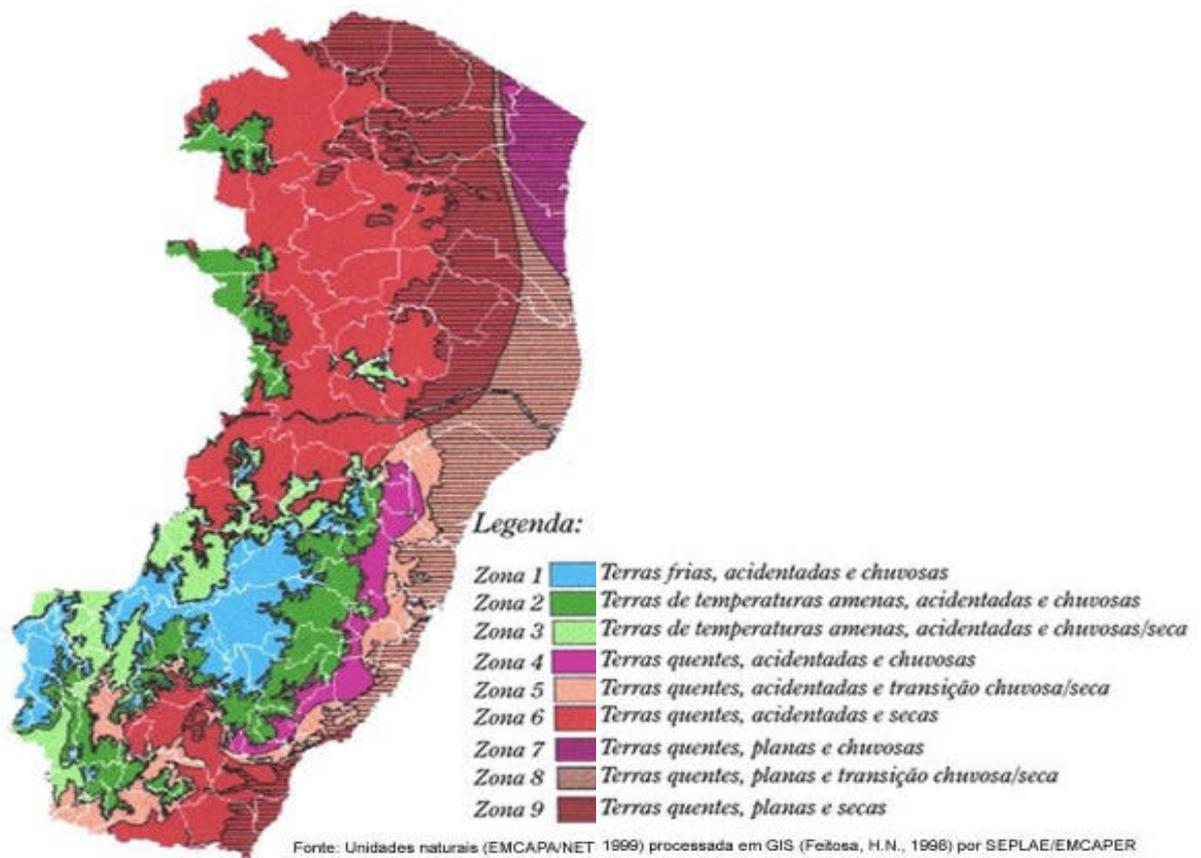
Utilizando os dados referentes à temperatura, relevo e precipitação do Estado do Espírito Santo, a EMCAPA/NETUP (1999) construiu um mapa que caracteriza de forma clara e precisa as zonas naturais de cada região do Estado, podendo assim identificar 9 diferentes zonas, desde terras frias acidentadas e chuvosas (região Serrana) a terras quentes, planas e secas (Noroeste), tendo outras classificações no intermédio deste (Figura 4).



**Figura 2**– Divisão regional do Espírito Santo. Microrregiões de planejamento.  
 Fonte: Governo do Estado do Espírito Santo, 2007.



**Figura 3** - Divisão regional do Espírito Santo. Mesorregiões de planejamento  
 Fonte: Governo do Estado do Espírito Santo, 2007.



**Figura 4** - Zonas naturais do Espírito Santo. Fonte: Unidades Naturais (EMCAPA/NETUP, 1999).

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Seleção de Áreas Potenciais para o Gengibre no Espírito Santo

Para o ordenamento de informações relevantes para a identificação do potencial agrícola de áreas para o cultivo do gengibre no Espírito Santo, foi feita uma busca de dados referentes às necessidades edafológicas da cultura, associando estas às características ambientais (relevo, temperatura, precipitação, geologia e solo) do Estado.

Apartir destas informações, avaliou-se as principais características ambientais, atribuindo-se pesos de um (1) a três (3) a cada fator, de acordo com as peculiares de cada um, sendo assim conceituados:

- ? **Peso 1** - Adotado para localidades com fortes fatores limitantes a cultura, portanto inadequadas a implantação da lavoura de gengibre;
- ? **Peso 2** – Adotado para localidades com restrições moderadas a cultura, portanto, dependendo do tipo de fator agravante, o cultivo do gengibre tem alto risco de insucesso;
- ? **Peso 3** - Adotado para localidades com pouca ou nenhuma restrição ao desenvolvimento da cultura, portanto para áreas onde é recomendado o cultivo.

Para classificar as áreas em estudo com menor dependência de um único fator, foi feita a soma dos resultados (pesos) estipulados para cada característica ambiental relacionada e através do resultado desta soma as áreas foram então agrupadas em três classes:

- ? **Apto** – Valores da soma dos pesos variando de nove (9) a doze (12). Localidades classificadas como boas a ótimas ao cultivo do gengibre, sendo o menor valor da soma (9) caracterizado por maior limitação quando comparado com o maior (12);
- ? **Restrito** – Valores da soma dos pesos variando de cinco (5) a oito (8). Locais representados por esses valores têm condições regulares para o desenvolvimento da cultura, onde os menores valores (5 e 6) poderão tornar o cultivo de alto grau de risco; e
- ? **Inapto** – Valores da soma dos pesos e variando de um (1) a quatro (4). Áreas caracterizadas por alta restrição a implantação da cultura, devido à presença de muitos fatores limitantes, tornando, portanto, o cultivo do gengibre inviável.

### 3.2 Identificação das Classes de Aptidão Agrícola das Terras para o Gengibre

O sistema de avaliação da aptidão das terras para a cultura do gengibre no Estado do Espírito Santo foi elaborado a partir de conceitos do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995) e critérios utilizados por AGUIAR (2001), de forma a definir áreas com aptidão preferencial (áreas que não apresentam restrição ao cultivo), regular (áreas que apresentam potencial médio para a cultura), restrita (limitações severas quanto à escolha de culturas sendo necessário manejo muito cuidadoso) e inaptas (áreas sem potencial para o cultivo do gengibre).

Em função da complexidade de julgamento das variáveis analisadas, sem o uso de um sistema de informações geográficas (SIG), foi elaborado um conjunto de critérios próprios quanto à aptidão das terras. As limitações das terras ao cultivo do gengibre tiveram como base, primordialmente, as combinações dos efeitos de clima, relevo e características do solo, que limitam o uso agrícola. Desta forma foram criadas quatro (4) classes de aptidão das terras para a cultura do gengibre no Espírito Santo (Tabela 1), quais sejam:

- ? **Classe I - Aptidão Preferencial** - Terras com alto potencial para cultura do gengibre. Estão compreendidas as áreas que não apresentam restrições sérias de ordens climáticas,

pedológicas e de relevo para a cultura, podendo apresentar altos rendimentos em escala comercial de exploração;

? **Classe II - Aptidão Regular** - Terras de médio potencial para cultura do gengibre. Possuem algumas limitações que reduzem a escolha de outras culturas ou exigem práticas moderadas de conservação. Portanto esta classe compreende as áreas com baixa restrição de ordem climática, porém com restrição ligeira a moderada de ordem pedológica para a cultura do gengibre, podendo apresentar médios rendimentos em escala comercial de exploração;

? **Classe III - Aptidão Restrita** - Terras utilizáveis para lavoura, mas com limitações severas quanto à escolha de culturas, sendo necessário manejo muito cuidadoso. Terras de baixo potencial para cultura do gengibre. Nesta classe estão compreendidas áreas que apresentam restrição moderada de ordem climática (precipitação e temperatura) e de moderada a forte de ordem pedológica (encostas íngremes, erosão profunda no passado, e outras) para a cultura, apresentando baixos rendimentos em escala comercial de exploração. As terras cultiváveis requerem medidas intensivas ou complexas para cultivo, com práticas especiais de conservação do solo, sendo a topografia e a precipitação os principais fatores de limitação;

? **Classe IV - Inapta** - Terras sem potencial para cultura do gengibre. Esta classe compreende áreas que apresentam restrições muito fortes que inviabilizam o seu aproveitamento econômico para a cultura do gengibre. Os fatores considerados determinantes foram o solo, o relevo e o balanço hídrico, sendo as áreas com essas características indicadas para silvicultura, pastagem (natural ou plantada) e reflorestamento/preservação. Dentre as principais classes de solos citam-se os Gleissolos e Organossolos, os Cambissolos, os Neossolos Quartzarênicos e os Neossolos Litólicos. Possuem drenagem deficiente, requerem controles extremos quanto à erosão e manejo ou ainda nos solos da Baixada Litorânea, apresentam alcalinidade ou salinidade severa. O enquadramento nessa classe independe da altitude e sim da declividade do terreno (forte ondulado a escarpado) ou de más condições de drenagem e riscos de inundação.

**Tabela 1**– Classes de aptidão das terras para o cultivo do gengibre e respectivas características.

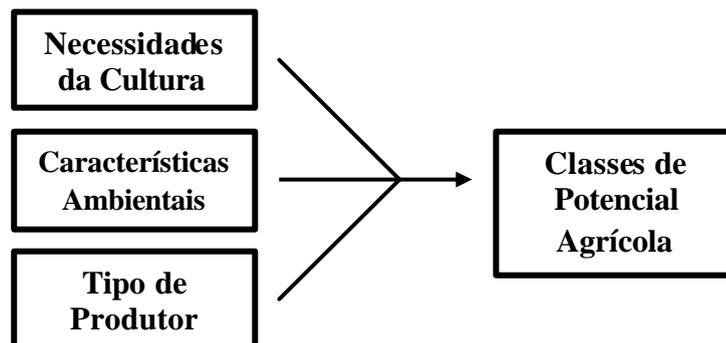
<b>Classes de Aptidão</b>	<b>Características das Terras</b>
I - Preferencial	Atendem a todas as exigências para um bom rendimento da lavoura
II - Regular	Atendem parcialmente as exigências, com algumas restrições que resultam em rendimento médio da lavoura
III - Restrita	Atendem fracamente as exigências, podendo apresentar sérias restrições
IV - Inapta	Não atendem as exigências

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Seleção de Áreas Potenciais para a Lavoura do Gengibre

De acordo com AMORIN NETO et al. (1997), técnicas de identificação de áreas aptas com base em informações do solo e clima possibilitam a definição dos ambientes agroecologicamente favoráveis para exploração agrícola, contribuindo com a redução dos riscos de degradação do ambiente. Para seleção de áreas com potencial para o cultivo de qualquer espécie vegetal, devem ser consideradas informações referentes a exigências fisiológicas da cultura, características ambientais da localidade que atendem a tais necessidades e outros fatores, de acordo com a localidade ou especificidades da cultura a ser implantada (AGUIAR, 2007).

Desta forma, a cultura do gengibre apresenta três grandes elementos (Figura 5) que auxiliam na análise para seleção de áreas com potencial para sua implantação: necessidades biológicas da planta; características ambientais da localidade de implantação da lavoura e o tipo de produtor, sendo esse classificado em patronal e familiar, tendo o último maior importância na implantação dessa cultura, devido às características peculiares de grande demanda de tratos culturais de forma manual no cultivo do gengibre.



**Figura 5** – Temas relevantes para seleção de áreas com potencial para o cultivo do gengibre no Espírito Santo.

Com a finalidade de dar subsídios para a avaliação das áreas quanto a seu potencial agrícola para a cultura do gengibre, são apresentados a seguir resultados compilados de fontes diversas e agrupados de forma a integrar os temas relevantes para seleção de áreas ilustrados na Figura 5.

#### 4.1.1 Necessidades da cultura

O gengibre exige clima tipicamente tropical, quente e úmido, com períodos bem definidos de calor e umidade do solo, para um rápido e excelente desenvolvimento da cultura, não resistindo a condições mais adversas de temperatura ou clima, como a ocorrência de geadas (DONALÍSIO et al., 1980; EPAGRI, 1998; TAVEIRA MAGALHÃES., 1997; LISSA, 1996). As maiores produtividades foram constatadas em solos de textura argilo-arenosa, friáveis e bem drenados, nas regiões produtoras dos Estados de São Paulo e Paraná. Regiões estas, que devido às suas peculiaridades climáticas de litoral não exigem irrigações nos períodos críticos de crescimento (DONALISIO et al., 1980; TAVEIRA MAGALHÃES et al., 1997).

Adicionalmente, DONALISIO (1980) salienta que o gengibre, também pode ser cultivado em regiões onde haja temperaturas elevadas e chuvas abundantes durante 06 a 08

meses, podendo ser cultivado desde nível do mar até altitudes superiores a 1500 m. Neste contexto, LISSA (1996) comenta que a altitude aparentemente pouco influi na produção, pois tanto em regiões altas, como na Índia a 1500 m acima do mar, como em regiões baixas, como no litoral do Brasil, quase ao nível do mar, não se notam grandes diferenças em seu desenvolvimento. PURSEGLOVE (1992) cita que a principal área de produção de gengibre na Jamaica é uma região montanhosa, a 450 a 900 m de altitude com temperatura média anual de 21° C e chuvas médias de 1800 mm por ano. Nesta região, os solos são de textura argilo-arenosa, o material de origem é calcário e os declives excessivamente íngremes facilitam a drenagem.

Quanto à luminosidade, a planta quando cultivada em local com reduzida insolação desenvolve bem a parte aérea, mas seu rizoma fica reduzido. A precipitação considerada ideal para o ótimo desenvolvimento é de cerca de 2.000 mm anuais, principalmente na época do plantio até o início da formação de novos rizomas, sendo esse um dos principais critérios na escolha da localidade de implantação da cultura, segundo CARVALHO JUNIOR (1994).

#### 4.1.2 Características ambientais

##### a) Relevo

As principais formas de relevo no Espírito Santo, segundo KILL (1976), são agrupadas nas feições da Baixada Litorânea e da Serra.

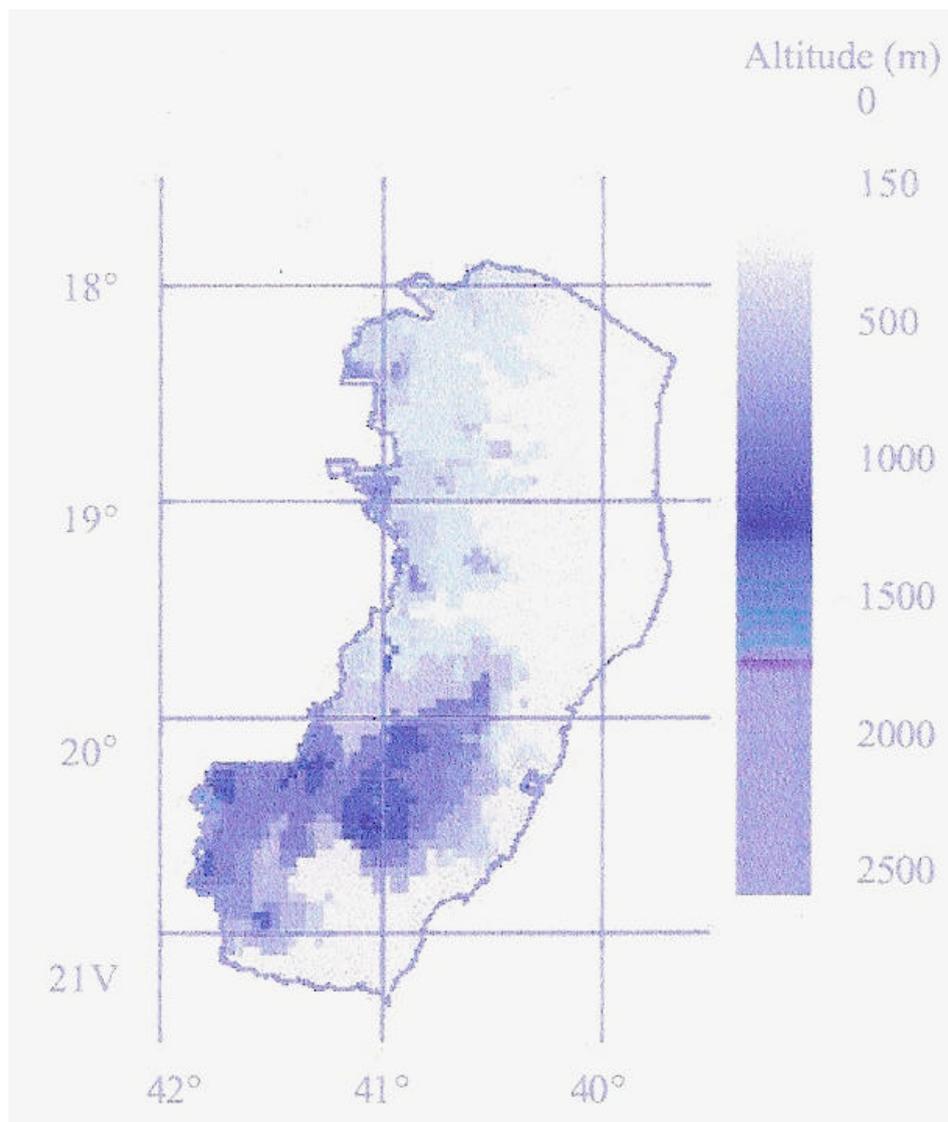
A Baixada ocorre ao longo da costa Atlântica, em uma faixa de planície que representa 40% da área total do Estado, entre as fronteiras da Bahia e o Estado do Rio de Janeiro, totalizando 411 km de extensão. Apresenta largura variável, mais estreita ao sul e ao norte alargando-se a partir de Vitória. Verifica-se nessa feição uma altitude média de 40 a 50m (Figura 6). À medida que se deixa a Baixada Litorânea em direção ao interior, encontra-se a paisagem de Tabuleiros Costeiros, que dá vez ao Planalto e em seguida a região de Serras, com altitudes superiores a 1.000 metros e valores médios de cerca de 700m (Figura 6). O relevo é cortado por vários rios e a zona montanhosa apresenta vales profundos encaixados. No alto destes vales encontram-se formações como a Serra do Caparaó ou da Chibata. Nesta paisagem se destaca o Pico da Bandeira, com 2.890 metros de altura, o terceiro mais alto do País e o mais alto do Estado.

Quanto a componente relevo local os seguintes pesos foram estabelecidos para avaliação do potencial das áreas para a cultura do gengibre no Estado do Espírito Santo:

? **Peso 1:** Devido as condições locais de topografia, o cultivo do gengibre é inapto. Áreas com declividades superiores a 20%, onde o rendimento do trator é inferior a 50% e necessitam de praticas conservacionistas intensas que não são econômicas ou de manejo inviável para a lavoura do gengibre (terraços, canais escoadouros, entre outras).

? **Peso 2:** O cultivo do gengibre é restrito. Áreas com declividade variando de 8% a 20% e necessitando práticas conservacionistas do solo pela moderada suscetibilidade à erosão (curvas de nível, preparo especial do solo etc.), que podem tornar o cultivo de alto risco ou com menor rentabilidade pelas exigências de manejo especial das terras; o rendimento do trator varia de 50 a 75 %.

? **Peso 3:** Apto ao cultivo do gengibre, por apresentarem condições de relevo satisfatórias ao uso de máquinas e conservação do solo. Áreas com declividade variando de 0 a 8%, apresentando baixa ou nenhuma suscetibilidade a erosão, além de possibilitarem o uso de maquinários (agrícolas como tratores e micro-tratores) com rendimento superior a 75% e serem de drenagem livre.



**Figura 6** - Modelo digital de elevação do Estado do Espírito, escala de 1:400.000. Fonte: Embrapa Monitoramento por Satélite - 2007

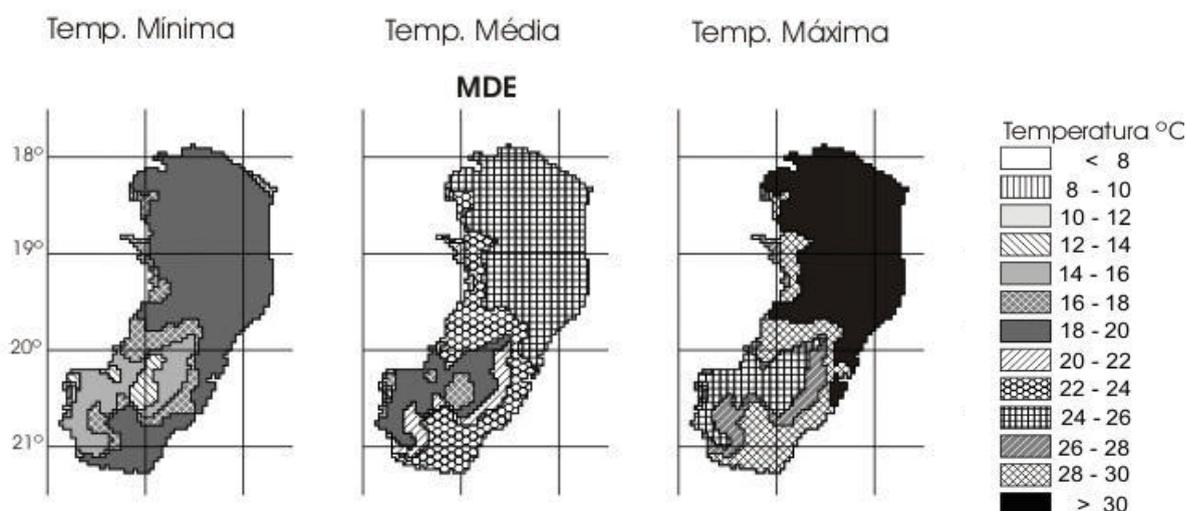
De uma forma geral, a região serrana do Estado tem maior potencial para a cultura do gengibre que as demais. Nessa região ocorrem vales altos, bem drenados, com áreas de menor declive local e oferta de solo e água adequados. Inclui-se pela forte expressão das lavouras de cana, café e fruticultura e pelos plantios de eucalipto nas feições de Tabuleiros Costeiros e na Baixada Litorânea, que competem pelas terras com as propriedades familiares.

#### **b) Clima**

O clima do Estado do Espírito Santo é tropical úmido, com temperaturas médias anuais de 23°C e volume de precipitação superior a 1.400 mm por ano, especialmente concentrada no verão. O Estado é caracterizado por duas tipologias climáticas, variáveis de acordo com o relevo local. Na Baixada Litorânea predomina o clima tropical (Aw'), com temperatura média anual de 22°C e ocorrência de chuvas no verão. A média de precipitação anual é de 1.250mm na base da serra e em Vitória. No restante da baixada, a média anual é de 1.000mm. A região Serrana apresenta clima tropical de altitude (Cwb), com temperaturas em torno dos 19°C, diminuindo conforme aumentam as altitudes (CALVI, 2006; PEZZOPANE, 2004) (Figura 7), e índice pluviométrico igual ou superior a 1.700 mm por ano (AMBIENTE BRASIL, 2007).

A espacialização da temperatura do ar ( $T_a$ ) do Espírito Santo segundo PEZZOPANE (2004) mostra que 16,8%; 7,8%; 26,5% e 49,0%, da área do Estado, apresentam, respectivamente, temperatura média anual acima de 24 °C, entre 22 °C e 24 °C, entre 20 °C e 22 °C e abaixo de 20°C (Figura 7).

Na região Norte do Estado observa-se temperatura do ar mais acentuada, com valores elevados de temperatura máxima. Nessa região há predominância de cultivo de café conillon e de fruteiras tropicais, além de lavouras em expansão como o mamão, maracujá e cacau. A região Serrana, ao sul, a principal área de cultivo do gengibre, apresenta as menores temperaturas, com baixos valores de temperatura mínima, permitindo o desenvolvimento da fruticultura temperada, como é o caso do morango, pêssegos, uva, entre outras. Na região serrana, nota-se a presença constante de áreas de cultivo de café do tipo arábica, que, de acordo com MATIELLO (1991), tem como temperatura ótima à faixa entre 19°C a 22°C.

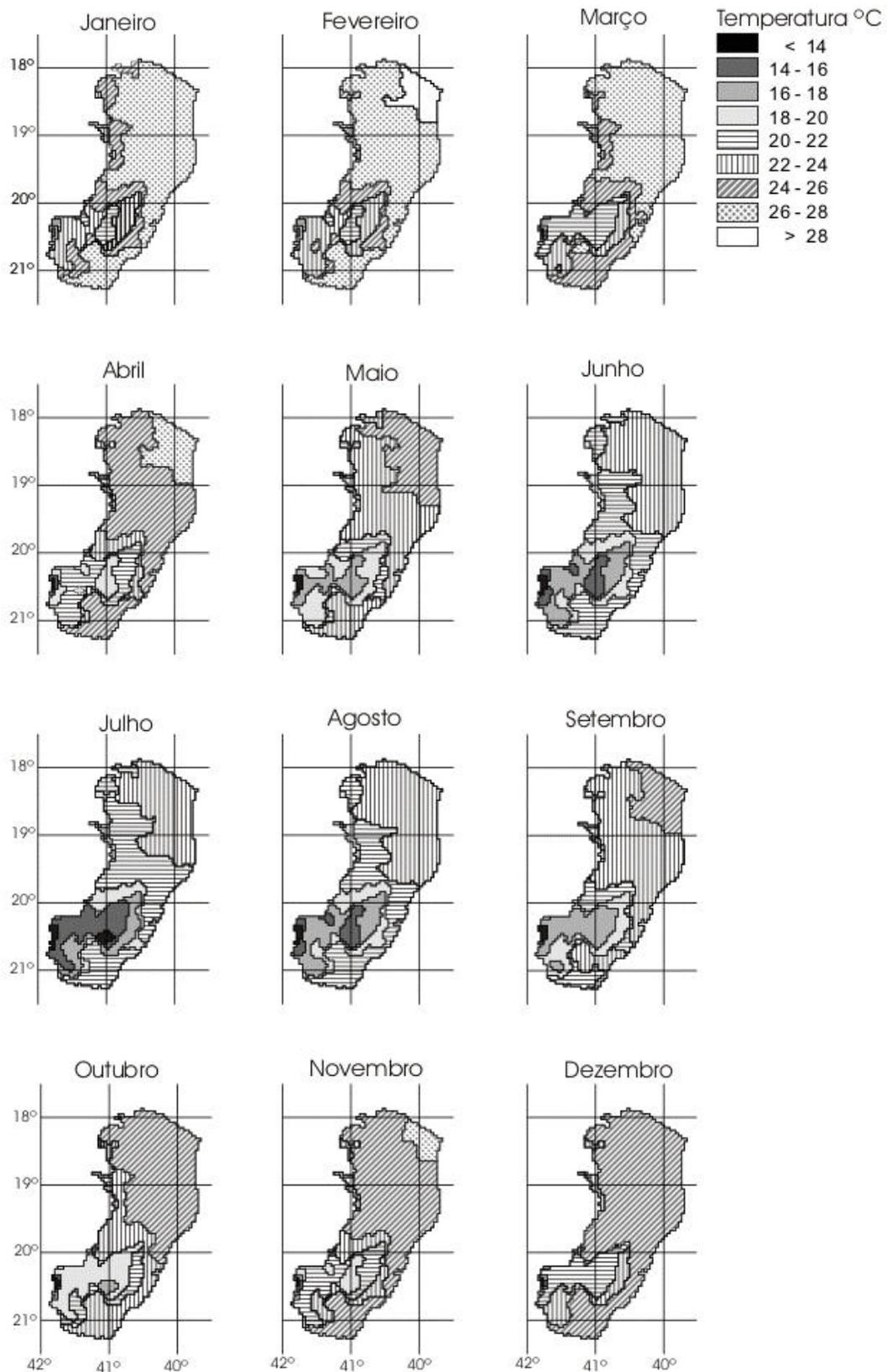


**Figura 7** - Espacialização das médias anuais das temperaturas do ar para o Estado do Espírito Santo, com o uso de modelo digital de elevação (MDE). Fonte: PEZZOPANE (2004).

Entre os meses de novembro e abril, quase todo o Norte do Estado, a região litorânea e parte da bacia hidrográfica do rio Itapemirim (Sul do Estado) apresentam temperatura média mensal acima de 24 °C. No inverno (junho, julho e agosto), nota-se o predomínio de área central com temperatura média mensal entre 16 °C e 22 °C. O mês com temperaturas mais elevadas é janeiro, com temperatura média mensal acima de 24 °C em 58% do Estado, e o mês com as menores temperaturas é julho, com menos de 16 °C para a região alta do Estado.

Os mapas de temperaturas médias mensais demonstram grande variabilidade espacial e temporal do clima no Estado (Figura 8). A região com temperaturas mais amenas coincide com a da Serra do Caparaó (região Sudoeste) e com a região Serrana Central, enquanto a porção com temperaturas mais acentuadas corresponde à região Norte do Estado.

A seca no Estado ocorre de forma cíclica ao longo de uma série histórica, ainda que os totais anuais de chuva não tenham diminuído nos últimos anos. Um fato comum, citado em todas as localidades estudadas (INCAPER, 2006), é que 1963 foi o ano em que a seca foi mais intensa. As informações históricas evidenciam que a alteração de vegetação ocorrida ao longo do tempo teve pouca influência na redução dos totais anuais de precipitação pluviométrica – seca atmosférica – que, no Estado, ocorre em função, principalmente, de fenômenos globais determinados por massas de ar originadas fora do espaço estadual e influenciadas internamente pela situação orográfica. A degradação dos recursos naturais no Estado tornou o ambiente mais sensível às adversidades climáticas – seca pedológica (INCAPER, 2006).



**Figura 8** - Médias mensais de temperatura do ar para o Estado do Espírito Santo, estimadas utilizando-se equações múltiplas lineares e modelo digital de elevação (MDE). Fonte: PEZZOPANE (2004).

Segundo o mapa de balanço hídrico (BH) simplificado (Figura 9), o Estado do Espírito Santo apresenta clima seco, com balanço hídrico negativo que varia de -50 a -550 mm por ano, em cerca de 70% de sua área, concentrando-se nas regiões Norte e Noroeste. No entanto, a região Sul também possui algumas áreas tão secas quanto as regiões citadas. O restante do Estado (32%) apresenta clima chuvoso, com balanço hídrico positivo que varia de +50 a +1000 mm, representado na região Serrana e Centro-sul, em altitudes normalmente superiores a 400m (IEMA, 2007).

A metodologia utilizada para a elaboração do mapa hídrico, levou em conta a média da série histórica de precipitação anual de vários locais, com no mínimo 20 anos de dados (IEMA, 2007). Desta forma, pode tanto ocorrer anos secos na região com balanço hídrico positivo, quanto anos chuvosos em regiões com balanço hídrico negativo. No entanto, quanto maior o déficit hídrico, maior será a probabilidade ou grau de risco de ocorrência de seca.

Esses dados evidenciam limitações de uso agrícola por deficiência hídrica, nas condições naturais, nas mesorregiões Noroeste e Litoral Norte, onde predomina relevo plano a ondulado, com possibilidade do uso de moto-mecanização.

Quanto as componentes do clima os seguintes pesos foram estabelecidos para avaliação do potencial das áreas para a cultura do gengibre no Estado do Espírito Santo:

? **Peso 1:** Inapta ao cultivo do gengibre por condições térmicas e disponibilidade de chuvas: *Ta* menor que 16°C e maior que 25°C; precipitação inferior a 1500 mm anuais com BH menor que -100 mm.

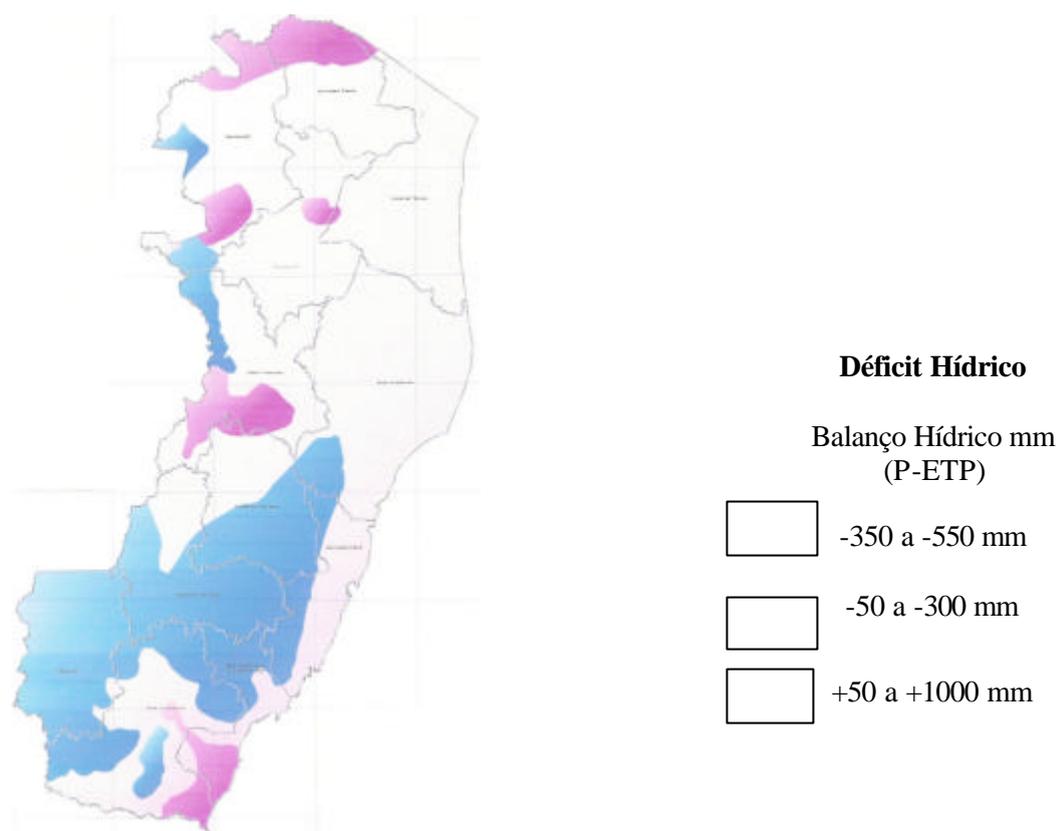
? **Peso 2:** Restrita ao cultivo do gengibre por condições climáticas de: temperatura média anual de 16 a 18°C e de 23 a 25°C; precipitação variando de 1500 a 2000 mm anuais com BH variando de -100 a zero (0) mm.

? **Peso 3:** Apto ao cultivo do gengibre, condições climáticas satisfatórias. A temperatura média anual varia entre 19 e 22°C; com precipitação igual ou superior a 2000 mm anuais bem distribuídos, principalmente na época do plantio até o início da formação de novos rizomas, e com balanço hídrico (BH) positivo.

Ainda que na Baixada Litorânea ocorram menos valores de precipitação média anual e maiores médias de temperaturas máximas anuais, o componente clima não seria forte limitante para a cultura do gengibre na maior parte do Estado do Espírito Santo. Entretanto, o desmatamento indiscriminado da Mata Atlântica, com posterior conversão de uso do solo para lavouras, pastagens ou plantios de florestas homogêneas, sem alocação adequada dos cultivos ou o uso de práticas conservacionistas eficientes, tem causado degradação dos solos, refletindo negativamente na quantidade e qualidade da água.

### **c) Vegetação primária e cobertura florestal atual**

Conforme SIQUEIRA et al. (2004) a vegetação primária no Espírito Santo é representada por cinco tipos diferentes de formações: a floresta ombrófila densa, a floresta estacional semidecidual, a floresta ombrófila aberta, as áreas com influência fluvial ou flúvio-marinha (florestas de várzea, campos e mangues) e áreas com influência marinha (restingas, cordões litorâneos e dunas). O Espírito Santo possui grande parte de seu espaço territorial dentro da região de domínio da Mata Atlântica, a qual, originalmente, correspondia a 90% da área do Estado (KILL, 1976).



**Figura 9** - Mapa de balanço hídrico por microrregiões administrativas no Espírito Santo. P= precipitação; ETP= evapotranspiração. Fonte: IEMA, 2007

A cobertura vegetal atual compreende as tipologias naturais e plantios florestais homogêneos. Em mapeamento recente da cobertura vegetal (IPEMA, 2005) pode ser observado que o Estado do Espírito Santo possui 30,28% de remanescentes florestais em relação à área estadual, ou seja, 1.398.435 ha. Esse percentual é bem maior que o publicado por essa mesma instituição, em 1990, que era de 8,5% de cobertura natural. Essa diferença foi explicada por terem sido incluídos no levantamento fitossociológico os remanescentes florestais de formações arbóreas primárias, com pouca alteração ou essencialmente recuperadas, bem como formações secundárias em estágio médio e avançado de regeneração. Ainda, o uso de tecnologias de mapeamento mais avançadas, com inovação na interpretação visual digital de imagens de satélite em escala detalhada, permitiu a melhor identificação de fragmentos florestais, desflorestamentos ou áreas em regeneração acima de 10 ha. No levantamento anterior, apenas as áreas acima de 25 ha eram possíveis de serem mapeadas.

Com incentivos fiscais federais, os plantios florestais homogêneos de eucalipto foram amplamente disseminados no Espírito Santo, entre 1967 e 1986, com a implantação de um importante pólo industrial de celulose. Outros mecanismos também contribuíram, de forma menos intensa, para a ampliação das florestas plantadas no Estado, a exemplo dos programas estaduais de extensão florestal e os programas de fomento florestal realizados por empresas privadas. Em 1975 existiam cerca de 100 mil hectares com plantios florestais homogêneos no Espírito Santo, representando 2,1% da área total do Estado. Esta área quase dobrou em 20 anos e, em 1995, passou a mais de 172 mil hectares. No período compreendido entre os anos de 1975 e 1995, houve um crescimento médio anual na área reflorestada do Estado da ordem de 2,9% (SEAG, 2006). Após 1995, a área de plantios florestais vem mantendo-se constante

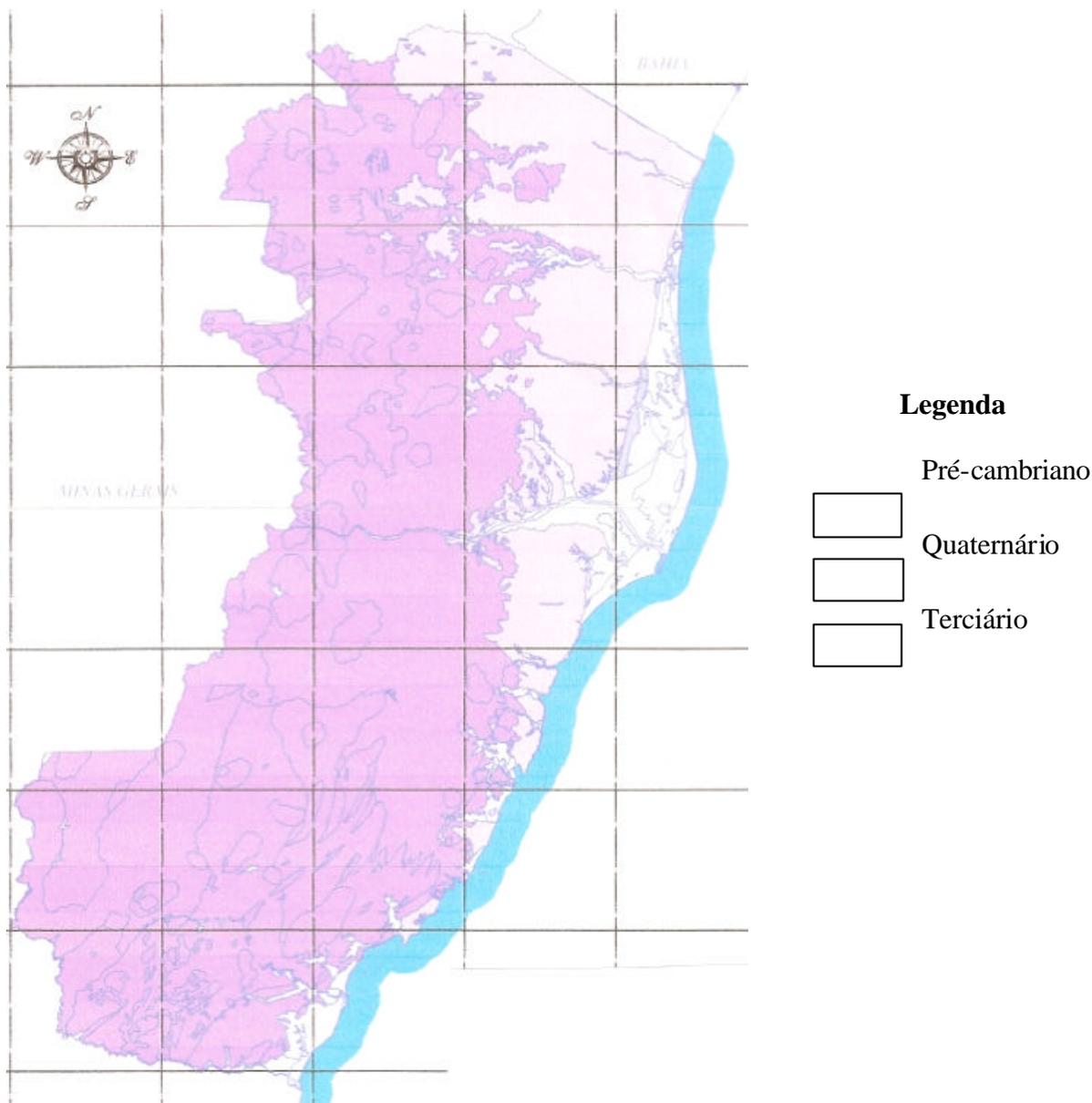
no Espírito Santo e a área de florestas plantadas, em 2006, corresponde a cerca de 189.600 ha ou 4,1% da área total estadual. As principais empresas florestais no Estado são: Aracruz Celulose, Florestas Rio Doce, Suzano Bahia Sul, CIPRU e CAF, que juntas detêm 75% da área plantada (SEAG, 2006).

Mesmo com toda a degradação da Mata Atlântica, os remanescentes florestais do Estado do Espírito Santo apresentam uma elevada biodiversidade. Segundo estudos realizados no município de Santa Teresa, foram encontradas cerca de 550 espécies vegetais por hectare numa unidade de conservação (IPEMA, 2005).

A manutenção desses remanescentes florestais representa talvez a mais importante ação pública no âmbito da preservação de recursos naturais, que possibilita a preservação de amostras de diferentes ecossistemas da Mata Atlântica e o cumprimento de uma seleta função reservada a essas unidades, seja no campo ambiental, científico, cultural e recreativo, ou, ainda, como elo de ligação com o ecoturismo e a conscientização da sociedade. Neste sentido, o cultivo de gengibre, em pequenas áreas e no modelo de agricultura familiar na região Serrana do Espírito Santo, é uma forma efetiva de conciliar produção rentável com preservação dos recursos naturais.

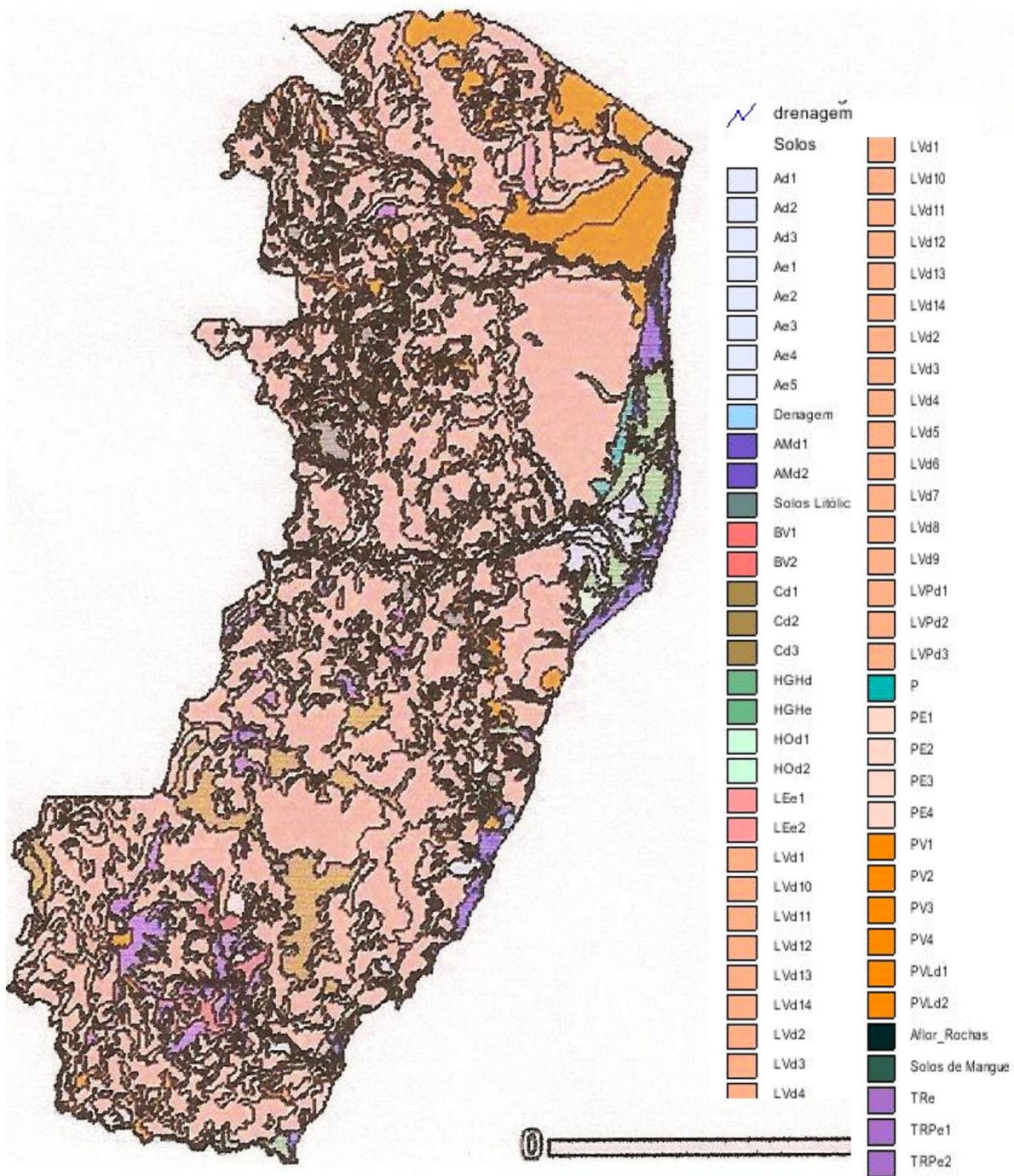
#### **d) Aspectos geológicos e solos**

O Espírito Santo possui 3 macro-regiões distintas quanto aos materiais formadores de solo: a região dos Tabuleiros Costeiras, constituída por sedimentos da Formação Barreiras do Terciário; a região Litorânea, formada por sedimentos de origem fluvial, deltaicos e marinha de idade Quaternária, do Holoceno; e a Área Elevada do Interior ou das Serras, formada, principalmente, por materiais de origem rochosos do Pré-cambriano (Figura 10) (PERRONE, 2003).



**Figura 10** – Períodos de formação das principais feições geológicas do Espírito Santo. Fonte: IEMA, 2007.

Segundo mapa de solos do Estado, publicado pela EMBRAPA/CNPS em 1997 (Figura 11), as principais classes que ocorrem são: Argissolos e Latossolos, de maior expressão geográfica, Cambissolos, Nitossolos, Neossolos Litólicos e Neossolos Flúvicos, Gleissolos e, com menor expressão, Organossolos, Planossolos e Neossolos Quartzarênicos.



**Figura 11** – Mapa de solos do Estado do Espírito Santo. Fonte: EMBRAPA/CNPS (1997)

Quanto a componente solo os seguintes pesos foram estabelecidos para avaliação do potencial das áreas para a cultura do gengibre no Estado do Espírito Santo:

**? Peso 1:** Áreas inaptas a cultura do gengibre por condições pedológicas. Solos mal drenados, pesados e de baixa permeabilidade, rasos, salinos, com horizontes superficiais de textura arenosa ou com cascalho e pedregosidade (Gleissolos, Vertissolos, Neossolos, Organossolos, Planossolos, Plintossolos, Espodossolos, alguns Cambissolos e Chernossolos).

**-? Peso 2:** Áreas restritas a cultura do gengibre por condições pedológicas; que dependendo do grau de limitação podem tornar o cultivo pouco econômico ou de alto risco. Os solos apresentam, independentemente da classe, características morfológicas e físicas intermediárias entre aquelas correspondentes às classes de peso 1 e 3, mas com ausência de elementos tóxicos e sem encharcamento. Alguns Chernossolos, Cambissolos, Neossolos Flúvicos e Nitossolos muito argilosos se enquadram nessa categoria.

**? Peso 3:** Áreas aptas ao cultivo do gengibre, com condições pedológicas satisfatórias. Solos de textura média, profundos e permeáveis, que não apresentam limitações severas de fertilidade e são de fácil mecanização em função de elevada friabilidade ou desenvolvimento adequado de estrutura (predominam as classes de Latossolos, Argissolos e alguns Nitossolos).

#### 4.1.3 Área rural

Segundo IEMA (2006), para o Estado do Espírito Santo, a pequena propriedade rural ou posse rural familiar é aquela de área igual ou inferior a 30 ha, na qual a utilização se dá pelo trabalho do proprietário ou posseiro junto com a sua família, podendo ser admitida a ajuda eventual (de vez em quando) de um terceiro (amigo ou empregado). Pelo menos 80% da renda bruta gerada na propriedade deve vir de atividade agroflorestral ou extrativista. A agricultura emprega quase 30% da população economicamente ativa do Espírito Santo e tem como principal esteio às propriedades de base familiar (GOEES, 2005).

Segundo dados do IBGE, por ocasião do censo de 1995/96, o número de estabelecimentos rurais era de 80.052 propriedades (Tabela 2); destes, cerca de 70% seriam considerados como de agricultura familiar em função da área da propriedade rural. No entanto, esta categoria ocupa uma área geográfica de menos de 27,81% das terras agrícolas disponíveis. Ainda que, segundo SEAG (2006), os agricultores familiares contribuem com 40% do valor bruto de produção agrícola capixaba.

**Tabela 2** - Censo agropecuário 1995-1996 do Estado do Espírito Santo. Fonte IBGE.

Grupo de áreas (ha)	Nº de estabelecimentos	Área (ha)	% área por grupo de estabelecimento	% de área acumulada
0 a 10	23492	120.192	3,45	3,45
10 a 20	15456	224.620	6,44	9,88
<b>20 a 50</b>	19756	625.374	17,93	<b>27,81</b>
50 a 100	8197	565.644	16,21	44,02
100 a 500	7314	1.097.465	31,46	75,48
500 a 1.000	5635	316.343	9,07	84,55
1.000 a 10.000	197	374.479	10,73	95,28
10.000 ou +	5	164.607	4,72	100
<b>TOTAL</b>	<b>80.052</b>	<b>3.488.724</b>	<b>100,0</b>	-

A Tabela 2 mostra que, em 1995-1996, apenas 0,25% dos estabelecimentos eram de propriedades com mais de 1000 ha, detendo 15,45% ou 539.086 ha de terras agricultáveis no Estado. Conclui-se, assim, que há um predomínio numérico absoluto das pequenas e médias propriedades no Espírito Santo, refletindo-se na expressão da agricultura familiar.

#### 4.1.4 Classes de potencial agrícola das terras

Mesmo dispondo de informações sobre as principais características fisiográficas do Espírito Santo, das necessidades fisiológicas da planta do gengibre e da existência de programas para integração de dados através de SIG, não foi possível realizar, neste estudo, o zoneamento da cultura. A criação de mapas de zoneamento edafoclimático para o gengibre não foi possível pela falta de bases cartográficas adequadas e georreferenciadas, com dados em formato digital compatível para aplicação de SIG das características relacionadas no estudo (relevo, clima, solos).

No entanto, a partir da avaliação dos temas relevantes para o estabelecimento do potencial das terras para o gengibre foi elaborada a Tabelas 3, que resume as variáveis utilizadas no estudo (relevo, clima e solos), com os pesos atribuídos em função das características das áreas e respectivas classes, e a Tabela 4 um resumo das classes de potencial agrícola resultantes da soma (saldo) dos resultados (Pesos) estipulados para cada característica ambiental citada. Com essas informações e dispondo das bases necessárias será fácil realizar o zoneamento para a cultura no Espírito Santo.

**Tabela 3** - Síntese das características utilizadas para determinação dos pesos nas respectivas variáveis e classes de potencial agrícola das terras para o gengibre.

Classes	Variável	Peso	Características das áreas
<b>Apto</b>	Relevo	3	- Declividade de 0 a 8%, baixa suscetibilidade a erosão e rendimento do trator superior a 75 %;
	Temperatura	3	- <i>Ta</i> entre 19 e 22°C;
	Precipitação	3	- Precipitação anual igual ou superior a 2000 mm, bem distribuídos, e balanço hídrico positivo;
	Solos	3	- Solos de textura média, profundos e permeáveis, sem limitações relevantes de fertilidade e de fácil mecanização (Latossolos, Argissolos e alguns Nitossolos);
<b>Restrito</b>	Relevo	2	- Declividade de 8% a 20%, suscetibilidade moderada à erosão e rendimento do trator superior de 50 a 75%;
	Temperatura	2	- <i>Ta</i> de 16 a 18°C e de 23 a 25°C;
	Precipitação	2	- Precipitação anual de 1500 a 2000 mm e balanço hídrico variando de -100 a zero (0) mm;
	Solos	2	- Características edáficas intermediárias ente as classes de peso 1 e 3, livres de elementos tóxicos e sem encharcamento;
<b>Inapto</b>	Relevo	1	- Declividade local superior a 20%, alta suscetibilidade à erosão e rendimento do trator inferior a 50%;
	Temperatura	1	- <i>Ta</i> menor que 16°C e maior que 25°C;
	Precipitação	1	- Precipitação anual inferior a 1500 mm e balanço hídrico inferior a -100 mm;
	Solos	1	- Mal drenados, pesados e de baixa permeabilidade, rasos, salinos, com horizontes superficiais de textura arenosa ou com cascalho e pedregosidade (Gleissolos, Vertissolos, Neossolos, Organossolos, Planossolos, Plintossolos, Espodossolos, alguns Cambissolos e Chernossolos);

**Tabela 4** - Classes de potencial agrícola para o gengibre, obtidas através da soma (saldo) dos resultados (Pesos) estipulados em cada característica ambiental.

Classe	Saldo (soma dos pesos)
Apto	9 a 12
Restrito	5 a 8
Inapto	1 a 4

#### 4.1.5 Aplicação do sistema para identificação das classes de potencial agrícola das terras para o gengibre na área experimental

Através da atribuição dos pesos relacionados às variáveis: relevo, temperatura, precipitação e solos proposto neste capítulo, realizou-se a classificação do potencial agrícola para o gengibre na área experimental descrita no Capítulo I.

O resultado da soma dos pesos atribuídos às variáveis analisadas foi igual a 10, classificando-se, portanto como **Apto** (soma dos pesos variando de 9 a 12) quanto ao potencial agrícola das terras para a cultura do gengibre (Tabela 5). A temperatura juntamente com a precipitação foram as variáveis que mais limitaram o uso do solo, atribuindo para tal, peso 2 (restrito). O relevo e solo não apresentaram limitação, portanto foi atribuído o peso 3.

**Tabela 5** - Determinação da classe do potencial agrícola para a cultura do gengibre na área experimental (Capítulo I), Santa Maria de Jetibá, ES.

Variável	Peso	Característica
Relevo	3	- No local, declividade de 0 a 8%, baixa suscetibilidade a erosão e rendimento do trator superior a 75 %;
Temperatura	2	- $T_a$ de 16 a 18°C e de 23 a 25°C;
Precipitação	2	- Precipitação anual de 1500 a 2000 mm e balanço hídrico variando de -100 a zero (0) mm;
Solos	3	- Solos de textura média, profundos e permeáveis, sem limitações relevantes de fertilidade e de fácil mecanização (Latosolos, Argissolos e alguns Nitossolos);

#### 4.2 Sistema de Avaliação da Aptidão das Terras para o Gengibre no Espírito Santo

O sistema foi desenvolvido de acordo com os conceitos e princípios do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras – SAAAT (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995). Como fatores limitantes de solo e paisagem para o sistema de produção do gengibre no território capixaba, foram selecionados os seguintes: fertilidade do solo (f), textura do solo (t), deficiência (de  $O_2$ ) pela drenagem (d), deficiência de água (a), suscetibilidade a erosão, e (e) deficiência de mecanização (m).

Devido à demanda permanente de mão-de-obra para práticas culturais durante todo o seu ciclo vegetativo, a lavoura do gengibre torna-se talhada para a agricultura familiar, cujos trabalhadores, ao residirem na propriedade, podem manejar a cultura com a atenção e dedicação necessárias, sendo, portanto esse tipo de agricultura um fator indispensável para o êxito da lavoura. Portanto, considerou-se no desenvolvimento do sistema que o gengibre seja implantado somente por esse grupo de produtores.

Em função do perfil diferenciado dos produtores dessa cultura, foi adotado um único nível de manejo, diferente de RAMALHO FILHO & BEEK (1995), que trabalharam com três níveis (agricultor de nível A, B e C). O produtor rural que cultiva gengibre no Espírito Santo, ainda que possa ter essencialmente mão de obra familiar e, na grande maioria, é considerado

como tal, adota práticas que exigem conhecimento e investimento, portanto, pode ser definido como de nível de manejo C.

#### 4.2.1 Fatores e graus de limitação da aptidão das terras para o gengibre

O fator fertilidade do solo (f), que no SAAAT é um dos mais importantes fatores limitantes, principalmente para agricultores de nível de manejo A e B, mesmo sendo considerado como limitante na cultura do gengibre, teve diminuído sua importância visto que o nível de manejo adotado possibilita a correção das deficiências. Exceção para os ambientes onde as deficiências de fertilidade estão relacionadas à salinidade, sodicidade ou tiomorfismo.

A textura (t) assume papel importante na limitação do solo, visto que a cultura necessita de terrenos leves, que possibilitem o melhor desenvolvimento do rizoma e não interfiram na qualidade do mesmo, assim como facilitem práticas como a amontoa. No entanto, os solos com teores elevados de areia (arenosos) dificultam a retenção de água e propiciam o aparecimento de pragas de solo.

Fatores como drenagem (d), deficiência de água (a) e erosão (e) são avaliados nas condições em que se encontram as terras no momento de sua observação, sem a intervenção através de instalação de drenos, sistemas de irrigação ou práticas conservacionistas como terraços, respectivamente.

Já o fator mecanização (m), está intimamente relacionado com as características físicas do solo, assim como a posição deste na paisagem.

Os fatores limitantes, assim como seus respectivos graus, são descritos a seguir e resumidos na Tabela 5, na forma de quadro guia de avaliação. Foram utilizados como referência alguns dos conceitos de RAMALHO FILHO & BEEK (1995), com adaptações para as necessidades da cultura e as peculiaridades do seu manejo.

##### Deficiência de fertilidade (f):

- **Nulo (N)** - Terras que possuem elevadas reservas de nutrientes para as plantas, sem apresentar toxidez por sais solúveis, sódio trocável ou outros elementos prejudiciais ao desenvolvimento das plantas. Praticamente não respondem a adubação e apresentam ótimos rendimentos durante muitos anos. Solos pertencentes a este grau apresentam, ao longo do perfil mais de 50% de saturação por bases; soma de bases acima de  $6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de solo; livres de alumínio trocável ( $\text{Al}^{+++}$ ) na camada arável e condutividade elétrica menor que  $4 \text{ dS/m}$  a  $25^\circ\text{C}$ .
- **Ligeiro (L)** - Terras com boa reserva de nutrientes para as plantas, sem a presença de toxidez por excesso de sais solúveis ou sódio trocável, com saturação por bases inferior a 50%, saturação por alumínio menor que 30% e soma de bases trocáveis sempre acima de  $3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de T.F.S.A; a condutividade elétrica do extrato de saturação deve ser menor que  $4 \text{ dS/m}$  a  $25^\circ\text{C}$  e saturação com sódio inferior a 6%. Terras com essas características têm capacidade de manter boas colheitas durante vários anos, com pequena exigência de fertilizantes para manter o seu estado nutricional.
- **Moderado (M)** - Terras com reservas limitadas de um ou mais elementos nutrientes, podendo conter sais tóxicos capazes de afetar o maior potencial da cultura. Caracterizado pela baixa soma de bases trocáveis, condutividade elétrica no solo pode situar-se entre 4 e  $10 \text{ dS/m}$  a  $25^\circ\text{C}$  e a saturação com sódio entre 8 e 20%. Essas características refletem negativamente na produtividade da cultura, tornando-se necessário a aplicação de fertilizantes e corretivos antes e durante o cultivo.
- **Forte (F)** - Terras mal providas de nutrientes, com remotas possibilidades de serem exploradas pela cultura do gengibre. Podem ocorrer, nessas terras, grandes quantidades

de sais solúveis, incluindo terras em que a condutividade elétrica é maior que 10 dS/m a 25°C, compreendendo também os solos salinos, sódicos e tiomórficos.

#### **Deficiência por textura (t):**

A textura do solo refere-se à proporção relativa em que se encontram, em determinada massa de solo, os diferentes tamanhos de partículas. Refere-se, especificamente, às proporções relativas das partículas ou frações de areia, silte e argila na terra fina seca ao ar (TFSA) (EMBRAPA, 2006). É a propriedade física do solo que menos sofre alteração ao longo do tempo. Os teores de areia, silte e argila no solo influem diretamente no ponto de aderência aos implementos de preparo do solo e plantio, facilitando ou dificultando o trabalho das máquinas. Influenciam também no desenvolvimento dos rizomas interferindo na sua qualidade quando muito arenoso ou muito argiloso. Portanto são propostos os seguintes graus:

- **Nulo (N)** – Terras com teor de areia entre 45 e 60% e o de argila entre 15 e 25%; são permeáveis, leves, e de médio teor de matéria orgânica. Normalmente, apresenta boa drenagem, média capacidade de retenção de água e índice médio de erodibilidade.
- **Ligeiro (L)** – Terras com teores de argila entre 25 e 40% e o de areia inferior a 45%; são permeáveis, leves, têm média capacidade de retenção de água e médio teor de matéria orgânica. Normalmente, apresenta boa drenagem, boa capacidade de retenção de água e índice médio de erodibilidade.
- **Moderado (M)** – Terras com teores de areia superiores a 60% e o de argila inferior a 15%; são permeáveis, leves, de baixa capacidade de retenção de água e de baixo teor de matéria orgânica. Altamente susceptíveis à erosão, necessitando de cuidados especiais na reposição de matéria orgânica, no preparo do solo e nas práticas conservacionistas. Alta taxa de infiltração de água no solo e, conseqüentemente, elevadas perdas por percolação. Dificulta operações de máquinas e implementos agrícolas.
- **Forte (F)** - Terras com teores de argila superiores a 40%. Possuem baixa permeabilidade e alta capacidade de retenção de água. Esses solos apresentam maior força de coesão entre as partículas, o que além de dificultar a penetração, facilita a aderência do solo aos implementos, dificultando os trabalhos de mecanização e amontoa. Embora possam ser mais resistentes à erosão, são altamente susceptíveis à compactação, o que merece cuidados especiais no seu preparo, principalmente no que diz respeito ao teor de umidade e o estado de sazão, no qual o solo deve estar para seu preparo. Apresentam baixa taxa de infiltração de água no solo, especialmente quando a estrutura no horizonte superficial é maciça ou prismática e colunar.

Algumas classes de solos, como os Latossolos, podem ser classificadas como de grau ligeiro ou moderado quanto à deficiência por textura mesmo que a textura seja argilosa, desde que a estrutura na camada superficial seja do tipo granular forte ou moderada.

#### **Deficiência de água (a):**

Para o fator deficiência de água foram considerados aspectos de necessidade de água da cultura sem intervenção de sistemas de irrigação, identificados abaixo:

- **Nulo (N)** - Terras em que não há falta de água para o desenvolvimento da cultura em nenhuma época do ano, precipitação média superior a 2000 mm anuais. Terras com boa drenagem interna ou livre da estação seca, bem como aquelas com lençol freático elevado, típicas de várzeas, devem estar incluídas neste grau de limitação.
- **Ligeiro (L)** - Terras em que ocorre uma deficiência de água pouco acentuada, durante um período de 1 a 2 meses por ano, limitando mesmo que sensivelmente o desenvolvimento da cultura, precipitação média entre 1800 a 2000 mm anuais. Não deve ocorrer, em áreas

com esse grau de limitação, irregularidade na distribuição das chuvas, ao longo do ciclo da cultura.

- **Moderado (M)** - Terras nas quais ocorre uma acentuada deficiência de água para a cultura durante um período de 2 a 4 meses, precipitação média de 1500 a 1800 mm anuais. Nesta categoria o desenvolvimento da lavoura é bastante afetado.
- **Forte (F)** - Terras com uma forte deficiência de água, com um período seco superior a 4 meses. Precipitação média inferior a 1400 mm anuais com muita irregularidade na sua distribuição ao longo do ano. Nesta categoria está implícita a eliminação de qualquer possibilidade de desenvolvimento comercial da cultura do gengibre.

#### **Deficiência pela drenagem (d):**

Para o fator deficiência pela drenagem foram consideradas: a drenagem interna do perfil, a altura do lençol freático, riscos de inundação e propriedades morfológicas como textura e estrutura, entre outras.

- **Nulo (N)** - Terras com classe de drenagem boa ou superior, apresentando boa percolação de água no perfil e ótimas condições de aeração para desenvolvimento da cultura.
- **Ligeiro (L)** – Terras moderadamente drenadas, com lençol freático a cerca de 1,5m de profundidade, ou combinação de textura e estrutura que reduzam ligeiramente a permeabilidade ao ar.
- **Moderado (M)** - Terras imperfeitamente drenadas, com lençol freático de 1,0 a 1,5m de profundidade, ou com riscos eventuais de inundação no período chuvoso, ou com moderada aeração em função da presença de camadas impermeáveis ou fortes diferenças de textura em profundidade no perfil.
- **Forte (F)** - Terras de classes mal e muito mal drenadas (alagadas ou freqüentemente inundáveis), não tendo aptidão alguma para estabelecimento da cultura do gengibre.

#### **Susceptibilidade à erosão (e):**

Tendo em vista o pequeno tamanho das propriedades e as áreas utilizadas para a produção do gengibre no Espírito Santo, para avaliação de classe de declive consideramos o relevo local das áreas produtoras. Em paisagens de relevo regional forte-ondulado e montanhoso são encontradas: vertentes, sopés ou vales, de menor declive, que propiciam o cultivo do gengibre, em especial em modelos de agricultura familiar.

- **Nulo (N)** – Terras com declives até 8% (relevo local plano e suave ondulado). Quando cultivado por vários anos podem apresentar erosão ligeira, que pode ser controlada com práticas simples de manejo da cultura.
- **Ligeiro (L)** - Terras com declives entre 8 e 13% (moderadamente ondulado). Quando utilizado com lavouras por vários anos mostram normalmente uma perda de 25% ou mais do horizonte superficial, onde práticas conservacionistas simples podem reduzir esse tipo de erosão.
- **Moderado (M)** - Terras com declives entre 13 e 20% (ondulado). Esses níveis de declive podem variar para mais de 20%, quando as condições físicas forem muito favoráveis, ou para menos de 13% quando muito desfavoráveis, como é o caso de solos com horizonte B, com mudança textural abrupta. Se utilizadas fora dos princípios conservacionistas, podem apresentar sulcos e voçorocas, requerendo práticas de controle à erosão desde o início de sua utilização agrícola.
- **Moderado/Forte (M/F)** - Terras com declives entre 20 e 45% (forte ondulado). O controle da erosão depende de práticas intensivas de caráter vegetativo e mecânico. Pode

tornar a produção de gengibre antieconômica se outros fatores limitantes estiverem presentes.

- **Forte (F)** - Terras com declives maiores que 45% (montanhoso). O controle da erosão é dispendioso, podendo ser antieconômico. Não são indicadas à implantação da cultura do gengibre, também devido à dificuldade de manejo da lavoura pela forte declividade.

#### **Deficiência de mecanização (m):**

A deficiência pela mecanização refere-se às condições apresentadas pelas terras para o uso de máquinas e implementos agrícolas utilizadas no cultivo do gengibre, entre as quais se destacam: trator, microtrator, sulcadora, pulverizadores mecanizados e implementos adaptados para a colheita mecanizada, sendo a classificação assim descrita:

- **Nulo (N)** - Terras que permitem em qualquer época do ano o emprego de todos os tipos de máquinas e implementos agrícolas, de topografia plana a suave ondulada (0 a 8%) e sem impedimentos relevantes a mecanização, com rendimento do trator superior a 90%.
- **Ligeiro (L)** - Terras que permitem durante quase todo o ano o emprego da maioria das máquinas e implementos agrícolas, topografia moderadamente ondulada (8 a 13%). Pode ter menores declives quando ocorrem outras limitações, tais como: sulcos de erosão, textura muito argilosa ou muito arenosa, pedregosidade, restrição de drenagem, pequena profundidade etc. O rendimento do trator é variável de 75 a 90%.
- **Moderado (M)** - Terras que não permitem o emprego de máquinas ordinariamente durante todo o ano ou permitem somente o uso de máquinas especiais, topografia ondulada (13 a 20%). Pode ter menores declives quando ocorrem outras limitações, tais como: pedregosidade, rochividade, pequena profundidade, drenagem imperfeita, grandes sulcos de erosão, textura muito arenosa ou muito argilosa, estrutura prismática forte e mineralogia do solo dominante do tipo 2:1. O rendimento do trator varia de 50 a 75%.
- **Forte (F)** - Terras que não permitem o uso de maquinaria, caracterizados pelos declives acentuados, relevo forte ondulado a montanhoso (>20%). Ou ainda, mesmo em menores declives, a presença de impedimentos muito fortes devido a pedregosidade, rochividade, profundidade do solum, má drenagem, presença de grandes sulcos de erosão e/ou voçorocas, estrutura do solo maciça etc. O rendimento do trator é inferior a 50%.

Diante do exposto, constam no quadro guia (Tabela 6) os graus de limitação máximos que as terras podem apresentar, com relação aos seis fatores, para pertencerem a cada uma das categorias de classificação da aptidão agrícola das terras para a cultura do gengibre.

Assim, a classe de aptidão agrícola das terras para a cultura do gengibre é obtida em função do grau limitante mais intenso, referente a qualquer um dos fatores que possam influenciar o uso agrícola: deficiência de fertilidade (f), deficiência por textura (t), deficiência de água (a), deficiência de drenagem (d), suscetibilidade à erosão (e) e deficiência de mecanização (m). O grau menos limitante é o N (Nulo) e a deficiência se torna mais intensa no sentido do grau F (Forte). O fator mais limitante irá estabelecer a classe de aptidão.

A adoção dos seis fatores limitantes mencionados tem por finalidade representar as condições agrícolas das terras, no que diz respeito às suas propriedades morfológicas, físicas e químicas e suas relações com o ambiente.

**Tabela 6** - Quadro-guia<sup>1</sup> para representação das Classes de Aptidão das Terras para a cultura do gengibre, no Estado do Espírito Santo.

Classe de Aptidão	Fatores Limitantes / Graus de Limitação <sup>2</sup>					
	f	t	a	d	e	m
I- Preferencial	L	N/L	N/L	N/L	L	L
II- Regular	L/M	L	L	L	M	L/M
III - Restrita	M	M	M	M	M/F	M
IV- Inapta	F	F	F	M/F	F	F

<sup>1</sup> Adaptado de RAMALHO FILHO & BEEK (1995).

<sup>2</sup> f= fertilidade, t= textura, a= água, d = drenagem, e = erosão, m = mecanização; N= Nulo, L = ligeiro, M = moderado, F = forte, / indica grau intermediário.

#### 4.2.2 Aplicação do sistema de avaliação da aptidão das terras para o gengibre

Com base nos fatores e graus de limitação adotados no sistema de avaliação da aptidão das terras para a cultura do gengibre proposto neste capítulo, realizou-se a classificação da área experimental descrita no Capítulo I.

A classe de aptidão na área estudada com a cultura do gengibre foi Regular (Tabela 7). A fertilidade do solo juntamente com a textura da camada superficial e a deficiência de água foram os elementos que limitaram o uso do solo, sendo o grau de limitação classificado com L/M (ligeiro/moderado), L (ligeiro) e L (ligeiro) respectivamente, devido principalmente a presença de saturação por alumínio maior que 30%, a precipitação insuficiente e a textura argilosa do solo. Os demais fatores limitantes (d, e, m) não apresentaram limitações a ponto de interferir na classificação.

**Tabela 7** - Determinação da classe de aptidão para a cultura do gengibre na área experimental (Capítulo I), Santa Maria de Jetibá, ES.

Fatores Limitantes <sup>1</sup>						Classe de Aptidão	Designação
f	t	a	d	e	m		
L/M	L	L	N	N	N	Regular	Terras com aptidão regular para a cultura do gengibre

<sup>1</sup> f= fertilidade, t= textura do solo, a= água, d = drenagem, e = erosão, m = mecanização; N= Nulo, L = ligeiro, M = moderado, / indica grau intermediário

## 5 CONCLUSÕES

Os indicadores ambientais utilizados (relevo, clima, solos) permitiram uma avaliação preliminar e o estabelecimento de pesos e classes para identificação de áreas com maior potencial para a cultura de gengibre no Espírito Santo. Entretanto, para a execução de zoneamento edafoclimático são necessárias bases cartográficas adequadas e georreferenciadas, com dados em formato digital compatível para aplicação de SIG das características relacionadas no estudo.

O Sistema de Avaliação da Aptidão das Terras para a Cultura do Gengibre deve ser usado como ferramenta para determinar classes de aptidão das terras para essa lavoura no Estado do Espírito Santo e em outras áreas semelhantes, em modelo de agricultura familiar com nível de manejo C.

Para seu aperfeiçoamento devem ser consideradas condições locais dos produtores rurais, outros níveis de manejo e o ajuste dos graus de limitação. Também é necessária a identificação das classes de solos, em nível de detalhamento ou de propriedade, para as regiões onde o zoneamento mostre potencialidade para a lavoura.

Para validar o sistema são necessários dados de rendimento da lavoura e estudos sobre recomendação de práticas agrícolas para viabilidade de melhoramento das limitações apresentadas pelas terras.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, M. de J.N. Zoneamento pedoclimático para a cultura do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no Estado da Bahia. Fortaleza: Embrapa-CNPAT / Recife: Embrapa-CNPS-ERP-NE. 2001. 27p.
- ALFONSI, R.R.; PEDRO JUNIOR, M.J.; PAES DE CAMARGO, M.B.; ORTOLANI, A.A.; BRUNINI, O.; CHIAVEGATTO, O.M.D.P. Zoneamento agroclimático e probabilidade de atendimento hídrico para as culturas de soja, milho, arroz de sequeiro e feijão no Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agronômico. 1995. 8p. (Boletim Científico 37)
- AMBIENTE BRASIL. Caracterização do Estado do Espírito Santo. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/estadual/es>>, acesso em 12/01/2007.
- AMORIM NETO, M. da S.; BELTRÃO, N.E. de M.; MEDEIROS, J. da C. Indicadores edafo-climáticos para o zoneamento do algodoeiro arbóreo. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 10, 1997, Piracicaba. Anais: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia. p.369-371, 1997.
- ANJOS, L.H.C. dos; PEREIRA, M.G. Variações regionais nos níveis de manejo, tipos de uso e viabilidade de melhoramento, aplicados ao SAAAT. 2006. In: XIV Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 2006, Aracajú. Resumos e Palestras. Aracajú, SE: UFS, 2006. CD-ROM.
- BECERRA, J.A.B. Zoneamento ecológico visando pastejo de comunidades vegetais das montanhas andinas, do Parque Nacional Del Manu, Peru. 1999. 58 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- BECKER, B.K. Novos rumos da política regional: por um desenvolvimento sustentável da fronteira amazônica. In: Resumos expandidos do Simpósio Internacional “O desafio do desenvolvimento sustentável e a geografia política”. Rio de Janeiro, UFRJ / IGEO - Departamento de Geografia, p. 421-443, 1997.
- BRADY, N.C. Natureza e propriedade do solo. Rio de Janeiro: Freitas Bastos. 1989. 898p.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Proposta metodológica para estudos integrados do potencial geoambiental em escalas de semidetalhe. Brasília, Projeto Radambrasil. 1984. 16p.
- CALVI, G.P. Produção de serrapilheira, aporte de nutrientes e composição da fauna edáfica em áreas de Floresta Atlântica em Santa Maria de Jetibá. Instituto de Floresta, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (Monografia). Seropédica, Rio de Janeiro. 2006. 23p.
- CARVALHO JÚNIOR, C.; MING, L.C.; SCHEFFER, M.C. Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP. 1994. 162p.
- CAVALCANTI, A.A.L. Classificação e aptidão agrícola dos solos do campo experimental de Pacajus, Ceará, para a agricultura. EMBRAPA / CNPAT. Fortaleza, p. 9-17. 2002.
- CHAGAS, C. da S. Zoneamento agropedoclimático do Brasil. 1999. Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br/search/pesqs/proj02.html>>, acesso em 28/11/2007.
- CHAGAS, C. da S. Um método para elaboração de zoneamentos agropedoclimáticos: estudo de caso do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Passo Fundo, v.9(3): 571-580, 2001.
- CITYBRAZIL. Aspectos geográficos do Estado do Espírito Santo. Disponível em: <[www.citybrazil.com.br/es/index.htm](http://www.citybrazil.com.br/es/index.htm)>, acesso em 08/03/2007.

- DONALÍSIO, M.G.R.; SOUZA, C.J.; DUARTE, F.R. Instruções para o cultivo do gengibre. O Agrônomo, Campinas, v.32:176-180, 1980.
- EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Normas técnicas da cultura do gengibre. Litoral Catarinense e Litoral Paranaense. Florianópolis: EPAGRI/EMATER/PR/IAPAR. 1998. 26p.
- EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Zoneamento agroecológico e socioeconômico. Florianópolis - SC, 2006. Disponível em: <<http://www.epagri.rct-sc.br.htm>>, acesso em 22/01/2007.
- EMBRAPA/CNPS. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solos; 2ª ed. rev atual. Embrapa Solos, Rio de Janeiro. p. 81-173, 1997.
- EMBRAPA/CNPS. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2ª ed. rev atual. Embrapa Solos, Rio de Janeiro. 2006. 306p.
- EMBRAPA/CNPS. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Mapa de solos do Estado do Espírito Santo. Disponível em: <<http://mapserver.cnps.embrapa.br/website/pub/EspiritoSanto>>, acesso em: 22/01/2007.
- EMBRAPA. Embrapa Monitoramento por Satélite. Modelo digital de elevação do Estado do Espírito. Disponível em: <<http://www.cnpm.embrapa.br>>, acesso em 12/02/2007.
- EMBRAPA/CNPTIA. Sistemas de produção do algodoeiro. 2ª ed., versão eletrônica; Set/2006. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>, acesso em 20/01/2008.
- EMCAPA/NETUP. Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária. Zonas naturais do Espírito Santo, 1999. Disponível em: <<http://www.es.gov.br/site.htm>>, acesso em 16/01/2007.
- FONSECA, E.L. da. Zoneamento agrícola da cultura do abacaxizeiro da região do Centro-Sul do Estado de Sergipe – Relatório Parcial. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju. 2002. 163p.
- FERREIRA, A.B. de H. Novo dicionário da língua portuguesa. Rio de Janeiro. Nova Fronteira. 1986. 1486p.
- GOEES, T.; Hartung transmite cargo a Lelo Coimbra e viaja em busca de novos negócios; Reportagem da Rede de Comunicação do Governo do Espírito Santo – versão eletrônica; Disponível em: <[www.es.gov.br/site/noticias](http://www.es.gov.br/site/noticias)>, acessado em 25/01/07.
- GRIFFITH, C. Zoneamento: uma análise crítica. Revista Ambiente, São Paulo, v.3(3): 20-25, 1989.
- GUANDIQUE, M.E.G.; LIBARDI, P.L.; Balanço hídrico do solo e consumo de água para a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 1997, Piracicaba. Anais. Sociedade Brasileira de Agrometeorologia. p.638-40, 1997.
- IAPAR. Instituto Agrônomo do Paraná. Zoneamento Agrícola do Paraná. 2005. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/iapar/zonpr/index.htm>>, acesso em: 16/01/2007.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário de 1995-1996. Rio de Janeiro 1998. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/censo.htm>>, acesso em: 19/08/2006.
- IEMA. Instituto Estadual do Meio Ambiente. O que pode ser considerado como pequena propriedade rural ou posse rural familiar? Disponível em: <<http://www.iema.es.gov.br/default.htm>>, acesso em: 12/08/2006.

- IEMA. Instituto Estadual do Meio Ambiente. Mapa balanço hídrico por microrregiões administrativas no Espírito Santo e Mapa geológico do Espírito Santo. Disponível em: <<http://www.iema.es.gov.br/mapas.htm>>, acesso em: 17/01/2007.
- INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural. Caracterização pluviométrica do Espírito Santo. Disponível em: <<http://www.incaper.es.gov.br/pedeag/.htm>>, acesso em 18/10/2006.
- IPEMA. Instituto de Pesquisas da Mata Atlântica. Conservação da Mata Atlântica no Estado do Espírito Santo: Cobertura florestal e unidades de conservação (Programa Centro para conservação da Biodiversidade- Conservação Internacional do Brasil). Vitória-ES: IPEMA. 2005. 142p.
- KILL, M.A. O Estado do Espírito Santo. Vitória: Bloch Educação. 1976. p.13-15.
- LISSA, S.L. Cultura do gengibre. Curitiba: EMATER/PR, 1996. 12 p
- MARTORANO, L.G.; ANGELOCCI, L.R; VETTORAZZI C.A.; VALENTE, R. de O.A.V. Zoneamento agroecológico para a região de Ribeirão Preto utilizando um sistema de informações geográficas. Scientia Agrícola, Piracicaba, v.56(3). p. 739-747. 1999.
- MATIELLO, J.B. O café: do cultivo ao consumo. São Paulo: Globo. 1991. 320p.
- MENDES, M.O. Informações sobre o cultivo de gengibre. TECPAR, Instituto de Tecnologia do Paraná. Disponível em:< <http://sbrtv1.ibict.br/upload/sbrt963.pdf>>, acesso em 17/01/2008.
- OBERHOFER, H. Como cultivar gengibre com sucesso? Programa de Desenvolvimento Agrícola do Tirol do Sul, Itália, para o Tirol. Espírito Santo, 1998. 9p.
- PEZZOPANE, A.J.E.M.; SANTOS, E.A.; ELEUTÉRIO, M.M.; REIS, E.F. dos; SANTOS, A.R. dos. Espacialização da temperatura do ar no Estado do Espírito Santo. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 12(1): p.151-158, 2004.
- PIVELLO, V.R. Proposta de zoneamento ecológico para a reserva de cerrado Pé-de-Gigante (Santa Rita do Passa Quatro, SP). Brazilian Journal of Ecology, Rio Claro, v.2(2): 108-118, 1998.
- PURSEGLOVE, J.W. Tropical crops: Monocotyledon. USA: Longman Singapore Publishers. Pte Ltd, 1992. p. 533-540.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3ª ed. rev. Rio de Janeiro: MAARA/EMBRAPA-CNPS. 1995. 65p.
- RANIERI, V.E.L. Discussão das potencialidades e restrições do meio como subsídio para o zoneamento ambiental: o caso do município de Descalvado (SP). 2000. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Hidráulica, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2000.
- REVISTA BIOTECNOLOGIA. Glossário: Aptidão agrícola das terras. Disponível em : <<http://www.biotecnologia.com.br/bioglossario/a.asp.htm>>, acesso em 14/02/2007.
- ROSSETI, L.A. Zoneamento agrícola em aplicações de crédito e seguridade rural no Brasil: aspectos atuariais e de política agrícola. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Passo Fundo, v.9(3): 386-399, 2001.
- SÁNCHEZ, R. O. Bases para o ordenamento ecológico-paisagístico do meio rural e florestal: zoneamento agroecológico. Cuiabá: Fundação de Pesquisas Cândido Rondon, 1991. 150p.
- SÁNCHEZ, R. O. Zoneamento agroecológico Estado de Mato Grosso. Cuiabá: Fundação de Pesquisas Marechal Cândido Rondon, p. 16-22, 1992.
- SÁNCHEZ, R. O.; SILVA, T.C. da. Zoneamento ambiental: uma estratégia de ordenamento da paisagem. Cadernos de Geociências, Rio de Janeiro, v.14, abr./jun. p. 47-53, 1995.

SEAG. Secretaria do Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura, Pesca. Agricultura familiar do Espírito Santo. Histórico da silvicultura no ES. Disponível em <<http://www.seag.es.gov.br>>, acesso em 14/07/2006.

SEAG. Secretaria do Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura, Pesca. O Estado é o maior produtor e exportador de gengibre. Disponível em <<http://www.seag.es.gov.br>>, acesso em 14/07/2007.

SILVA, J. dos S. da. Zoneamento para planejamento ambiental: vantagens e restrições de métodos e técnicas. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v.21(2), maio/ago. p.221-263, 2004.

SIQUEIRA, J. D. P.; LISBOA, R. S.; FERREIRA, A. M.; SOUZA, M.F.R. de; ARAÚJO, E. de; LISBÃO JUNIOR, L.; SIQUEIRA, M. de M. Estudo ambiental para os programas de fomento florestal da Aracruz Celulose S. A. e extensão florestal do governo do Estado do Espírito Santo. Rev. Floresta, Edição Especial, nov/2004. p. 3-67. 2004.

SOUZA, W. de. Planejamento da rede viária e zoneamento em unidades de conservação, empregando um sistema de informações geográficas. 1990. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 1990.

TAVEIRA MAGALHÃES, M. Gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) Brasileiro: aspectos gerais, óleo essencial e oleoresina. Parte 1 - aspectos gerais, óleo essencial. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.17(1): 64-69. 1997.

## CONCLUSÕES GERAIS

Os resultados obtidos quanto à marcha de absorção dos nutrientes N, P e K, ao longo do ciclo da cultura, além de informações referentes à resposta do gengibre sob diferentes doses de P indicaram que:

- As plantas de gengibre apresentaram crescimento contínuo até os 180 dias após o plantio e a fase do ciclo da planta onde houve maior absorção de nutrientes (N, P e K) foi na floração (aos 240 DAP). Ao longo do ciclo da lavoura, observou-se acúmulo exponencial dos nutrientes N, K e, em menor expressão, o P, no período de 150 a 180 DAP. A maior parte do acúmulo se deu no rizoma.
- O rendimento da produção de rizomas mostrou incremento positivo e significativo com a aplicação de P para a dose de 240 kg  $P_2O_5$  ha<sup>-1</sup>, quando alcançou a produtividade de 22,7 Mg de rizoma por hectare. A aplicação dessa dosagem de P no plantio apresentou resultados positivos no rendimento, na qualidade dos rizomas e economicamente, sendo, portanto recomendada como ideal para o plantio do gengibre, em modelo de agricultura familiar, nas condições ambientais da região Serrana do Espírito Santo.
- Quanto à proposta de avaliação das terras do Espírito Santo para a cultura do gengibre, os indicadores ambientais utilizados (relevo, clima, solos) permitiram uma avaliação preliminar e o estabelecimento de pesos e classes para identificação de áreas com maior potencial para a cultura no Estado. O Sistema de Avaliação da Aptidão das Terras para a Cultura do Gengibre deve ser usado como ferramenta para determinar classes de aptidão das terras para essa lavoura no Espírito Santo e em outras áreas semelhantes, em modelo de agricultura familiar com nível de manejo C.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sugere-se quanto ao estudo relacionado à marcha de absorção dos nutrientes NPK pela cultura do gengibre, novos experimentos em outras regiões do Espírito Santo, assim como no Brasil. Isso permitiria estabelecer uma curva de absorção padrão para a cultura, conduzindo assim a uma recomendação de nutrientes com base científica e, portanto, mais precisa que as adotadas nas várias regiões produtoras. Novos estudos podem ser desenvolvidos para avaliar outras doses de fósforo, assim como outros nutrientes para essa cultura (S, Ca, Mg etc).

Demonstrada a importância da cultura do gengibre na agricultura familiar capixaba, notou-se que, juntamente com a nutrição das plantas, estudos voltados à comercialização do gengibre tornam-se necessários, pois esses são os principais entraves ao desenvolvimento da cultura no Estado e para o modelo de agricultura.

O método proposto do Sistema de Avaliação da Aptidão das Terras para a Cultura do Gengibre no Estado do Espírito Santo deve ser testado em outras áreas de produção, para que seja submetido a críticas e sugestões visando seu aprimoramento. Assim como, espera-se que estudos futuros possam concretizar o mapa de zoneamento edafoclimático da cultura do gengibre no Estado.

Para integrar as propostas de zoneamento e aptidão agrícola das áreas com potencial para essa cultura em todo o Estado, são necessários mapas detalhados e georreferenciados de solos (com análises físicas, químicas e classificação dos perfis), relevo e declividade dos terrenos e clima (temperatura, precipitação e balanço hídrico) para todo o território capixaba. Esses trabalhos podem contribuir para a expansão da cultura do gengibre, bem como no auxílio às políticas públicas de desenvolvimento agrícola e suporte ao produtor de base familiar no Espírito Santo.

Comparando as propostas de zoneamento e a do sistema de aptidão agrícola, o primeiro requer o domínio de técnicas de elaboração e interpretação de dados e mapas cartográficos, consideravelmente complexos para o nível de produtor, além da demanda territorial de informações, portanto, não é adequado para o uso pelos produtores rurais. Já o método proposto do Sistema de Avaliação da Aptidão das Terras para a Cultura do Gengibre é mais adequado para o produtor agrícola, pela possibilidade de uso de informações locais. Em contraponto, o zoneamento edafoclimático apresenta maior eficiência por órgãos gestores, como empresas de pesquisas e/ou extensão rural, as quais além de deter domínio e conhecimentos técnicos para a elaboração de mapas, já aplicam as informações apresentadas neste trabalho em escalas como as dos municípios, estados e no país.

## ANEXOS

**Tabela 1** – Análise granulométrica dos horizontes superficiais do solo da área experimental

Profundidade (cm)	Horizonte	Análise Granulométrica (g kg <sup>-1</sup> TFSE)		
		Argila Total	Areia Total	Silte
0-12	A1	380	420	200
12-26	A2	420	340	240
26-55	AB	450	340	210

**Tabela 2** – Equações de regressão e significância dos coeficientes para quantidade de massa seca nas diferentes partes da planta de gengibre

Parte da Planta	Equação	R <sup>2</sup>
MST	$y = -5,13E-07x^3 + 2,41E-04x^2 - 2,13E-02x - 5,95E-01$	0,99
MSR	$y = -4,64E-07x^3 + 2,40E-04x^2 - 2,58E-02x - 4,04E-01$	0,98
MSF	$y = -2,31E-04x^2 + 1,08E-01x - 1,26E+01$	0,90

MSR= Massa Seca Rizoma; MSF= Massa Seca Folha; MST= Massa Seca Total

**Tabela 3** – Análise de variância para a quantidade de massa seca nas diferentes partes da planta

	Fontes de Variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	Probabilidade
<b>MSR</b>	Devido a regressão	3	6,98	2,33	115,05	0,0000
	Independente	6	0,12	0,2		
<b>MSF</b>	Devido a regressão	2	9,99	4,99	31,17	0,0003
	Independente	7	1,12	1,60		
<b>MST</b>	Devido a regressão	3	7,64	2,55	238,06	0,0000
	Independente	6	6,42 E-02	1,07 E-02		

MSR= Massa Seca Rizoma; MSF= Massa Seca Folha; MST= Massa Seca Total; GL= Grau de Liberdade; F= Freqüência.

**Tabela 4**– Análise química do solo realizada antes da instalação do experimento e sem calagem.

Prof. (cm)	Resultados de análises químicas (antes da montagem do experimento)													
	Na	Ca	Mg	K	H+Al	Al	S	T	V	m	pH H <sub>2</sub> O	Corg	P	K
	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>							%				g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	
<b>0-20</b>	0,036	1,2	0,8	0,15	7,8	1,0	2,21	10,01	22	31,1	5,0	15,1	8	69

S = Soma de bases, T = capacidade de torça de cátions V= saturação por bases, m= saturação por alumínio, Corg= carbono orgânico.

**Tabela 5** - Análise química do solo realizada após a colheita final do experimento, nos quatro tratamentos para doses de P.

Doses de P (kg ha <sup>-1</sup> )	Resultados de análises químicas (após colheita do experimento) <sup>1</sup>													
	Ca	Mg	K	H+Al	Al	S	T	V	m	pH H <sub>2</sub> O	Corg	P	K	
	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>							%				g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	
0	2,5	2,0	0,12	4,5	0,34	4,65	9,14	50	7,2	5,0	5,7	14	65	
60	2,5	1,9	0,12	4,7	0,35	4,54	9,21	50	7,4	5,0	5,3	15	68	
120	2,4	1,9	0,12	4,7	0,35	4,44	9,16	50	7,4	5,0	5,4	19	65	
240	2,4	1,9	0,12	4,6	0,35	4,44	9,08	50	7,3	5,0	5,1	21	66	

<sup>1</sup> profundidade de coleta 20 cm; <sup>2</sup> S = Soma de bases, T = capacidade de troa de cátions V= saturação por bases, m= saturação por alumínio, Corg= carbono orgânico.