



REDE DE BIODIVERSIDADE E BIOTECNOLOGIA DA AMAZÔNIA LEGAL  
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DA REDE BIONORTE  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO AMAZONAS

CARLOS ALBERTO DE SOUZA JUNIOR

**MICROBIOTA ENDOFÍTICA EM FOLHAS DE BANANA PRATA (*Musa* sp.) E A  
BANANICULTURA NO ESTADO DE RORAIMA**

Manaus-Amazonas  
outubro/2018

CARLOS ALBERTO DE SOUZA JUNIOR

**MICROBIOTA ENDOFÍTICA EM FOLHAS DE BANANA PRATA (*Musa sp.*) E A  
BANANICULTURA NO ESTADO DE RORAIMA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, como exigência para a obtenção do título de doutor na área de biotecnologia.

**Área de concentração:** Biotecnologia

**Orientador:** Prof.<sup>o</sup> Dr. João Lúcio de Azevedo

**Coorientador:** Prof.<sup>o</sup> Dr. Antônio Alves de Melo Filho

Manaus-Amazonas  
outubro/2018

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade do Estado do Amazonas.**

S729m Souza Junior, Carlos Alberto de

Microbiota endofítica em folhas de banana prata (*Musa* sp.) e a bananicultura no estado de Roraima / Carlos Alberto de Souza Junior. Manaus : [s.n], 2018.

183 f.: color.; 30 cm.

Tese - Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal - REDE BIONORTE - Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2018. Inclui bibliografia

Orientador: João Lúcio de Azevedo

Coorientador: Antônio Alves de Melo Filho

1. Agricultura. 2. Bactérias e Fungos Endofíticos. 3. Banana. 4. Plantio Orgânico. 5. Amazônia do Brasil. I. João Lúcio de Azevedo (Orient.). II. Antônio Alves de Melo Filho (Coorient.). III. Universidade do Estado do Amazonas. IV. Microbiota endofítica em folhas de banana prata (*Musa* sp.) e a bananicultura no estado de Roraima

## CARLOS ALBERTO DE SOUZA JUNIOR

**“MICROBIOTA ENDOFÍTICA EM FOLHAS DE BANANA PRATA (Musa sp.)  
E A BANANICULTURA NO ESTADO DE RORAIMA”.**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal, na Universidade do Estado do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Doutor em Biotecnologia.

Orientador (a): **Prof. Dr. João Lúcio de Azevedo**

Co -orientador(a): **Prof. Dr. Antônio Alves de Melo Filho**

### Banca Examinadora:



---

**Dr. João Lúcio de Azevedo (Esalq-USP)**  
**Orientador – Presidente da banca**



---

**Dr. Habel Nasser Rocha da Costa (UFRR)**  
**Membro**



---

**Dra. Josimara Cristina de Carvalho Oliveira (UERR)**  
**Membro**



---

**Dr. André Camargo de Oliveira (UERR)**  
**Membro**



---

**Dra. Rita de Cássia Pompeu de Sousa (EMBRAPA)**  
**Membro**

**MANAUS –AMAZONAS**  
**Outubro/2018**

À Deus

“Por mais uma graça concedida”

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela oportunidade concebida, conhecimento e energia.

A minha Mãe Kátia Betânia Costa Carvalho, Pai, Carlos Alberto de Souza, Irmã, Roberta Cristina Carvalho de Souza, cunhado, Daniel Uchôa Carvalho, tio, André Paulino Costa Carvalho e namorada, Vanuza Martins Lara pelo incentivo e apoio durante a realização deste trabalho e compreensão dos muitos momentos de minha ausência.

Ao Prof. Dr. João Lúcio de Azevedo, pelo respeito e dedicação no acompanhamento do trabalho de tese.

Ao Prof. Dr. Antônio Alves de Melo Filho, pela orientação, conhecimentos compartilhados e pela amizade.

Ao meu amigo Irailton Oliveira dos Santos, pela amizade e incentivo ao longo dos anos.

Ao proprietário do sítio São Pedro o senhor Gevaldir Gregoratto pela disponibilidade dos recursos para a elaboração deste estudo.

Ao Rafael Gregoratto, pela motivação e disposição em contribuir com informações para o trabalho.

Ao Prof. MSc. Francisco dos Santos Panero, pela força e apoio dado ao longo deste trabalho.

A toda a equipe do laboratório de genética da Esalq/USP pelo companheirismo e apoio.

A todos os amigos que auxiliaram de alguma forma na conclusão deste trabalho o meu muito obrigado.

## RESUMO

### MICROBIOTA ENDOFÍTICA EM FOLHAS DE BANANA PRATA (*Musa sp.*) E A BANANICULTURA NO ESTADO DE RORAIMA

Dentre as frutas cultivadas em larga escala no Brasil e no mundo as bananas pertencentes as espécies de *Musa sp.* destacam-se por seu valor nutricional e econômico. No Brasil a bananeira é cultivada em todas as regiões do país sendo a região Norte a que apresenta a menor produção e rendimento médio. Assim, o presente estudo visou um levantamento das condições de cultivo e o conhecimento dos agricultores relacionado ao desenvolvimento da bananicultura no estado de Roraima visando contribuir para estabelecer medidas que levem a um aumento de produtividade. Os resultados obtidos por meio de um questionário respondido pelos produtores de banana forneceram dados incluindo, entre outros, as regiões de origem dos entrevistados, idade, sexo, nível de escolaridade, tipos de bananas produzidas, períodos de produção anual, possibilidades de incentivo na coleta dos frutos e destino da produção. Os resultados obtidos podem ser úteis para aumento de produtividade e estabelecimento do rumo da bananicultura em Roraima. Juntamente com o levantamento foi verificado o reduzido conhecimento dos agricultores sobre a importância dos microrganismos endofíticos que habitam folhas de bananeiras. Assim o isolamento de fungos e bactérias endofíticas de folhas de banana foi então realizado em plantas de uma cultura orgânica no município de Boa Vista. Foram obtidos 11 gêneros de fungos e 13 gêneros de bactérias alguns deles ainda não descritos como endófitos da bananeira quando comparados com resultados obtidos por outros autores. Uma hipótese sobre a presença de endófitos ainda não descritos pode ser devido ao uso de culturas orgânicas neste isolamento. Dentre os fungos e bactérias, alguns são conhecidos como causadores de promoção de crescimento vegetal ou ainda como controladores de pragas e doenças agrícolas. Futuros estudos poderão indicar a importância biotecnológica dos endófitos isolados no presente trabalho para o desenvolvimento de novos produtos ecologicamente favoráveis na substituição de agroquímicos usados em práticas agrícolas resultando ganhos ambientais e redução de custos para os agricultores.

Palavras-Chave: Agricultura. Bactérias e Fungos Endofíticos. Banana. Plantio Orgânico. Amazônia do Brasil.

## ABSTRACT

### ENDOFITIC MICROBIOTE IN BANANA SILVER LEAVES (*Musa* sp.) AND BANANICULTURE IN THE STATE OF RORAIMA

Among the fruits cultivated in large scale in Brazil and in the world, the bananas belonging to the species of *Musa* sp. stand out for their nutritional and economic value. In Brazil, the banana tree is cultivated in all regions of the country, the northern region of which has the lowest production and average yield. Thus, the present study aimed at a survey of cultivation conditions and knowledge of farmers related to the development of banana farming in the state of Roraima aiming to contribute to establish measures that lead to an increase in productivity. The results obtained through a questionnaire answered by the banana producers provided data including, among others, the regions of origin of the interviewees, age, sex, level of schooling, types of bananas produced, annual production periods, incentive possibilities for collection of fruit and destination of production. The results obtained can be useful to increase productivity and establishment of banana cultivation in Roraima. Together with the survey, the farmers' limited knowledge about the importance of endophytic microorganisms that inhabit banana leaves was verified. Thus, the isolation of fungi and endophytic bacteria from banana leaves was then carried out in plants of an organic crop in the municipality of Boa Vista. It was obtained 11 genera of fungi and 13 genera of bacteria some of them not yet described as endophytes of the banana tree when compared with results obtained by other authors. One hypothesis about the presence of endophytes not yet described may be due to the use of organic cultures in this isolation. Among fungi and bacteria, some are known to cause plant growth promotion or as controllers of agricultural pests and diseases. Future studies may indicate the biotechnological importance of endophytes isolated in the present work for the development of new ecologically favorable products in the substitution of agrochemicals used in agricultural practices resulting in environmental gains and reduction of costs for farmers.

Keywords: Agriculture. Endophyte Bacteria and Fungi. Banana. Organic Plantation. Brazilian Amazon.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ranking dos Principais Países Produtores de Banana no Mundo em Porcentagem % (Fonte: FAO, 2015) .....	47
Figura 2 - Localização por Meio Satélite do Sítio São Pedro (Fonte: Google Earth, 2017) .....	101
Figura 3 - Plantação de Bananeiras do Sítio São Pedro .....	103
Figura 4 - Bananas Dispostas no Solo Após a Colheita no Sítio São Pedro .....	104
Figura 5 - Bananas Dispostas no Solo Após a Colheita .....	106
Figura 6 - Folhas de Banana Lavadas para o Preparo do Isolamento de Fungos e Bactérias .....	107
Figura 7 - Folhas de Bananas Fragmentadas em Pedacos Menores para o Processo de Isolamento dos Fungos e Bactérias .....	108
Figura 8 - Processo de Desinfecção Superficial para Isolamento de Bactérias e Fungos das Folhas das Bananas .....	110
Figura 9 - Fungos Endofíticos em Crescimento Inicial Após o Processo de Isolamento Incubados a 28 °C .....	110
Figura 10 - Crescimento de Colônias de Fungos Isolados Após o Período de Crescimento na Estufa de Incubação a 28°C.....	111
Figura 11 - Colônia Isolada e Purificada de Fungo Após o Período de Crescimento .....	111
Figura 12 - Bactérias em Crescimento Inicial Após o Processo de Isolamento Incubados.....	112
Figura 13 - Placas Contendo o Meio de Cultura TSB, Incubadas a 28 °C Após o Processo de Purificação por Esgotamento de Estrias Cruzadas para Obtenção de Colônias Bacterianas Puras e Isoladas .....	113
Figura 14 - Colônia Isolada e Purificada por Esgotamento de Estrias Cruzadas de Bactéria Após o Período de Crescimento.....	113
Figura 15 - Extração de DNA das Bactérias Endofíticas de Folhas das Bananas (Tipo Prata).....	138
Figura 16 - Extração de DNA dos Isolados de Fungos Endofíticos das Folhas das Bananas (Tipo Prata) .....	138
Figura 17 - Amplificação do DNA Ribossomal (16S rDNA) das Bactérias .....	140

Figura 18 - Amplificação da Região ITS dos Fungos Endofíticos da Folha da Banana .....	140
Figura 19 - Perfil da Prática da Bananicultura em Roraima.....	118
Figura 20 - Sexo dos Entrevistados.....	119
Figura 21 - Estado Civil dos Entrevistados .....	120
Figura 22 - Idade Média dos Entrevistados .....	121
Figura 23 - Qual é a Região de Origem dos Entrevistados? .....	122
Figura 24 - Tempo em Anos que Trabalho com o Cultivo da Banana .....	123
Figura 25 - Dados do Lote Explorado com a Bananicultura .....	124
Figura 26 - Nível de Escolaridade dos Entrevistados .....	125
Figura 27 - Renda Média - Salário Mínimo = R\$ 937,00 .....	125
Figura 28 - Tipos de Bananas Produzidas no estado de Roraima.....	127
Figura 29 - Conhece o Histórico de Ocupação das Terras?.....	128
Figura 30 - Em Qual Década Tomou Posse do Terreno?.....	129
Figura 31 - Período de Produção de Banana em Roraima.....	129
Figura 32 - Existe Alguma Forma de Incentivo na Produção?.....	130
Figura 33 - Origem do Incentivo da Bananicultura no estado de Roraima.....	131
Figura 34 - Qual é a Forma de Apoio na Produção da Prática da Bananicultura?..	132
Figura 35 - Qual é o Destino da Produção de Banana .....	133
Figura 36 - Conhecimento Vs Microrganismos em Geral .....	134
Figura 37 - Qual é o Conhecimento dos Entrevistados Acerca dos Endofíticos? ...	135
Figura 38 - Importância dos Endofíticos Vs Produtividade .....	136

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Área, Produção e Produtividade Média de Banana no Mundo em 2015 .	46
Tabela 2 - Principais Países Produtores, Importadores, Exportadores e Consumidores de Banana no Ano de 2015.....	48
Tabela 3 - Área Plantada e Produção nas Regiões Brasileiras e Total Nacional no Ano de 2015.....	49
Tabela 4 - Área Plantada, Volume Produzido e Rendimento Médio de Banana nos Principais estados e no País .....	50
Tabela 5 - Valores Médios de pH, Acidez Titulável (ATT), Sólidos Solúveis (SS), Relação Sólidos Solúveis/Acidez Titulável (SS/ATT), Açúcares Totais (AT), Açúcares Redutores (AR) e Amido de Bananas ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’ (Média das Avaliações de Todo o Período) .....	59
Tabela 6 - Municípios Produtores de Banana no estado de Roraima no Ano de 2013 e 2014 .....	62
Tabela 7 - Produção de Banana em Roraima no Ano de 2015 .....	62
Tabela 8 - Classes de Solos Cultivados com Bananeira no Brasil, Suas Limitações e Práticas de Manejo Recomendadas.....	71
Tabela 9 - Fatores para a Estimativa da Competência no Uso de Áreas para o Cultivo da Bananeira .....	78
Tabela 10 - Características Genéticas de Colônias Isoladas de Fungos Endofíticos de Folhas de Banana e Sequenciadas a Partir da Região de ITS.....	141
Tabela 11 - Características Genéticas de Colônias Isoladas de Bactérias Endofíticas de Folhas de Banana e Sequenciadas a Partir de Região do Gene 16S rRNA	142
Tabela 12 - Estudos Descrevendo a Principal Diversidade de Linhagens de Gêneros Fúngicos Isolados de Folhas de Bananeira ( <i>Musa</i> sp.) .....	144
Tabela 13 - Estudos Descrevendo as Principais Diversidades de Linhagens de Bactérias Isoladas de Folhas de Bananeira ( <i>Musa</i> sp.).....	144

## SÍMBOLOS E ABREVIações

**a.C** - Antes de Cristo.

**AIA** - Ácido Indolacético.

**Al** - Alumínio.

**AP** - Análise de Perigos.

**AR** - Açúcares Redutores.

**AT** - Açúcares Totais.

**ATT** - Acidez Titulável.

**Au** - Ouro.

**BDA** - Batata, Dextrose e Agar.

**Ca** - Cálcio.

**CaSO<sub>4</sub>** - Sulfato de Cálcio.

**cm** - Centímetro.

**COB** - Certificação de Origem da Banana.

**CONFAZ** - Conselho Nacional de Política Fazendária.

**DNA** - Ácido Desoxirribonucleico.

**dS** - Condutividade Elétrica.

**EBDA** - Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola.

**EMBRAPA** - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

**EPAGRI** - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina.

**FAO** - Food and Agriculture Organization.

**FDA USA** - Food and Drug Administration United States of America.

**Fe** - Ferro.

**FINEP** - Financiadora de Estudos e Projetos.

**gr** - Gravidade.

**g/kg** - Grama por Quilograma.

**H** - Hidrogênio.

**ha** - Hectare.

**HACCP** - Hazard Analysis and Critical Control Points.

**HCA** - Análise de Agrupamento Hierárquico.

**Hg** - Mercúrio.

**HTST** - High Temperature Short Time.

**ICMS** - Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços.

**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

**INCRA** - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária.

**ITS** - Espaçador Interno Transcrito de Sigla.

**ITS1** - Internal Transcribed Spacer 1.

**ITS2** - Internal Transcribed Spacer 2.

**K** - Potássio.

**Kg** - Quilograma.

**Kg/ha** - Quilograma por Hectare.

**Km/h** - Quilômetros por Hora.

**Lux** - Lumén ou Intensidade de Iluminância/m<sup>2</sup>.

**m** - Metro.

**MAPA** - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

**MCTI** - Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação.

**Mg** - Magnésio.

**mm** - Milímetro.

**mm/ano** - Milímetro por Ano.

**mm/dia** - Milímetro por Dia.

**mm/mês** - Milímetro por Mês.

**Mn** - Manganês.

**NaCl** - Cloreto de sódio.

**N<sub>2</sub>** - Gás Nitrogênio.

**NCBI** - National Center for Biotechnology Information.

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** - Amônio.

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** - Nitrato.

**O<sub>2</sub>** - Oxigênio.

**°C** - Grau Celsius.

**OH<sup>-</sup>** - Hidroxilas ou Oxidrilas.

**OMS** - Organização Mundial de Saúde.

**ONU** - Organização das Nações Unidas.

**Pb** - Chumbo.

**Ppb** - Partes Por Bilhão.

**PCA** - Análise de Componentes Principais.

**PCCs** - Pontos Críticos de Controle.

**pH** - Potencial Hidrogeniônico.

**PHB** - Parabeno.

**PIF** - Produção Integrada de Frutas.

**ppm** - Partes por Milhão.

**PRONAF** - Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar.

**PTA** - Pinellia Ternata.

**rDNA** - Ácido Desoxirribonucleico.

**SEAPA** - Secretaria de estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

**SECEX** - Secretaria de Comércio Exterior.

**SIBCS** - Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

**SMR** - Sistema de Mitigação de Risco.

**SS** - Sólidos Solúveis.

**SS/ATT** - Relação Sólidos Solúveis/Acidez Titulável.

**t** - Tonelada.

**TE** - Água autoclavada.

**TSB** - Triptona Soja caldo.

**t/ha** - Tonelada por Hectare.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	17
2 REVISÃO DA LITERATURA .....	20
2.1 AGRICULTURA E MICRORGANISMOS ENDOFÍTICOS .....	20
2.1.1 Noções Gerais de Microrganismos Endofíticos e Definições .....	20
2.1.2 Relevância do Estudo de Microrganismos Endofíticos.....	23
2.1.3 Identificação, Isolamento e Classificação de Microrganismos Endofíticos	26
2.1.4 O Estudo de Microrganismos Endofíticos em Folhas de Banana.....	30
2.1.5 Microrganismos Endofíticos e Hospedeiros .....	32
2.1.6 Controle Biológico - Microrganismos Endofíticos .....	35
2.1.7 Controle Biológico - Bactérias Endofíticas .....	37
2.1.8 Controle Biológico - Fungos Endofíticos .....	39
2.1.9 Microrganismos Endofíticos e Crescimento de Plantas .....	39
2.1.10 Interesse Econômico de Microrganismos Endofíticos .....	40
2.2 BANANICULTURA .....	43
2.2.1. O Estudo de Frutíferas .....	43
2.2.2 Origem, História e Disseminação do Cultivo da Banana.....	44
2.2.3 Importância da Banana para o Mundo .....	45
2.2.4 O Estudo da Banana no Brasil.....	49
2.2.5 Produção da Banana no estado de Roraima .....	61
2.2.6 Características Principais para a Distribuição da Banana.....	64
2.2.6.1 Vias de Escoamento .....	64
2.2.6.2 Energia Disponível.....	65
2.2.6.3 Área Propícia para o Cultivo da Banana.....	65
2.2.6.4 Tecnologias .....	66
2.2.7 Fatores Ambientais Importantes para o Plantio da Banana .....	66
2.2.7.1 Ambiente .....	66
2.2.7.2 Topografia.....	69
2.2.7.3 Profundidade .....	69
2.2.7.4 Aeração .....	70
2.2.7.5 Solo .....	70
2.2.7.6 Temperatura .....	72
2.2.7.7 Precipitação.....	73
2.2.7.8 Luminosidade .....	74
2.2.7.9 Ventilação.....	75
2.2.7.10 Umidade Relativa do Ar.....	76

2.2.7.11 Altitude.....	77
2.3 TAXONOMIA DA BANANA PRATA ( <i>Musa</i> sp.).....	79
2.3.1 Família Musaceae.....	79
2.3.2 O Gênero <i>Musa</i> .....	81
2.3.3 Características da Banana Prata.....	83
2.4 PERFIL DOS PRODUTORES DE BANANA.....	84
2.4.1 Características dos Produtores de Banana.....	84
2.4.2 Dificuldades na Produção da Banana.....	85
2.4.3 Principais Sugestões Para o Cultivo da Banana.....	89
2.5 DEFINIÇÕES DE MICRORGANISMOS ENDOFÍTICOS.....	92
2.5.1 Noções Gerais de Microrganismos Endofíticos.....	92
3 OBJETIVOS.....	99
3.1 OBJETIVO GERAL.....	99
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	99
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	100
4.1 ÁREAS DA COLETA.....	100
4.1.1 Projeto do Passarão - Boa Vista - Roraima.....	101
4.2 COLETA DAS FOLHAS DA BANANA - SÍTIO SÃO PEDRO.....	102
4.3 CRITÉRIOS PARA A ESCOLHA DO SÍTIO SÃO PEDRO.....	104
4.4 COLETA DE DADOS, FORMAÇÃO DO QUESTIONÁRIO E ENTREVISTA....	105
4.5 ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DAS FOLHAS DA BANANA.....	105
4.6 TIPOS DE CULTIVARES DE ISOLAMENTO, PURIFICAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO, E CLASSIFICAÇÃO DE FUNGOS E BACTÉRIAS ENDOFÍTICAS.....	107
4.6.1 - Avaliação de Fungos e Condição de Cultivo.....	108
4.6.2 - Avaliação de Bactérias e Condição de Cultivo.....	112
4.7 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	114
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	117
5.1 QUESTIONÁRIO.....	117
5.1.1 Perfil Socioeconômico e Geográfico dos Entrevistados.....	117
5.1.2 Aspecto Histórico e Produtividade da Prática da Bananicultura no estado de Roraima.....	126
5.1.3 Microrganismos Endofíticos e Produtividade.....	133
5.2 PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE DNA.....	137
5.2.1 Amplificação e Sequenciamento do Gene 16S rRNA e da Região ITS das Cepas Endofíticas.....	139



5.3 ISOLAMENTO, PURIFICAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE FUNGOS E BACTÉRIAS ENDOFÍTICAS .....	141
5.3.1 Amplificação e Sequenciamento de Fungos Endofíticos.....	141
5.3.2 Amplificação e Sequenciamento de Bactérias Endofíticas.....	142
5.3.3 Estudos Comparativos em Folhas de Banana .....	143
6 CONCLUSÕES .....	147

## 1 INTRODUÇÃO

A sociedade tem passado por mudanças com diversas influências diretas e indiretas no estilo de vida e nas formas de consumo da população nas últimas três décadas (PAULILLO; PESSANHA, 2002). Muitos estudos, têm dado conta, de que os hábitos de consumo, caminham no sentido de apontar a qualidade de uma forma ampla, considerando, além dos aspectos intrínsecos ao produto, questões relacionadas à logística, à sanidade e aos impactos sociais e ambientais gerados a partir dos processos produtivos, onde nesse sentido, a presença de microrganismos assume importância para avaliação do processo produtivo (KOHLS, 2004).

Embora conhecidos há mais de um século, os microrganismos endofíticos, tais como os fungos e as bactérias, são aqueles, que de certa forma, habitam no interior de plantas, sem, no entanto, causarem efeitos danosos a essa planta (PETRINI et al., 1992).

Mais recentemente, tem sido demonstrado, que estes microrganismos não são neutros ou prejudiciais às plantas que os hospedam, mas pelo contrário, possuem propriedades que permitem considera-los como simbiotes, com os vegetais, favorecendo o crescimento e o desenvolvimento das plantas pela produção de fitohormônios, que geram uma resistência dos hospedeiros a insetos e patógenos em condições de estresse como situações de seca e umidade (CONTI, 2007).

Muitos desses microrganismos são encontrados em plantas, fisiologicamente essenciais para seu crescimento e reprodução vegetal, compondo assim, importantes ciclos enzimáticos das plantas (LOPES et al., 2006). No entanto, já se sabe que os microrganismos podem também produzir efeitos tóxicos e portanto, neste caso, podendo serem perigosos as plantas quando presentes em quantidades elevadas, sendo por isso, necessário um controle minucioso desses microrganismos, mas também, se sabe atualmente, através de estudos, que os microrganismos conhecidos como endófitos, podem de certa maneira, amenizar futuros traumas ao sistema de produção de toda a agricultura, onde a qualidade, quantidade e a presença desses endofíticos são de grande importância e relevância para a avaliação da fertilidade dos vegetais e para o devido monitoramento de ambientes que estejam potencialmente contaminados (ALLOWAY, 1995).

Percebe-se ainda, que um elevado número de microrganismos, que por sua vez são essenciais para a nutrição humana e de outros mamíferos, tem

desempenhado várias funções específicas no organismo vegetal e animal (PETRINI et al., 1992). Muitos microrganismos, que estão presentes em plantas são usados no combate a doenças, entretanto, vale ser lembrado, que os níveis elevados desses microrganismos, podem ser perigosos e tóxicos ao desenvolvimento da vida da planta (SILVA et al., 2010). Uma boa proteção desses fungos endofíticos nas plantas, mantém a qualidade bioquímica, que por sua vez são essenciais à saúde humana por terem importância em diversas vias metabólicas dos seres humanos, participando assim, de processos associadas a síntese de proteínas, vitaminas e controle do metabolismo de diversas enzimas, que atuam, em processos de síntese e degradação, necessárias a toda a vida humana (RODRIGUES, 1994).

Verifica-se ultimamente, um elevado avanço nos estudos relacionados a uma ampla análise de microrganismos endofíticos, tanto em nações desenvolvidas, como em nações em desenvolvimento, onde isso, deve-se principalmente, em parte a associação de diversos problemas de saúde animal, humana e agricultura, e também, a insuficiência ou excesso de determinados grupos de fungos ou bactérias endofíticas (ALMEIDA et al., 2009).

A importância de adicionar o conhecimento de microrganismos endofíticos na sociedade atual, tem sido vastamente discutido em vários textos acerca do estudo da nutrição humana (VARMA et al., 1999). Também, a presença ou falta de microrganismos endofíticos, podem afetar e ter efeitos antagônicos no processo de produtividade agrícola, influenciando de forma positiva ou negativa, o que pode exigir, um acréscimo de micronutrientes, ou até então, a sua redução pelo uso de técnicas como a de remediação (AZEVEDO, 1998).

Neste particular, microrganismos endofíticos, podem ser utilizados em estudos relacionado à agricultura (MARIANO et al., 2004).

Microrganismos endofíticos, também possuem valor biotecnológico, produzindo enzimas e podendo ser utilizados para dar as condições as plantas que os hospedam para resistir a altos teores de adversidades do meio ambiente (AZEVEDO et al., 2000; AZEVEDO; ARAUJO, 2007).

Assim, a busca de microrganismos capazes de favorecer o crescimento de culturas agrícolas ou efetuar biorremediação de micronutrientes, é um ponto importante a ser pesquisado, como exemplo, o isolamento e estudo de fungos e bactérias endofíticas, com propriedades de interesse biotecnológico e ambiental (BAN et al., 2012; Li et al., 2012a; Li et al., 2012b).

O conhecimento empírico do agricultor, que de certa forma lida com as culturas no seu cotidiano, vem a contribuir para a manutenção de culturas em condições adversas, permitindo assim, a manutenção da qualidade e quantidade da produção, tal qual, aqueles que tem um conhecimento da importância de microrganismos, poderão usufruir de uma maior lucratividade, uma vez que, poderão reduzir seus gastos com matéria prima utilizada na produção (AZEVEDO et al., 2000; AZEVEDO; ARAUJO, 2007).

Questões acerca da saúde humana, tem sido evidenciada cada vez mais, no meio social. Essa saúde humana, que se manifesta no meio ambiente, tem sido cada vez mais investigada, e a sua relação está diretamente na qualidade dos produtos comercializados no mercado como a banana (BELITZ; GRAOSCH; SCHIEBERLE, 1999).

Por fim, a organização mundial da saúde (OMS), descreve, através de seus inúmeros estudos, que por sua vez, são produtos de diversas pesquisas, que cerca de aproximadamente 65,00 e 80,00% da população, que mora nos países em desenvolvimento, dependem direta e fundamentalmente dos fármacos oriundos dos vegetais para seus cuidados elementares de saúde (CARVALHO et al., 2004).

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 AGRICULTURA E MICRORGANISMOS ENDOFÍTICOS**

#### **2.1.1 Noções Gerais de Microrganismos Endofíticos e Definições**

Estudos diversos relatam que existem numerosas maneiras de se definir o termo endófito, tal qual, foi no ano de 1866, que o pesquisador De Bary foi o primeiro a demonstrar o termo de endofítico, como sendo qualquer organismo presente no interior de tecidos de uma espécie vegetal onde aqui nesse momento se entendia como sendo uma planta (WHITE; MORROW; MORGAN-JONES, 1990).

Alguns anos mais tarde, no ano de 1988, o cientista de nome Carroll adicionou ao termo endofíticos a particularidade de que os endófitos geram propagações assintomáticas ao seu hospedeiro, o que caracteriza esses tipos de microrganismos como de difícil percepção, sendo assim, imperceptíveis somente a olho nu, tal qual, essa nova definição excluía o grupo composto por organismos patogênicos e mutualistas que são facilmente perceptíveis quando atacam de alguma forma um hospedeiro causando-lhes um tipo de doença, algo que os endofíticos não geram (WHITE; MORROW; MORGAN-JONES, 1990).

No ano de 1991 através de muitas análises, o pesquisador, Petrini sugeriu que o termo endofítico, esteja por sua vez vinculado a todo microrganismo presente nas partes superiores das plantas, totalmente adequado para viver nos tecidos internos dos vegetais em algum momento do período da vida desse tipo de vegetabilidade, tal qual, essa forma de moradia identifica-se por não proporcionar danos aparentes ao hospedeiro, sendo de fundamental importância para a proteção natural dessas plantas que foi relatada anteriormente pelo cientista de nome Carroll (PETRINI, 1991).

Diante de muitos estudos, foi conceituado que por fim, o termo acerca de endófitos, refere-se as bactérias e a os fungos que infectam assintomaticamente, ou seja, sem causar doenças ou problemas a planta, onde os tecidos da planta hospedeira, destacando as partes das folhas, ramos ou caules, adicionando-se ainda que a infecção ocorre durante um período ou todo o ciclo de vida desses microrganismos (WILSON, 1995).

Muitos cientistas utilizaram a aceção de Wilson para definir e conceituar os microrganismos endofíticos, onde ao analisar infecções fúngicas assintomáticas, ou

seja, aquelas que não causam danos para o hospedeiro, em gramíneas, por espécies de fungos da família Clavicipitaceae, os pesquisadores empregaram dois termos, que foram eles os termos de endófitos e endofíticos, para organizar o mesmo tipo de fungo isolado, tal qual, a utilização desses dois termos geraram e ainda geram uma confusão na literatura, por entender-se que, o conceito de endófito e a sua classificação ainda é um imenso tema de debate no meio dos pesquisadores, já que cada pesquisador costuma utilizar a sua própria definição de nomenclatura de endofíticos, além do mais, sabe-se que numerosas definições, encontra-se na diferenciação entre os microrganismos endofíticos, epifíticos e patogênicos (SCHULZ; BOYLE, 2005).

Um dos maiores estudiosos de endofíticos no Brasil, assinala que um microrganismo epifítico, é aquele que, habita as partes superiores de toda a forma de vegetabilidade, podendo ainda ser localizado dentro dos estôfos dos vegetais como um endofítico em algumas condições, ou até mesmo, em outras situações esse mesmo microrganismo epifítico pode se tornar um patógeno causando-lhe desta maneira danos e problemas irreparáveis ao hospedeiro ao qual estiver associado na forma de uma simbiose (AZEVEDO, 1998).

Dados com base em pesquisas científicas, descreveram que a variação de algas que se alimentam exclusivamente de fontes de origem vegetal, e que são denominadas de algas verdes e por sua vez conhecidas cientificamente como *Enteromorpha vexata*, era menor quando contaminadas por um fungo endofítico, onde a partir desse tipo de contágio essas algas passavam a resistir ao período do verão, ocasião em que a taxa de herbivoria era maior (CUBIT, 1984).

Outra utilidade dos fungos endofíticos, baseia-se em prestar um tipo de assistência para os hospedeiros contra os patógenos, partindo-se da produção de fármacos antagônicos, que por sua vez podem substituir substâncias químicas potencialmente perigosas (WHITE et al., 1990).

Trabalhos demonstram que Gramíneas de estação fria pertencente a subfamília Pooideae o que proporciona ao fungo *Acremonium* uma característica de endófito dominante, tal qual, esse microrganismo exibe incompatibilidade frente a vários patógenos fúngicos de gramíneas como *Nigospora sphaerica*, *Periconia sorghina* e *Rhizoctonia cerealis* (CARROLL, 1988).

Dados obtidos através de pesquisas têm abordado que os papéis desempenhados pelos fungos endofíticos atraem a atenção dos pesquisadores,

porque compreende-se que tais microrganismos se tornaram um importante objeto de estudo de diversas pesquisas a fim de avaliar a ecologia, diversidade, fisiologia e adaptação da relação entre os parceiros como ocorre na relação de simbiose, onde o interesse em averiguar os fungos endofíticos reflete-se na natureza assintomática, ou seja, de não causar danos como por exemplo uma infecção ao vetor, podendo desta forma realizar uma checagem entre a relação do endofítico e do seu respectivo hospedeiro como um mutualismo, porém, essa classificação é errônea devido a heterogeneidade das interações entre os fungos e toda a vegetabilidade existente (SCHULZ; BOYLE, 2005).

Trabalhos mostram que os chamados fungos endofíticos são organizados em dois grandes grupos, que são os endófitos da família *Claviciptaceae* definidos por sua vez como C-endófitos que habitam as gramíneas e os não - *Claviciptaceae* definidos por NC-endófitos que habitam de forma assintomaticamente, sem causar danos ou avarias a os tecidos de plantas não vasculares, onde pode-se ser citada as samambaias, coníferas e angiospermas, sabendo-se que essa organização baseia-se nas diferenças de parentesco evolutivo e taxonomia dos fungos, na gama de hospedeiros que contaminam e nas funções ecológicas dos fungos, tal qual, esses dois grupos são divididos em classes, dentre elas os chamados de C-endófitos que demonstram somente uma classe, enquanto que os conhecidos como NC-endófitos demonstram três, percebendo-se assim, que cada classe assinalaram-se pelos seguintes parâmetros que são gama de hospedeiro, tecidos colonizados, limitada ou extensa colonização da planta, alta ou baixa biodiversidade vegetal, tipo de transmissão e os benefícios causados ao vetor ao qual está vinculado (RODRIGUES et al., 2011).

Especificamente a respeito dos C-endófitos onde estes são caracterizados por diversos tipos de grupos que possuem uma vida livre e também por sua vez de organismos que ficam próximos a insetos, fungos, gramíneas, juncos e ciperáceas, ao qual sabe-se ainda que esse tipo de grupo tem origem da ordem *Hypocreales* a qual é composta por linhagens de patógenos e endofíticos, onde por fim, esses microrganismos proporcionam transferência vertical, ou seja, as plantas parentais disseminam os fungos para as plântulas por via de contágios principalmente de sementes (SAIKKONEN; ION; GYLLENBERG, 2002).

### 2.1.2 Relevância do Estudo de Microrganismos Endofíticos

Nos últimos anos, se percebeu que o significado da palavra endofítico que por sua vez teve a sua origem do grego, *éndon* + *phytón*, que significa dentro da planta, tem passado por inúmeras alterações, onde vai de acordo com o entendimento de cada autor para aplicar o termo, tal qual, sabe-se ainda, que de uma forma geral, os endofíticos são aqueles que moram dentro da planta, localizado de uma forma geral, nas dependências superiores, ou seja, nas partes mais elevadas da planta como por exemplo nos caules e nas folhas, sem causar, visivelmente, alguma avaria, problema ou defeito aos seus respectivos vetores, onde por fim, eles são, portanto, diferenciados dos causadores ou não de doenças, os chamados como epifíticos que habitam na região mais elevada dos órgãos da parte aérea e podem causar ou não danos ao vetor ao qual ele estiver vinculado (COSTA, 2003).

Trabalhos importantes e de destaque no Brasil, de certa maneira, definem os endofíticos, como sendo os microrganismos classificados e conhecidos como os fungos micorrízicos e as bactérias que geram de certa maneira nódulos, no entanto, com restrição da agregação de plantas com fungos micorrízicos diazotróficos da rizosfera, esperando-se assim, que estas relações de uma maneira geral possam caminhar para uma formação de lesões nos tecidos de toda a vegetabilidade existente (AZEVEDO, 1999).

Outros trabalhos também importantes e mais atuais, estão de certa maneira, sendo registrados, onde a presença de microrganismos dentro de tecidos vegetais de uma boa aparência e saúde, vem criando novas perspectivas para o estudo da interação que existe entre a planta e o seu respectivo microrganismo (EMBRAPA, 2015).

Os Microrganismos do tipo endofitos, estão situados nas regiões superiores de toda a vegetabilidade existente, onde só ultimamente, se têm despertado o empenho da comunidade de pesquisadores, através de diversos estudos, notadamente por seus possíveis potenciais no desenvolvimento de metabólitos de interesse econômico, incluindo os relacionados às plantas essencialmente de característica de vetores (SOUZA et al., 2004).

Um estudo de fundamental importância para a compreensão das diferenças entre os microrganismos endofíticos, epifíticos e patogênicos são de origem basicamente didática, pois até o presente momento, ainda não existe um claro limite



entre grupos, mas sim uma variação de algumas características entre eles, tal qual, por exemplo, pode-se perceber que fungo endofítico, deverá se tornar um patógeno conforme as condições do ambiente ou equilíbrio com outros endofíticos, onde de certa forma, um microrganismo epifítico poderá, de vez em quando, entrar em uma planta e lá permanecer por um certo ciclo, gerando ou não um problema à esta planta (AZEVEDO, 1999).

No entanto, antes disso, é importante salientar e conhecer, a variedade desses organismos, verificando a sua presença, frequência e funções, tal qual, foi mostrado por pesquisadores que estudaram especialmente a micota endofítica de três espécies de vegetabilidades existentes no manguezal do Rio Paripe, na Ilha de Itamaracá-PE, no estado de Pernambuco, no período de chuva e seca, onde para isso, foi necessário semear alguns fragmentos de folhas com boa aparência de *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*, em placas de petri contendo um meio de cultura do tipo BDA, ou seja, batata, dextrose e agar, acrescido por sua vez de um solvente orgânico de função álcool e nome cloranfenicol, obtendo-se diante disto, como resultado um número de isolado 24, contendo táxons e pertencentes a 19 gêneros (SOUZA et al., 2004; COSTA, 2003).

Outros trabalhos relevantes, mostraram que a respeito das espécies que são mais presentes no período de seca em *Avicennia schaueriana* foram *Colletotrichum gloeosporioides*, representaram cerca de aproximadamente 54,20% dos fungos isolados, enquanto que em *Laguncularia racemosa*, *Guignardia* sp., apresentaram-se com cerca de 44,30% e em *Rhizophora mangle*, que por sua vez foi a espécie que mais se destacou com aproximadamente cerca de 60,70% de *Phylosticta* sp., tal qual, foi no período de chuva, que a espécie *Nodulisporium gregarium*, se sobressaiu, em *A. schaueriana* com cerca de 33,00%, e a espécie *Guignardia* sp., continuou prevalecendo em *L. racemosa* com aproximadamente 50,00%, e por fim em *R. mangle* com cerca de 29,40% (COSTA, 2007).

Pesquisadores realizaram uma técnica para isolar certos fungos endofíticos de vegetais das espécies específicas de nome *Palicourea longiflora* (Rubiaceae) e também de nome *Strychnos cogens* (Loganiaceae), que por sua vez, são vegetais altamente venenosos e responsáveis por cerca de aproximadamente 90,00% das mortes do gado na região amazônica do gênero conhecido como *Strychnos*, usadas por indígenas, para a confecção do veneno de flechas denominado curare e

utilizadas no combate a caça ou até mesmo na disputa com outras tribos indígenas por terreno ou outros fatores (COSTA, 2007).

Estudos ainda mostraram, que os microrganismos avaliados de espécies de vegetais de nome *P. longiflora*, procederam nos fungos de nome *Colletotrichum* sp. e seu telemorfo conhecido como (*Glomerella* sp., *Guignardia* sp., *Aspergillus niger*, *Phomopsis* sp. e *Xylaria* sp.), onde dos desconexos de *S. cogens* foram identificados por sua vez os seguintes fungos a seguir (*Colletotrichum* sp., *Guignardia* sp., *Aspergillus niger* e *Trichoderma* sp.), tal qual, foi possível ainda verificar a multiplicidade de fungos endofíticos em candeia do tipo *Eremanthus erythropappus* (DC.) (MAGALHÃES *et al.*, 2008).

Um levantamento metodológico importante, mostrou que, a MacLeish, que é um admirável vegetal pertencentes das regiões de Cerrado do Brasil, e de grande potencialidade para a economia do país, destacadamente, por causa do desenvolvimento e produção de óleos essenciais, tal qual, por sua vez, foi-se percebido a colonização dessa espécie por fungos do tipo endofíticos (GARBEVA *et al.*, 2001).

Trabalhos ainda mostraram, que com relação as especificações referentes aos tipos de propagações existentes pelos órgãos das vegetabilidades, foi-se verificado, que os gêneros *Xylaria* e *Phomopsis* foram identificados nos diversos órgãos avaliados, tais quais, os gêneros *Alternaria* e *Fusarium*, apresentaram uma prioridade por semente, onde já os *Nigrospora* e *Aspergillus*, mostraram esse interesse por folha a *Dothiorella* por caule (CAFÊU *et al.*, 2005; AMNUAYKANJANASIN *et al.*, 2005). Como pode ser observado nos resultados apresentados no presente trabalho, onde tais gêneros estão presentes nos fragmentos das folhas estudados.

Um estudo determinou a ação de fungos endofíticos referentes a um isolado de *Trichoderma atroviride*, e também a uma cepa não causadora de doenças de *Fusarium oxysporum*, sobre o controle biológico de *Radopholus similis*, verificando a sua efetividade sobre a evolução do crescimento em mudas de bananeira micropropagadas do cultivar Williams (STOLF, 2006). O mesmo foi observado no presente estudo, demonstrando que tais espécies ajudam no crescimento de mudas de banana obtidas por micropropagação do material.

Estudos mostraram através de uma pesquisa que foi executada no intervalo de tempo de seis semanas após a inoculação com nematoides, onde se observou,

como resultado, que a *Trichoderma*, demonstrou um melhor controle biológico que se comparada a *Fusarium*, onde mesmo assim, tanto para a *Fusarium*, como para a *Trichoderma*, o controle biológico, ideal, resultou em três re-inoculações, satisfazendo acerca de aproximadamente 69,00% e 80,00% do controle biológico respectivamente, onde ainda em relação às variáveis de crescimento e desenvolvimento, observou-se que, nenhum fungo afetou o crescimento das plantas (BARGUIL et al., 2008).

Pesquisadores através de estudos intensos, isolaram aproximadamente cerca de 40 espécies de fungos endofíticos de folhas sadias, e com uma boa aparência, de uma idade aproximada intermediária a velha, de cerca de quatro cultivares de bananeira do tipo, Pacovan, Nanicão, Prata e Maça, do município de Belo Jardim-PE, no estado de Pernambuco, para poderem verificar a potencialidade dessas espécies frente a ação dos fungos, onde se observou que, os fungos com a maior frequência de ocorrência foram os fungos conhecidos como *Acremonium polychroma*, *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *C. musae*, *Deightonella torulosa*, *Fusarium solani*, *Nigrospora oryzae*, *Nodulisporium gregarium*, *Paecilomyces lilacinus*, *Pestalotiopsis maculans*, *Guignardia musae*, sendo que a grande propagação por fungo endofítico foi apurada em folhas velhas no cultivar da banana do tipo Pacovan, tal qual e por fim, percebeu-se, que os grandes apontadores de assiduidade foram catalogados no período chuvoso, sendo que a *Nigrospora oryzae*, *Pestalotiopsis maculans* e *Nodulisporium gregarium*, apresentaram uma melhor eficiência nos testes de patogenicidade *in vitro* contra os fitopatógenos (ASSUNÇÃO, 2010; KIMATI et al., 1997).

### **2.1.3 Identificação, Isolamento e Classificação de Microrganismos Endofíticos**

Pesquisas acerca da variedade e da diversidade da comunidade cultivável de fungos endofíticos do tecido foliar de plantas, são fundamentados sobretudo, no isolamento via fragmentação do tecido do vegetal hospedeiro onde é cultivado e manejado em meio de cultura adequado (HATA; ATARI; SONE, 2002; LIN et al., 2007; WANG et al., 2007; RAKOTONIRIANA et al., 2008; JOSHEE et al., 2009; ZHANG et al., 2009b).

No entanto, trabalhos apresentaram, entretanto, que a composição de espécies que foram observadas ao se utilizar esse método, onde foi de certa

maneira, afetada pelo tamanho do fragmento foliar, beneficiando-se assim, as espécies dominantes e de desenvolvimento rápido (GAMBOA; LAUREANO; BAYMAN, 2002; RAKOTONIRIANA et al., 2008).

Dados demonstram que, a grande parte das pesquisas científicas referentes a isolamento de fungos endofíticos dos vegetais e especificamente do tecido foliar tem por sua vez, usado fragmentos muito grandes e se esses estudos fossem refeitos, usando os fragmentos de um porte menor, outras espécies fúngicas poderiam ser conhecidas, o que permitiria uma melhor compreensão da multiplicidade real de fungos endofíticos, fazendo-se com que, diante disso, seja cada vez mais necessário que novas metodologias de isolamento sejam amplamente exploradas para a obtenção de melhores resultados (GAMBOA; LAUREANO; BAYMAN, 2002). Conforme exposto pelos autores nesse trabalho, optou-se por fazer o isolamento dos fungos endofíticos a partir de fragmentos de folha, por ser mais específico ao tecido foliar, demonstrando uma melhor multiplicidade dos fungos encontrados no material do atual estudo, demonstrando um resultado mais promissor e próximo do real.

Dentre as metodologias que podem ser amplamente exploradas, está por sua vez, o método conhecido como o de filtração de partículas empregado primeiramente no isolamento de fungos da serrapilheira, tal qual, se percebe que esse método admite mensurar uma maior heterogeneidade de isolados fúngicos, uma vez que, ocorre a separação dos fragmentos da serrapilheira em partículas menores, o que permite isolar espécies raras, dado que o número de espécies aumenta progressivamente com a diminuição da densidade do tecido invadido pelos fungos (BILLS et al., 2004).

Trabalhos ainda dão conta de que, tais partículas normalmente são plaqueadas em um meio de cultivo sobrepujando-se os antibióticos para delongar o desenvolvimento de bactérias e de fungos de crescimento relativamente rápido, o que beneficia então a obtenção de novas espécies e metodologias (PAULUS; GADEK; HYDE, 2003; BILLS et al., 2004; COLLADO et al., 2007).

É interessante ressaltar, que a aplicação do método de filtração de partículas vinculado ao cultivo por extinção, que objetiva necessariamente o isolamento de fungos endofíticos, compreende o fato, de que a presença da multiplicidade de espécies cultiváveis melhora com a diminuição da densidade de inóculo vinculado a uma certa extinção, no sentido comum da diminuição da quantidade de partículas

que são plaqueadas e na diminuição da área plaqueada a ser estudada (COLLADO et al., 2007; UNTERSEHER; SCHNITTLER, 2009).

Diante deste contexto, é que o cultivo por extinção é realizado em placas do tipo multipoços, que vem sendo distribuído entre as partículas sobre uma superfície de cultivo dividida, o que permite a diminuição das relações existentes entre as intercolônias quando referentes ao início do desenvolvimento dos propágulos fúngicos (CAO et al., 2009).

Outros estudos relevantes, têm demonstrado, que o método de filtração de partículas vinculado ao cultivo por extinção tende a suprir o uso de placas de Petri como um meio de cultivo, uma vez que, criam uma superfície ininterrupta quando se observa a repartição de partículas, promovendo assim, a superposição de partículas e, logo, de colônias fúngicas recém insurgidas, bloqueando o isolamento de espécies de desenvolvimento lento, tal qual, as placas multipoços, que apresentam uma separação espacial de câmaras quando inoculadas com um menor número de partículas, têm sido, empregadas, para criar esta superfície dividida em partes do desenvolvimento (COLLADO et al., 2007).

Diante deste contexto, e ainda a respeito do uso de placas multipoços, onde se permite diminuir as interações entre as colônias, acrescentando-se também a probabilidade de detecção de espécies de desenvolvimento lento e raro, que por sua vez, chegam a ser de baixa ocorrência, admitindo-se, ao mesmo tempo, o isolamento de taxa dominantes e de desenvolvimento relativamente rápido (STONE; POLISHOOK; WHITE, 2004).

Logo adiante, estudos mostraram, que a análise do desenvolvimento por parte das colônias fúngicas empregando os mais variados métodos de isolamento, onde elas, por sua vez, são posteriormente cultivadas em ambientes otimizados para a sua posterior identificação, usando taxonomia clássica e/ou taxonomia molecular (KISS, 2003).

Diversos estudos mostraram, que na identificação por taxonomia clássica, com relação as colônias de morfotipos distintos, que estas atravessam por uma etapa de purificação monospórica em meio de cultura adequada, sendo que, a circunscrição final fica por sua vez vinculada frequentemente as diversas características morfológicas dos esporos, quando estes estão presentes, e também por características da colônia com base na taxa de desenvolvimento do fungo como observado na mensuração do diâmetro da colônia, na forma da colônia, tal qual, a

sua coloração tem que ser superior e/ou inferior em relação ao meio de cultura avaliado, onde ainda fatores como a elevação, a textura, o tipo de micélio, a forma marginal, densidade da colônia e efeitos do fungo deverão estar presentes no meio de cultura estudada (LACAP; HYDE; LIEW, 2003; ARNOLD; LUTZONI, 2007).

No entanto, trabalhos vem mostrando, que por sua vez, a taxonomia molecular aplicada largamente na identificação de fungos de amostras ambientais, ou seja, sem a necessidade de isolamento, ou ainda sem a obrigação da identificação de fungos que não geram esporos em condições *in vitro* conhecido como *Mycelia Sterilia*, a qual, tem facilitado de certa maneira a consignação de espécies previamente qualificadas através da taxonomia clássica, uma vez que um elevado número de encadeamentos particulares de DNA de espécies fúngicas se localizam depositados em bancos de dados biológicos (LACAP; HYDE; LIEW, 2003).

Pesquisas ainda relataram, que dentre os encadeamentos de DNA mais empregadas para assimilação de espécies de fungos, encontram-se por sua vez em maior quantidade, por espécie, colocadas no GenBank e acessadas no National Center for Biotechnology Information (NCBI), tal qual, se observou que, este é um encadeamento nucleotídeo que corresponde ao Espaçador Interno Transcrito de Sigla (ITS) do Ribosomal Ácido Desoxirribonucleico rDNA (GUO; HYDE; LIEW, 2000; (LACAP; HYDE; LIEW, 2003; NILSSON et al., 2008).

Trabalhos mostraram, que o espaçador interno transcrito, é mais experimentado como a região ITS, que por sua vez, compõe uma região de várias cópias, abrangendo nos eucariotos uma região não codificante (ITS1-Internal Transcribed Spacer 1), que é uma região codificadora do rRNA 5,8S e uma outra região não codificante (ITS2-Internal Transcribed Spacer 2) (PROMPUTTHA et al., 2007).

Observa-se ainda, que tal região, que proporciona aproximadamente 550 ppb, ou seja, partes por bilhão, que por sua vez combina a vantagem de resolução em várias escalas dentre elas ITS1, que evolui rapidamente, 5,8S, que é muito conservada, e ITS2, que por fim possui uma taxa de mudança bastante mitigada até consideravelmente veloz (HERSHKOVITZ; LEWIS, 1996; NILSSON et al., 2008).

Diante disto, existe a facilidade de ampliação de uma localização de diversas cópias, cuja a multiplicidade do encadeamento total ajuda na resolução no procedimento de identificação, tal qual, no estudo de fungos endofíticos, o encadeamento da região ITS é muito empregado, pois fornece uma excelente

resolução de isolados fúngicos abaixo da categoria de espécie para alguns dos endofíticos mais presentes (ARNOLD; LUTZONI, 2007). Tal região mencionada anteriormente, foi a região escolhida nesse trabalho para serem feitas as análises das sequências que foram obtidas e posteriormente confrontada com o banco de dados do NCBI.

Além do mais, há diversas pesquisas referentes a região conhecida como ITS, em análises filogenéticas, para a consignação do relacionamento filogenético entre diferentes tipos de isolados (ARNOLD; LUTZONI, 2007).

Para finalizar, vários estudiosos, verificaram que a assimilação das espécies pelo encadeamento da região ITS, é de enorme importância, no entanto, pode ofuscar espécies que são isoladas reprodutivamente entre si, mas não morfologicamente semelhantes, ou seja, tal qual, o banco de dados é ainda incompleto para um encadeamento molecular preciso e, além do mais, a multiplicidade dentro e entre espécies pode não ser tão consistente fazendo-se necessária uma análise filogenética, empregando múltiplos loci informativos (ARNOLD; LUTZONI, 2007; NILSSON et al., 2008; NILSSON; ABARENKOV; KRISTIANSSON, 2009).

#### **2.1.4 O Estudo de Microrganismos Endofíticos em Folhas de Banana**

Trabalhos abrangendo pesquisas acerca de fungos *Cocus nucifera* classificados como endofíticos, em frutas, não são muito comuns no Brasil, com relatos no açaí da espécie *Euterpe oleracea* Mart.), o coqueiro da espécie L., o citrus da espécie *Citrus limon* L., o cajá da espécie *Spondias mombin* L. (RODRIGUES; PETRINI, 1997; MARIANO, 1997; SILVA et al., 2006; ARAÚJO et al., 2001; JOHNSON; SANGCHOTE, 1994; RODRIGUES; SAMUELS, 1999).

Estudiosos avaliaram, determinados fungos endofíticos da raiz da bananeira, tal qual, o *Colletotrichum* é por sua vez o gênero mais corriqueiro, onde no trabalho foi contemplado cerca de aproximadamente 24 espécies de fungos endofíticos de folhas de bananeiras, no continente asiático, especificamente em Hong Kong e na Austrália (SIMMONDS, 1963; BROWN; HYDE; GUEST, 1998).

Outro trabalho relevante, acerca do estudo da banana, isolou cerca de aproximadamente 16 gêneros em folhas de bananeira da espécie conhecida como *Musa acuminata*, de três regiões do estado de São Paulo, tal qual, os resultados

mostraram que as espécies *Xylaria sp.*, *Colletotrichum musae* (Zimm.) H.hn., por sua vez, foram as mais frequentes, demonstrando-se assim, que a espécie *Xylaria* é comum em vetores tropicais, notando-se nesse estudo também, que a distribuição dos fungos endófitos foi semelhante nas três localidades (PEREIRA; VIEIRA; AZEVEDO, 1999).

Pesquisadores descobriram, que a espécie de bananeira conhecida como *Xylaria* é capaz de utilizar celulose e lignina, sendo importante decompositor de matéria orgânica após a morte de um vegetal em geral (CARROLL; PETRINI 1983).

Estudiosos observaram, que a função biológica das espécies denominadas de Xylariaceae ainda são pouco conhecidas, o que também de certa maneira, serve para as espécies fitopatogênicas, necessitando-se dessa forma que, mais pesquisadores que se interessem pela linha de pesquisa em questão (PETRINI; PETRINI, 1985; ROGERS, 1979).

Cientistas também empenhados no estudo da bananeira, por sua vez, neste trabalho, isolaram cerca de aproximadamente 132 endófitos da raiz e do rizoma de bananeiras, de oito regiões da América Central, especialmente pertencentes aos gêneros classificados como *Fusarium*, *Trichoderma*, *Verticillium* e *Acremonium* (POCASANGRE et al., 2000).

Trabalhos metodológicos, ainda a respeito da bananeira, isolaram cerca de aproximadamente 61 endófitos da espécie de banana específica de nome *Musa acuminata*, no país da Tailândia, tal qual, se foi observado que a *Xylaria* e *Guignardia cocoicola* Punith, foram as espécies com a maior presença nas folhas, no entanto, por sua vez, estiveram ausentes na raiz e no pecíolo, onde ainda, se pode perceber que a espécie *Colletotrichum gloeosporioides*, *C. musae*, *G. cocoicola*, *Mycelia sterilia* e *Xylaria sp.*, foram os mais comuns dentre os resultados abordados, percebendo-se desta maneira, que muitos endófitos analisados são fitopatógenos estabelecidos de bananeira, dando apoio à teoria de que o fungo endófito é um fitopatógeno em estado concentrado (PHOTITA et al., 2001).

Por fim, acerca do estudo com microrganismos endofíticos, estudiosos por sua vez, isolaram de folhas de bananeira especificamente da espécie conhecida como *Musa acuminata*, no país da China, os seguintes endófitos a seguir, *Gloeosporium musae*, *Myxosporium sp.*, *Deightoniella torulosa* (Syd.) M.B. Ellis, *Alternaria tenuis* Nees, *Sphaceloma sp.*, *Aureobasidium sp.*, *Meliola sp.*, *Uncinula sp.*, *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Sarcinella sp.*, *Cladosporium sp.*,



*Cephalosporium* sp. e *Mycelia sterilia*, mostrando-se ser um trabalho de muita relevância pela quantidade de resultados e conclusões obtidas com esses endofíticos encontrados (CAO; YOU; ZHOU, 2002).

### **2.1.5 Microrganismos Endofíticos e Hospedeiros**

Relevantes técnicas de adaptação, em uma velocidade ascendente, vêm sendo produzidos pelos diversos tipos diferentes de plantas, tais quais, muitas delas somente são admissíveis graças às interações com os microrganismos, dos quais se destacam os do tipo endofíticos, que foram relatados preliminarmente somente próximo ao século XIX, no entanto, foi somente no final da década de 70 do século XX, que eles começaram a ser tratados com maior ênfase em trabalhos científicos por todo o mundo (PEIXOTO NETO; AZEVEDO; CAETANO, 2004).

Em estudos científicos, percebe-se que esses microrganismos chamados de endofíticos têm papéis fundamentais para os seus variados tipos de vetores, pois proporcionam influência mútua, ou seja, simbióticas em partes dos vegetais ao qual está associado como raízes, folhas e sementes, e além do mais, são capazes de proteger as plantas do ataque de um numeroso grupo de insetos, de doenças e do ataque de mamíferos herbívoros por meio da produção de toxinas específicas (AZEVEDO, 1998; AZEVEDO, 1999; AZEVEDO et al., 2000; PEIXOTO NETO; AZEVEDO; ARAÚJO, 2002).

Os microrganismos do tipo endofíticos incluem especialmente os fungos e as bactérias que vivem na parte interna das plantas servindo assim de alguma forma de proteção fundamental a sobrevivência da planta, podendo viver de modo geral nas suas partes aéreas, como folhas e caules, sem causar aparentemente nenhum dano a estrutura fisiológica de seus vetores (AZEVEDO, 1998; PEIXOTO NETO; AZEVEDO; ARAÚJO, 2002; PEIXOTO NETO; AZEVEDO; CAETANO, 2004; ASSUMPÇÃO et al., 2009).

É muito relevante saber que os endofíticos vem sendo de primordial importância para a vida de toda a vegetabilidade sem acarretar ou provocar quaisquer transtornos a estes tipos de vegetais, sendo ainda por sua vez, bastante benéfico ao sistema ao qual está vinculado, auxiliando na sua estrutura física, química e biológica, onde, essas características citadas, são as que os fazem diferentes dos demais outros grupos de diversos variados tipos de organismos existentes, como exemplo, pode-se ser citado os classificados como fitopatogênicos,

que na verdade são nocivos às plantas, podendo causar muitas doenças a essas plantas que por sua vez podem perder toda a sua atividade metabólica por via bioquímica e os microrganismos definidos com epifíticos, que habitam na superfície dos órgãos e tecidos dos vegetais e podem causar um dano ou não a planta ao qual estiver atrelado (AZEVEDO, 1998; SOUZA et al., 2004).

Os endofíticos são virtualmente benéficos no uso da prática na lavoura, ou seja, no campo, e na indústria também, porém, são mais utilizados principalmente na indústria de alimento e farmacêutica, pois através de diversos estudos científicos, já ficou comprovado que a grande parte das espécies estudadas nestes trabalhos de endófitos mostraram uma enorme capacidade de utilização nas indústrias de defensivos agrícolas, além de serem empregadas como hospedeiros genéticos (VERZIGNASSI; HOMECHIN; VIDA, 1996; SOUZA et al., 2004).

Ainda mais a respeito dos endofíticos, eles podem e devem gerar o desenvolvimento de toxinas, antibióticos e outros fármacos, fatores de desenvolvimento de muitos outros produtos de virtual e possível interesse para a biotecnologia, além de empenharem outros desempenhos de importância para o vetor presente na matriz ambiental, gerando uma grande resistência ao estresse, as modificações de características fisiológicas e à elaboração de fitohormônios (AZEVEDO, 1998; AZEVEDO et al., 2000).

A real necessidade de estudos de endofíticos, vem aumentando o conhecimento no desenvolvimento do processo rural efetuado no campo, o que ultimamente vem acrescentando expressivamente um aumento no empenho de estudos, uma vez que, na promoção do desenvolvimento vegetal como no manejo biológico de pragas e doenças de plantas entre outras utilidades, onde eles se comportam, como possíveis e potenciais substitutos de produtos químicos, podendo favorecer desta maneira a preservação do meio ambiente, pois sabe-se, que a utilização de venenos químicos na agricultura é de alguma forma perigoso e danoso para toda a forma de vida existente naquele ambiente, podendo afetar desta maneira significativamente a fauna e a flora (SOUZA, 2001; PEIXOTO NETO; AZEVEDO; ARAÚJO, 2002).

Diante desta situação, os endofíticos oferecem uma admirável característica que tem como objetivo principal o de conceder proteção aos vegetais, seja pela sua presença nas plantas do tipo vetores, seja pela aplicação como administradores de controle biológico, que deverão promover uma eliminação de pragas agrícolas,

sendo que por isso, tem havido um aumento no interesse no estudo da presença, do potencial de colonização e da utilização de bactérias endofíticas, e de outros endófitos, para a promoção do crescimento e do controle biológico de doenças de plantas (SOUZA, 2001; MARIANO et al., 2004).

Vários estudos recentes já estão concluídos, e outros, estão em processo de elaboração com a finalidade de mostrar o cenário acerca das possíveis utilidades de endofíticos no espaço rural e na fabricação de medicamentos de valor financeiro, político e social, partindo-se também do preceito, de que os endofíticos exercem várias finalidades formidáveis no processo de adaptação da planta, mesmo que possam ser confundidos com patógenos latentes, tal qual estudos têm demonstrado, que em muitos casos, existe uma importante interação simbiótica com o hospedeiro, a qual envolve a produção de compostos que diminuem a herbivoria sobre os tecidos vegetais ou conferem resistência a fitopatógenos, além da produção de fitoreguladores que podem aumentar o desenvolvimento vegetal, dentre outros (SGROY et al, 2009; GIRI; DUDEJA, 2013).

Em linhas gerais, os endófitos encontram-se no meio orgânico, um perfeito lugar para a aquisição de alimentos e com uma menor disputa com outros microrganismos (PEIXOTO NETO; AZEVEDO; CAETANO, 2004).

Normalmente, os endofíticos adentram as espécies de plantas por entradas adequadas na forma de lesões, onde uma das aberturas de entrada mais acessadas pelos endófitos são as estirpes, onde a situação crítica de raízes laterais facilitam uma abertura, que serve de acesso para os microrganismos exercer o crescimento das raízes, ao penetrar no solo, gerando diversas abrasões que facilitam o ingresso de microrganismos (FORCHETTI et al, 2007; AZEVEDO, 1998). Distintas ferramentas de acesso são realizadas na forma de aberturas apropriadas como as do estômatos e hidatódios, aberturas causadas por insetos, e até por estruturas de fungos patogênicos, como os apressórios (FORCHETTI et al, 2007; AZEVEDO, 1998).

Determinadas características modificam qualitativamente e quantitativamente, na relação da biodiversidade da microbiota dos endofíticos, onde se pode destacar, a idade da planta, do tecido ou do órgão da planta, além do mais, o tempo gasto até as plantas ou suas partes para serem submetidas ao isolamento dos endófitos, compreendendo que uma mesma planta pode possuir microrganismos epifíticos e patogênicos simultaneamente, além claro, dos endofíticos, onde o isolamento

desses últimos devem ser feito a partir do interior de tecidos e órgãos sadios, evitando-se, assim, a presença dos microrganismos que causam doenças a planta (PEIXOTO NETO; AZEVEDO; CAETANO, 2004). Para manter a saúde da vegetabilidade, é recomendado a realização de uma desinfecção da região externa do fragmento deste vegetal, excluindo-se o material não desejado, através do qual, os microrganismos do tipo epifíticos podem se desenvolver (PEIXOTO NETO; AZEVEDO; CAETANO, 2004; PEIXOTO NETO; AZEVEDO; ARAÚJO, 2002).

A análise dos intercâmbios entre plantas e microrganismos, além de contribuir grandemente para o entendimento de muitos processos químicos e ecológicos, pode também, resultar no estabelecimento de fontes alternativas de substâncias de interesse para a humanidade, tais como as substâncias detentoras da ação farmacológica, enzimáticas, e de muitos outros produtos de potencial emprego na agricultura e nas indústrias alimentícia, farmacêutica e química (SANTOS et al., 2008).

#### **2.1.6 Controle Biológico - Microrganismos Endofíticos**

Em certos períodos do desenvolvimento do meio rural e da necessidade de alimentos no mundo cada vez maior, os pesticidas químicos têm sido aplicados na agricultura, porém, além de seus riscos para a saúde humana, também causam fortes desequilíbrios no meio ambiente, destruindo os inimigos naturais das diferentes pragas de culturas nas áreas em que são utilizados (GRIGOLETTI JUNIOR; SANTOS; AUER, 2000; MEDEIROS; VILELA; FRANÇA, 2006).

O manejo químico, pode gerar problemas na microbiota benéfica da vegetabilidade, além de frequentemente deixar resíduos no meio ambiente, como no solo, na água, no ar, e nos alimentos, onde as metodologias de evitar a proliferação de doenças bacterianas em plantas tem a limitação quanto à disponibilidade de insumos químicos, que nessa situação, são aplicados apenas em alguns poucos antibióticos, além de outros produtos de ação bactericida ou de indução de resistência, sendo que na verdade, o ideal seria empregar produtos de baixa toxicidade no controle dessas doenças, visando à diminuição dos danos ao meio ambiente (ETHUR et al., 2007; SILVA et al., 2008).

A utilização de microrganismos como uma ação de controle biológico, e também de acesso ao processo de desenvolvimento, vem sendo apontada como alternativa viável para sistemas de produção agrícola ecológica e economicamente

sustentáveis, onde o controle biológico de antagonistas tem possibilitado solução viável para várias doenças consideradas de difícil controle (COMPANT et al., 2005; SOUSA; SOARES; GARRIDO, 2009; MOURA; ROMEIRO; NEVES, 1998).

O manejo biológico de bactérias vem sendo motivo de estudos, por se tratar de um método natural, sem causar impactos ao meio ambiente com baixos efeitos toxicológicos, onde tais controles biológicos, visam manter, mediante certas práticas, um equilíbrio no agroecossistema, de modo que o vetor, na companhia do patógeno, não sofra danos consideráveis, pelo fato da ação controladora exercida pelos organismos não patogênicos no sistema (SILVA et al., 2008; GRIGOLETTI JUNIOR; SANTOS; AUER, 2000).

Metodologias de combate ao controle de microrganismos, devem ocorrer por meio de diversos mecanismos, tais como se pode destacar através do desenvolvimento de ácido cianídrico, bacteriocinas e antibióticos, competição por espaço,  $Fe^{3+}$  e outros nutrientes, parasitismo, indução de resistência e proteção do tipo cruzada (MARIANO et al., 2004).

Diversas análises científicas, vêm relatando nos últimos anos que a variedade de microrganismos que uma planta armazena, bem como suas relações adversas, surgem como ferramentas importantes para o controle biológico aplicado (LANNA FILHO; FERRO; PINHO, 2010).

Pode-se analisar como um exemplo de manejo no controle biotecnológico de certas doenças, um microrganismo não patogênico com necessidades nutricionais semelhantes às do patógeno, para promover uma competição por nutrientes e espaço físico e, conseqüente, controle da disseminação da enfermidade (CARROLL, 1988).

Uma nova metodologia no desenvolvimento do controle de manejo ambiental de endofíticos pode ser embasada na possibilidade que determinados microrganismos possuem de gerar substâncias de interesse biotecnológico como no desenvolvimento de medicamentos especificamente e basicamente como os antibióticos, que cada vez mais necessitam de mudanças nos níveis de resistência contra os patógenos (CARROLL, 1986).

Pesquisas baseadas no emprego de endofíticos, especificamente, no estudo do manejo biológico, de enfermidades relacionadas com a ascendência de fungos e bactérias, têm sido gerados e, múltiplas conseqüências esperançosas têm sido

demonstradas, comprovando a real capacidade que esses grupos possuem no estudo da biotecnologia (CONTI, 2007).

Porém, mesmo mostrando-se em diversos trabalhos científicos pelo mundo todo, através de metodologias viáveis aos inseticidas químicos, muito ainda se precisa ser feito para que esses microrganismos de fato sejam empregados no desenvolvimento das atividades do campo (HANSON et al., 1993).

Diversas medidas têm sido adotadas, com o intuito de melhorar a reprodução no campo em relação aos resultados obtidos em estudos científicos, avaliando-se a influência de fatores externos, como as condições climáticas específicas de cada região e a interação com outras espécies vegetais que ocorrem no mesmo local, entre outros interferentes (MAGALHÃES et al., 2008).

É importante verificar também, que os caminhos da ação desses microrganismos, e a quantidade de endófitos que devem ser cultivadas e, as melhores maneiras de entrada no vetor, necessitam cada vez mais da continuidade e da intensificação de estudos nessa área (STURTZ; MATHESON, 1996; BENCHIMOL et al., 2000; RUBINI et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2006; SHIOMI et al., 2006; SHIOMI; MELO; MINHONI, 2008; SILVA et al., 2008; BARRETTI et al., 2009; ROCHA et al., 2009).

### **2.1.7 Controle Biológico - Bactérias Endofíticas**

Como uma boa opção às plantas transgênicas, a inoculação de microrganismos endofíticos geneticamente alterados, pode exercer uma passagem para as plantas poderem se beneficiar de genes que são de origem externa, ou seja, onde os isolados endofíticos podem atuar como vetores para expressar as proteínas como uma atividade inseticida, por exemplo, levando ao aumento da resistência das plantas inoculadas a doenças e/ou insetos do tipo praga (COTTYN et al., 2009).

O incentivo na resistência nas plantas do tipo vetores, gerada pela presença dessas bactérias, pode ampliar a persistência dos agrotóxicos, porque a durabilidade dessa resistência, pode decrescer, diante da elevada variabilidade genética dos fitopatógenos, além de os ingredientes ativos dos agrotóxicos apresentarem-se um limitado espectro de ação para os organismos classificados como alvo (KUMAR et al., 2012; HARDOIM et al., 2012; REINHOLD-HUREK; HUREK, 2011).

No meio do estudo do campo, ambientalmente sustentável, as rizobactérias também se instituem como uma excelente estratégia para amenizar os resíduos tóxicos no meio ambiente, que são resultantes do uso sem consciência de agrotóxicos, tal qual é por isso mesmo, que numerosos estudos vêm sendo elaborados no intuito de avaliar os inúmeros benefícios das rizobactérias para várias espécies vegetais (ROSENBLUETH; MARTÍNEZ-ROMERO, 2006; JHA et al., 2013).

Diante disto, as lectinas do tipo ervas, como as aglutininas de *Pinellia ternata* (PTA), e as aglutininas de *Galanthus nivalis* (GNA), têm se demonstrado de grande funcionalidade, no sentido de proporcionarem uma comprovada atividade inibitória contra as pragas homópteras que são importantes da cultura do arroz, como as cigarrinhas e os pulgões, através do qual, o primeiro estudo envolvendo a transformação de lectinas vegetais, mais especificamente a transferência das PTAs para bactérias endofíticas e sua reinoculação como endofíticos recombinantes em plântulas de arroz, foi desenvolvido (ZHANG et al., 2011).

Algumas pesquisas interessantes do ponto de vista biotecnológico no manejo das cigarrinhas da espécie *Sogatella furcifera* (WBPH), que vem a ser um agente causal da doença conhecida como queima por sucção, foram avaliados com sucesso pela expressão do gene da lectina vegetal na bactéria endofítica *Enterobacterium cloacae* cepa SJ-10, uma vez que as plântulas de arroz inoculadas com rSJ-10, que é o nome dado à bactéria modificada, onde se percebeu, que esses grupos adquiriram uma atividade inseticida contra a praga em questão, fazendo-se da utilização de endofíticos recombinantes para melhorar de certa maneira a resistência desse vegetal à cigarrinha WBPH, mostrando-se assim, um novo método de combate a essa importante praga da cultura do arroz (LASLO et al., 2012).

Ainda a respeito da pesquisa anterior, é muito importante destacar, que a bactéria classificada como endofítica pode, assim, ser utilizada futuramente como um hospedeiro vivo para a expressão das PTAs no controle dessas cigarrinhas, o que traz importantes implicações para o controle de pragas sugadoras de seiva, utilizando-se um endófito geneticamente modificado como biopesticida microbiano, mostrando dessa forma a importância do estudo de endofíticos para a biotecnologia (COMPANT; CLÉMENT; SESSITSCH, 2010).

### 2.1.8 Controle Biológico - Fungos Endofíticos

Com o intuito de observar o potencial e o controle biológico do fungo conhecido como *Crinipellis perniciososa*, causador de uma doença conhecida como vassoura de bruxa do cacau, pesquisadores avaliaram a comunidade de fungos de vegetais presentes no cacau, que são resistentes e suscetíveis à doenças, onde os fungos isolados foram identificados e avaliados *in vitro* e *in vivo* pela habilidade de inibir o patógeno, e entre os fungos examinados, *Gliocladium catenulatum*, houve uma diminuição na presença da doença em até 72,00%, demonstrando-se assim a importância do estudo e da aplicabilidade de endofíticos na melhoria genética do desenvolvimento do campo (RUBINI et al., 2005; MOORE, 1996).

Pesquisas através da seleção da linhagem de fungos do tipo endofíticos, caracterizadas de folhas de confrei, mostraram um grande potencial biotecnológico de antagonismo *in vitro* contra a linhagem fitopatogênica *Sclerotinia sclerotiorum*, agente do mofo branco, que causa danos em culturas principalmente de feijão (ROCHA et al., 2009; SREEKANTH et al., 2009).

### 2.1.9 Microrganismos Endofíticos e Crescimento de Plantas

Nos últimos anos, tem sido aplicado no campo rural, a necessidade do entendimento de sustentabilidade, onde a prática de uma agricultura requer a utilização de métodos que permitam o aumento do desenvolvimento de alimentos sem prejuízo ao meio ambiente e a saúde, tal qual, dentro do contexto econômico, social e político de cada região, onde a utilização de microrganismos que promovem o crescimento da vegetabilidade em geral, vem se tornando uma das alternativas para a agricultura contemporânea, para poder enfrentar o desafio de promover o aumento da produção de culturas, gerando uma sustentabilidade, sendo que entre esses microrganismos, pode-se destacar os conhecidos como endofíticos (MARIANO et al., 2004; LOPES et al., 2006).

Esses meios de incentivar o desenvolvimento da vegetabilidade apresentada pelos endofíticos, tem sido aplicada a mecanismos diretos tais como aqueles que armazenam o gás nitrogênio (N<sub>2</sub>), com a fabricação de fitohormônios, e indiretos como antagonismo a fitopatógenos, tais quais, percebe-se que na grande parte dos gêneros de bactérias endofíticas, a produção de compostos orgânicos como as auxinas, o etileno e as citocininas, propicia o aumento da absorção de água e



nutrientes bem como também a supressão de microrganismos nocivos, que por sua vez, são responsáveis pela promoção do crescimento de toda a vegetabilidade em geral (PEIXOTO NETO; AZEVEDO; ARAÚJO, 2002; LOPES et al., 2006; MARIANO et al., 2004).

Através de numerosos levantamentos bibliográficos, fica bem claro, que ultimamente, diversos e numerosos estudos científicos, com o tema principal a cerca de endofíticos e biotecnologia na aplicabilidade e na produção do campo, e no aumento de referências acerca do desenvolvimento da maior vegetabilidade do mundo, que vem aumentando promissoramente, onde percebe-se, que já foram avaliados as seguintes espécies com milho (*Zea mays*), fumo (*Nicotiana tabacum*), hortelã do tipo pimenta (*Mentha piperita*), maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis*), pinha (*Annona squamosa*), tomateiro (*Solanum lycopersicum*), abacaxizeiro (*Ananas comosus*), apresentando respostas promissoras para o futuro do estudo na área biotecnológica e sustentável (VARMA et al., 1999; MUCCIARELLI et al., 2003; LOPES et al., 2006; SILVA et al., 2006; BARRETTI et al., 2008; BARRETTI; SOUZA; POZZA, 2009; BALDOTTO et al., 2010).

Levantamentos através da análise de referências com bactérias endofíticas dos gêneros *Acetobacter*, *Acinetobacter*, *Actinomyces*, *Agrobacterium*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Curtobacterium*, *Pantoea*, *Pseudomonas* e *Xanthomonas*, entre outros, têm sido usualmente aplicadas no desenvolvimento e no crescimento de plantas, onde além das bactérias, os fungos endofíticos também tem como originar o crescimento vegetal, onde entre as espécies mais conhecidas estão as *Piriformospora* indica, que vem a ser um basidiomiceto que povoa os endofíticos nas raízes de inúmeras espécies vegetais, aumentando-se assim o seu crescimento (PENNA, 2000; PEIXOTO NETO; AZEVEDO; ARAÚJO, 2002).

#### **2.1.10 Interesse Econômico de Microrganismos Endofíticos**

Referências bibliográficas diversas já mostram que as espécies como as bactérias e os fungos têm sido bastante utilizados na evolução da biotecnologia como produtores de diferentes substâncias de interesse econômico, tais como enzimas, antibióticos, vitaminas, aminoácidos e esteroides, onde fica claramente evidente, que dentre as quase 300.000 espécies de toda a vegetabilidade presente

no planeta Terra, cada indivíduo é somente vetor de um ou até mesmo de vários microrganismos (BRAGA; DESTÉFANO; MESSIAS, 1999; STROBEL; DAISY, 2003).

Mesmo diante de numerosos estudos, ainda se sabe até o momento, uma pequena quantidade de toda a vegetabilidade existente até então, onde estudos foram avaliadas em toda a sua essência quanto ao nível máximo de conhecimento, onde isto gera um fator de uma boa perspectiva para encontrar novos resultados com uma virtual utilização entre as plantas que compõem esse ecossistema, produzindo-se assim, uma enorme esperança de respostas futuras dentro da evolução da biotecnologia e principalmente na melhoria da vida de todas as pessoas como a implementação de novos fármacos (STROBEL; DAISY, 2003; RYAN et al., 2008).

Referências científicas ainda demonstram, que os microrganismos endofíticos são potenciais geradores de produtos naturais, que por sua vez, são ativos biologicamente e quimicamente autênticos, para a exploração no ramo da medicina, no meio rural e na manufatura, onde eles podem ser utilizados como fontes de metabólitos primários e secundários de interesse econômico como é o exemplo do taxol, que é um poderoso anticancerígeno (STROBEL; DAISY, 2003; TEJESVI et al., 2007; STAMFORD; ARAÚJO; STAMFORD, 1998; CARRIM; BARBOSA; VIEIRA, 2006; LI et al., 1996; STROBEL, 2002; WANG et al., 2000; GUO et al., 2006; GANGADEVI; MUTHUMARY, 2008, GANGADEVI; MUTHUMARY, 2009; VISALAKCHI; MUTHUMARY, 2010).

Estudos de interesse social, econômico e político, foram desenvolvidos para demonstrar a evolução de metabólitos do tipo primários, que por sua vez, são amplamente de interesse econômico, tal qual, foram isoladas bactérias endofíticas de *Jacaranda decurrens* selecionando diferentes tipos de enzimas de interesse biotecnológico (CARRIM; BARBOSA; VIEIRA 2006).

Outro trabalho interessante, determinou 10 espécies de bactérias, que por sua vez foram isoladas e identificadas, percebendo-se assim, que todas apresentaram atividade enzimática, com uma maior predominância de atividade proteolítica e amilolítica, seguidas das atividades lipolítica e esterásica, onde demonstraram a importância do estudo para a melhoria do conhecimento da biotecnologia de endofíticos (CARRIM; BARBOSA; VIEIRA, 2006).

Estudos ainda apontam, para a funcionalidade dessas enzimas produzidas por microrganismos, que apresentaram uma virtude e funcionalidade em diversos

seguimentos, como no processamento de alimentos, na fabricação de detergentes, de tecidos, de produtos farmacêuticos, na terapia médica e por fim na biologia celular e molecular (STAMFORD; ARAÚJO; STAMFORD, 1998; CARRIM; BARBOSA; VIEIRA, 2006).

Estudos já bem avançados, têm mostrado que os chamados endofíticos podem interferir na prioridade e no desempenho de insetos conhecidos como herbívoros, ou seja, que necessitam da matéria prima natural para a sua sobrevivência, na qual as primeiras publicações com endofíticos demonstraram que as presenças desses microrganismos resultavam na diminuição dos danos causados por fitófagos (OKI et al., 2009; MARANCA, 1980).

Ultimamente numerosas pesquisas complacentes acerca do conhecimento de endofíticos quanto ao bloqueio e ao acometimento por pragas, já foram divulgados em vários meios técnicos de imensa confiabilidade no mundo todo, gerando-se assim, resultados importantes quanto ao conhecimento da utilização de endofíticos na substituição pelos agrotóxicos que são largamente utilizados atualmente, onde tais agrotóxicos, diferem dos endofíticos, pelo fato primordial dos agrotóxicos serem quimicamente fortes e perigosos ao meio ambiente (RAPS; VIDAL, 1998; MEISTER et al., 2006). Diante disto, está havendo cada vez mais uma elevada importância para o uso desses microrganismos no controle aplicado a biotecnologia de pragas e patógenos em técnicas aplicadas no campo (AZEVEDO et al., 2000).

Além de cumprirem uma virtual qualidade na evolução de plantas, ou agentes de controle biológico de patogenias, podem mostrar outros efeitos de relevância em práticas no campo, onde alguns microrganismos ampliam a sua tolerância as plantas à seco, enquanto outros promovem a fixação não simbiótica do  $N_2$  atmosférico nessas mesmas plantas (AZEVEDO, 1998).

Metodologias abordadas, procuraram verificar o potencial para a biotecnologia da comunidade de bactérias do tipo endofíticas em grãos de feijão, onde se foi possível constatar que cerca de 16,00% dos organismos avaliados mantiveram constantes o desenvolvimento de fungos fitopatogênicos, e cerca de 100,00% produziram o ácido indolacético (AIA), e 36,00% solubilizaram na solução de fosfato (ASSUMPÇÃO et al., 2009).

Pesquisas já avaliaram que a retenção de gás nitrogênio  $N_2$ , não está disponível na forma de  $N_2$  livre, mas que na verdade, está livre na forma basicamente de  $NH_4^+$ , onde a produção de AIA *in vitro* por bactérias diazotróficas

endofíticas associadas a raízes de arroz (*Oryza sativa*) foram resultados promissores para a evolução e para o desenvolvimento da biotecnologia (KUSS et al., 2007).

Numerosas análises, verificaram que a variedade de microrganismos endofíticos na vegetabilidade da mandioca conhecida como *Manihot esculenta*, quanto a retenção de N<sub>2</sub>, se mostrou totalmente favorável na fixação de gás nitrogênio atmosférico, e também na elaboração de AIA, onde resultados satisfatórios foram obtidos, dando assim, uma boa esperança para a aplicação da mandioca na biotecnologia de endofíticos.

Outras análises de pesquisas científicas, mostraram que o surgimento de bactérias endofíticas nas várias formas de vegetabilidade da mandioca com a capacidade para reter o gás nitrogênio atmosférico e para produzir o AIA in vitro, resultou em um potencial para gerar o desenvolvimento da planta (TEIXEIRA et al., 2007).

Pode ser observado, que diversas metodologias recentes, têm demonstrado que os microrganismos do tipo endofíticos, podem ser utilizados também como hospedeiros para o ingresso de características de interesse para a área da biotecnologia na planta, onde diante disto, os endofíticos poderiam ser alterados de forma geneticamente, e expressando-se assim, genes de interesse para a medicina e para a fisioterapia, ao serem utilizados para o controle de fitopatógenos, estimulando a promoção do crescimento vegetal e a síntese de vitaminas, aminoácidos, entre outros produtos de interesse econômico (PEIXOTO NETO; AZEVEDO; CAETANO, 2004).

## 2.2 BANANICULTURA

### 2.2.1. O Estudo de Frutíferas

Entende-se ao longo do tempo e da evolução histórica da humanidade, que o fruto é basicamente o resultado do desenvolvimento de um ou mais ovários, em decorrência, da fecundação existente no meio da vegetabilidade natural, onde também, no entanto, se percebe que o fruto pode incluir tecidos não provenientes diretamente do ovário com uma origem no cálice ou no receptáculo, que são os chamados pseudofrutos, ou ainda nos caules da inflorescência, que são conhecidos também como infrutescências (SHILS; OLSON; SHIKE, 1994).

Já se sabe há muitos anos, que as frutas são comercializadas no planeta, desde os países mais pobres até os países tido como os mais ricos, não só pelo seu sabor, mas, também principalmente, por serem fontes de minerais e vitaminas de todos os tipos, onde os minerais costumam se ajustarem ao metabolismo de diversas enzimas, onde também por sua vez, o balanceamento da presença do teor ácido-base, as pressões osmóticas, a atividade muscular e nervosa, estimulam a transferência de compostos essenciais através das membranas celulares e, em determinados casos, fazem parte dos elementos constituintes dos tecidos do organismo em geral (SHILS; OLSON; SHIKE, 1994).

Diversos estudos a respeito do clima no Brasil, demonstram que as características climáticas desse país, e suas funções ou condições climáticas, proporcionam uma grande potencialidade produtiva de frutas frescas para o mercado interno e mundial, aproveitando principalmente um momento positivo para o mundo todo, onde a vida saudável está por sua vez vinculada também ao consumo de frutas como alimentos fundamentais e indispensáveis na mesa, ou seja, no consumo diário, onde também, mas atualmente, através de diversos estudos e pesquisas científicas cada vez mais intensas, a população mundial obteve enfim a visão de que alimentos não são somente para nutrir, mas oferecem também, compostos ou grupos biologicamente ativos, que proporcionam benefícios adicionais à saúde e funcionam como antioxidantes naturais, evitando desta maneira, a proliferação de muitas doenças e dentre elas uma das mais aterrorizantes na atualidade que é o câncer (CARVALHO, 2010).

### **2.2.2 Origem, História e Disseminação do Cultivo da Banana**

Muitos trabalhos de aspectos históricos, demonstram que uma grande parte das frutas, poderiam servir como alimento presente na dieta humana, como é o caso da banana, que por sua vez, tem como origem fortemente comprovado o sudeste asiático, especificamente nas regiões que atualmente compreendem as Filipinas, Malásia e a Indonésia, onde por sua vez, tem-se conhecimento do cultivo da fruta da banana em Papua Nova Guiné entre 5.000 e 10.000 a.C, o que leva a entender, do ponto de vista histórico a sua população como uma das precursoras no cultivo e no manejo da bananicultura (SILVA, 2003).

Através do comércio firmado basicamente pelos povos árabes e persas, situados hoje em dia entre a Índia e o norte da Austrália, no decorrer dos séculos V e VI, o cultivo e manejo da banana se desenvolveu significativamente pelo sul do continente asiático e chegou a diversas ilhas do Pacífico, dentre elas o Havaí, junto com o deslocamento da população da Polinésia (WTO, 2006).

Há relatos ainda de estudos científicos e históricos, que relatam que a África Ocidental provavelmente recebeu suas primeiras mudas cultivadas de banana há mais de três mil anos, tal qual mesmo através dos estudos atuais, ainda não houve um consenso em relação aos responsáveis por este transporte, porém, é importante ressaltar ainda, que neste mesmo período no continente europeu, a banana no século X, ainda era basicamente muito desconhecida pela população em geral (LANGHE, 1995).

Há diversos estudos no banco de dados a respeito da fruta banana na literatura greco-romana, onde se relatam que as muitas navegações portuguesas e espanholas no século XV, foram as responsáveis pela rápida disseminação da bananeira na América, onde encontrou condições climáticas favoráveis para o seu manejo, cultivo e desenvolvimento (MORTON; MACLEOD, 1990).

### **2.2.3 Importância da Banana para o Mundo**

Pesquisas científicas, relatam ainda, que a banana está entre os quatro alimentos mais produzidos no planeta, conforme os valores da Tabela 1, na atualidade, estando somente atrás do arroz, trigo e milho, onde a banana na grande parte dos países em que é produzida, vem em muitas das vezes a ser a principal fonte econômica, gerando desta maneira, possibilidades de emprego e renda para uma parte expressiva da população, conforme comprovam os estudos do Centro de Socioeconômica e Planejamento Agrícola e, da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EMBRAPA-EPAGRI, 2009). Vale lembrar ainda, que o baixo valor no investimento inicial e a certeza de uma boa colheita dessa frutífera em específico que é a banana, torna esta fruta a “menina dos olhos” de uma boa parte de pequenos agricultores que querem dar início a um tipo de plantio no seu sítio ou fazenda.

Tabela 1 - Área, Produção e Produtividade Média de Banana no Mundo em 2015

PAÍSES	ÁREA (ha)	PRODUÇÃO (t)	PRODUTIVIDADE (kg/ha)
Índia	445.000	11.000.000	24.719
Brasil	536.842	6.301.494	12.110
Equador	193.601	5.000.000	25.826
China	214.000	4.812.529	22.488
Filipinas	337.100	3.560.800	10.563
Indonésia	269.778	3.165.730	11.734
Costa Rica	50.000	2.101.449	42.029
México	74.818	1.802.278	24.088
Tailândia	134.000	1.720.000	12.835
Colômbia	50.400	1.570.000	31.150
MUNDO	1.647.198	41.034.280	217.542

Fonte: FAO (2015).

A banana apresentou, nas três últimas décadas, um aumento considerável de cerca de aproximadamente 122,0% no volume mundial de produção nas exportações conforme demonstrado na Tabela 2, onde se percebe um salto na produção de 36,7 milhões de toneladas entre os períodos de 1979/80 para 81,3 milhões de toneladas na produção 2014/2015 (FAO, 2015).

Vários estudos de órgãos de fiscalização pelo mundo todo, fornecem informações relevantes, de que se por exemplo forem realizadas diversas comparações entre essas metodologias de comparações entre a banana e outras frutas, a banana é somente ultrapassada pela melancia com aproximadamente 92,7 milhões de toneladas de produção, seguida pela uva que se encontra na posição de número 3, com uma produção média de 67,1 milhões de toneladas, seguida pela maçã, com 65,7 milhões de toneladas de produção e por fim pela laranja, com 64,5 milhões de toneladas, de produção (FAO, 2014).

Na figura 1, a seguir mostra um destaque internacional na produção de banana liderado pela Índia seguida por China, Filipinas, Brasil, Equador e Indonésia. Pelo imenso território e condições climáticas disponíveis no Brasil, deveria por aqui existir uma prática da bananicultura de forma bem mais intensa do que é visto atualmente.

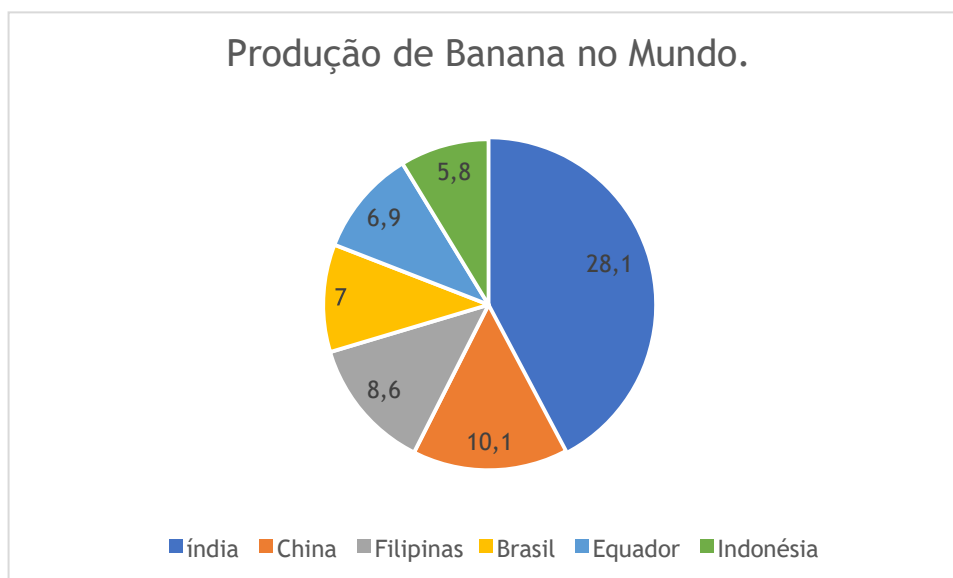


Figura 1 - Ranking dos Principais Países Produtores de Banana no Mundo em Porcentagem %  
(Fonte: FAO, 2015)

Levantamentos ainda mostram que no Brasil, a banana é um produto de enorme aceitação no mercado e de grande consumo, devido a sua importância na disponibilidade de nutrientes químicos como o K, e pelo seu preço acessível a todos, onde também, segundo a FAO, em 2015 o consumo nacional de banana alcançou cerca de 42,9 quilogramas/habitantes/anos, ficando atrás somente da laranja com 52,7 quilograma/ habitante/ano (FAO, 2015).

Basicamente o manejo e a forma de cultivo de banana são realizados por pequenos, médios e grandes produtores, mas há uma maior presença na produção dos dois primeiros citados anteriormente, levando-se em consideração, que a banana apresenta uma admirável origem de fonte de renda para a unidade produtiva, pois tem uma produção basicamente inalterada em todo o ano, gerando desta maneira uma renda semanalmente para todos as esferas relacionadas com a produção da banana (FILHO, 2008).

Ao mesmo tempo que a produção de banana pode ser distribuída ao longo de um ano, ela ainda necessita de uma maior colaboração por parte dos órgãos responsáveis no Brasil e em todo o mundo, para o investimento no desenvolvimento agrário (FILHO, 2008).

Através de estudos se observa ainda, que essa forma de cultivo de cultura, ou seja, a bananicultura, é repassada de geração em geração, sendo a maior parte da



sua produção ligada as pequenas famílias que estão no campo e de certa maneira possuem algum tipo de parentesco (FILHO, 2008).

Tabela 2 - Principais Países Produtores, Importadores, Exportadores e Consumidores de Banana no Ano de 2015

País Produtor	Produção (t)	País Importador	Quantidade importada U\$ 1000	País Exportador	Quantidade Exportada U\$ 1000
Índia	11.000.000	EUA	1.387.194	Equador	1.058.729
Brasil	6.301.494	Alemanha	686.452	Bélgica	747.078
Equador	5.000.000	Sem informação	577.874	Costa Rica	588.029
China	4.812.529	Bélgica	574.648	Colombia	476.102
Filipinas	3.560.800	Japão	469.913	Filipinas	217.040
Indonésia	3.165.730	Itália	376.793	Guatemala	191.372
Costa Rica	2.101.449	França	223.259	EUA	177.013
Tailândia	1.720.00	China	163.151	França	174.377
México	1.802.278	Canadá	161.246	Itália	139.351
Colômbia	1.570.000	Suécia	159.079	Panamá	138.748

Fonte: FAO (2015).

\*Consumo aparente = Produção + Importação – Exportação.

Segundo estudos estatísticos e probabilísticos, pesquisas demonstram ainda, que a cultivo no planeta da bananicultura em 2009 foi de 91,4 milhões t (Toneladas), em um espaço de aproximadamente 45,1 milhões de hectares, sendo o Equador o grande vendedor no planeta, seguido logo pela Costa Rica e Filipinas respectivamente (LEITE; JUNIOR, 2006).

O Brasil, aparece como o 14º maior exportador do planeta, tais quais, entende-se que os grandes importadores mundiais são os estados Unidos, a Alemanha e a Bélgica, onde segundo informações estatísticas, a produção nacional em 2015 foi de quase 7 milhões de t, seguido pela exportação que foi de aproximadamente 212 milhões de t, o que mostra ainda, que o comércio é voltado ao mercado interno, porque percebe-se que apenas 3,00% do que é produzido é exportado, sendo os principais destinos da exportação são os países da Argentina, Uruguai, Reino Unido e Irlanda do Norte (MARTINI, 1990).

## 2.2.4 O Estudo da Banana no Brasil

Estudos demonstram na tabela 3 a seguir, que fatores favoráveis no Brasil de uma certa forma foram cruciais para o cultivo e manejo da bananicultura, onde se observa-se ainda, que se espalhou rapidamente por entre as comunidades indígenas, onde em pouco tempo, passou a ser parte integrante de um número significativo de práticas tradicionais do meio rural, ou seja, do campo, que por sua vez de certa forma também se mostrou uma excelente fonte de matéria-prima para a produção de artefatos de uso diário, como cestos e balaios, onde os métodos de preparo do material foram gradualmente desenvolvidos e passados de geração em geração, sendo utilizados até o momento contemporâneo na elaboração de peças de artesanato de todos os tipos e variedades (NASCENTE, 2003).

Tabela 3 - Área Plantada e Produção nas Regiões Brasileiras e Total Nacional no Ano de 2015

Regiões	Produções (t)		Rendimento Médio (Kg/ha)	
	2014	2015	2014	2015
Norte	798.418	985.554	8.145	9.985
Nordeste	1.584.148	1.921.955	14.147	14.239
Sudeste	1.754.174	1.971.107	16.774	15.987
Sul	558.147	864.565	21.489	22.378
Centro-Oeste	401.478	557.682	9.187	10.258
Total	5.096.365	6.301.494	69.742	72.847

Fonte: FAO (2015).

De acordo com os estudos probabilísticos da Food and Agriculture Organization (FAO), o Brasil atualmente, é o quarto maior produtor mundial de banana, com aproximadamente cerca de 9,7 milhões de toneladas, estando atrás somente das Filipinas (10,5 milhões), China (12,7 milhões) e da Índia (19 milhões), respectivamente, onde a produtividade brasileira média ainda é muito baixa, apenas 14,6 t/ha, diante do desempenho dos outros países que lideram o mercado global, como a China, com uma produtividade de 65,8 t/ha, onde o cultivo e o manejo da cultura cobre cerca de 615 mil hectares do território brasileiro verificado na tabela 4, enquanto, pode-se perceber por exemplo, que na China, com seus 210 mil hectares (FAO, 2015).

Tabela 4 - Área Plantada, Volume Produzido e Rendimento Médio de Banana nos Principais estados e no País

Estados	Produção (t)		Área (ha)		Produtividade (kg/ha)	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
São Paulo	1.754.950	1.485.610	70.480	78.210	26.150	26.540
Bahia	958.480	1.478.230	50.480	51.950	17.950	18.270
Minas Gerais	748.150	957.120	47.140	47.980	18.500	18.980
S. Catarina	687.180	895.140	31.150	31.750	24.840	25.010
Pará	701.460	985.140	60.950	61.210	10.350	11.570
Ceará	365.770	685.170	45.140	45.780	10.980	11.510
Pernambuco	410.920	518.950	42.980	43.140	10.360	10.790
Outros	2.352.910	2.748.930	204.210	201.690	11.950	12.310
Total estado	7.979.820	9.754.290	552.530	561.710	131.080	134.980

Fonte: FAO (2015).

Conforme relatado nas pesquisas da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX), estudos apresentam ainda que, apesar de ter sido a segunda fruta mais exportada, em volume, em 2015, com um total de aproximadamente 358 mil toneladas, ficando atrás somente para a laranja, que por sua vez, teve uma produção média de 389 mil toneladas, a banana foi a sétima em faturamento, com um valor estimado em dólares de cerca de US\$ 29 milhões, onde também segundo a SECEX, já em 2015, a quantidade de venda de banana foi de cerca de 32,00% maior que a demanda de venda referente ao mesmo período de 2014, notando-se desta maneira, que isso equivale a aproximadamente cerca de 374 mil toneladas, gerando uma receita de 29 milhões de dólares (SECEX, 2015).

Fatores como clima e solo, são favoráveis e estão fortemente presentes no Brasil, para a prática da bananicultura, colocando desta forma o país, dentre um dos principais países do mundo na exportação de frutas, tal qual, especificamente a respeito da bananicultura, ainda se encontra longe de se destacar como um líder, em referência as exportações para os países mais desenvolvidos, pelo simples fato desses países possuírem os mercados mais exigentes do mundo na compra de frutas (LOCKHART; OLSZEWSKI, 2013).

Mesmo com uma produção de qualidade e confiabilidade do manejo, cultivo e disponibilidade da técnica da bananicultura, em linhas gerais, não é bem vista para os mercados, mas exigentes, como é o caso do mercado europeu e do mercado norte-americano, pelo fato de principalmente não atenderem às exigências desses

mercados, principalmente em relação às qualidades como sabor e textura da fruta (NOGUEIRA; TORREZAN, 2009).

O surgimento de um fenômeno conhecido no meio científico como chilling, ou seja, que vem a ser o processo de escurecimento da casca da banana, em função das baixas temperaturas nos estados do Sudeste e do sul do Brasil, faz com que, a produção da bananicultura seja restrita nestas regiões, onde por sua vez se encontram a maior quantidade de tecnologia na produção, desenvolvimento e transporte dessas frutas (FIORAVANÇO, 2000).

Se tratando de Brasil, um dos mercados internos, mais favoráveis as exigências das regiões europeia e norte-americana, ou seja, as áreas que mais chamam a atenção pela sua potencialidade para a exportação, seria a região nordeste, devido a fatores tais como clima ideal, apesar dos ventos fortes, a maior proximidade com essas regiões compradoras de frutas, seria também um fator determinante (PIZZOL; ELEUTÉRIO, 2014).

Mesmo a região nordeste se destacando na produção da bananicultura, ela ainda sofre com a ausência de tecnologias de ponta, necessárias no processo de produção, pós-colheita, comercialização e transporte, que são ideais para as exigências do mercado internacional de banana, onde se pode destacar ainda, que mesmo assim, a região do Vale do Rio Açu, situada no estado do Rio Grande do Norte, é onde se encontra um pólo de produção e manejo de banana de excelente qualidade para esses mercados compradores, comandado pela multinacional conhecida como Del Monte (CALDENTEY; CALDENTEY, 2013).

É interessante se perceber ainda, que a venda de frutas na atualidade, é bem, mas flexível referentes as exigências de qualidade para o mercado do Mercosul, do que se for comparativamente às exigências dos mercados norte-americanas e/ou europeias, com isso, percebe-se que a comercialização externa ainda se restringe aos mercados participantes desse bloco comercial (ALMEIDA, 2015).

Conforme estudos da secretaria de comércio exterior, no ano de 2014, as vendas para o mercado externo para esse bloco, ou seja, o bloco do Mercosul, representaram, uma média, de aproximadamente cerca de 76,00% das exportações de banana de produção interna, onde mesmo diante disso, nos últimos anos, as bananas produzidas internamente, têm ganhado um espaço na Europa, mesmo que de forma lenta, onde um exemplo é o Reino Unido, onde as exportações de banana para esse país foram cerca de o triplo que em comparação com o mesmo período do

ano de 2014, o que representam cerca de 15,00% do total de venda da banana brasileira, e tem a sua origem em uma região ainda não habitual no desenvolvimento do cultivo e da produção de banana que é o estado do Rio Grande do Norte (SECEX, 2015).

Diante de um país de dimensões continentais, que é o caso do Brasil, com vários fatores favoráveis para a cultura da técnica da bananicultura, percebe-se, que as principais regiões que se destacam no cultivo e no manejo no país, são respectivamente, em São Paulo, nos municípios de Registro, Itariri, Eldorado, Miracatú, Sete Barras, Cajati, Pedro de Toledo e Jacupiranga, no norte de Minas Gerais, com os municípios de Janaúba, Jaíba, Pirapora e Montes Claros e Itacarambi, no Norte de Santa Catarina com os respectivos municípios de Corupá, Massaranduba, Jaraguá do Sul, Guaramirim, Praia Grande, Luís Alves e Schroeder (MATTHIESEN; BOTEON, 2016).

Sabe-se ainda, que a técnica, cultivo e o manejo da bananicultura, devido as várias diferenças regionais encontradas no Brasil, vem sendo de grande interesse de estudo, onde essas variações se devem principalmente devido a fatores como mudanças climáticas e variabilidade de solo, por exemplo, fazendo com que a banana apresente uma importância nos últimos anos no destaque de venda para o mercado exterior, onde através de diversos trabalhos tem sido avaliados para expressar e caracterizar a cadeia de comercialização da banana e as principais regiões produtoras no Brasil (COUGHLAN et al., 2012).

A respeito de um pouco da história evolutiva do estudo da banana brasileira, que ao longo do tempo sofreu mas sobreviveu a muitas modificações sociais, políticas e econômicas no país, especialmente a partir do início do século passado, com o início basicamente da venda de banana para o mercado exterior, partindo-se, principalmente do estado de São Paulo para outros continentes como o Americano e o Europeu (SILVA; CARVALHO, 2005).

Graças a presença do governo do estado de São Paulo, foi admissível, a criação de mecanismos de ações da Secretaria da Agricultura de São Paulo, para uma mudança da simples produção interna de banana, para um cultivo em nível intercontinental com o uso de metodologias agrônomicas de manejo cultural, adubação e fitossanidade, além dos diversos estudos e conhecimentos a respeito da banana (MALBURG, 2007).

Ao longo dos anos, diversos estudos foram necessários para a estabilização da bananicultura, onde se sabe que a respeito da história da técnica da bananicultura, foi somente a partir da década de 50, que houve um aumento na demanda no número de estudos relativos ao cultivo e manejo da bananicultura, onde, por sua vez, por volta da década de 70, houve um grande progresso que foi por sua vez alcançado pelas empresas estaduais e institutos de pesquisa agropecuária de todo o País, e também pelas universidades, permitindo a prática de uma bananicultura mais tecnológica (MENDONÇA; PENTEADO; GODOY, 2006). Diante de todo esse aparato tecnológico, nota-se que o controle e a manutenção da técnica oficial e normalmente privada, favoreceu o desenvolvimento particular e a criação de projetos de irrigação no semiárido do Brasil, permitindo-se assim o aumento da área de cultivo da técnica de bananicultura com bases tecnológicas mais evoluídas e confiáveis (VENTURA; HINZ, 2002).

Estudos mostram ainda, que ao longo do tempo, diversas pesquisas prosperaram quanto as organizações que comercializam diretamente a cultura da bananicultura, onde por meio de seus cientistas, desenvolveram um imenso e necessário progresso tecnológico referente ao plantio e ao manejo, que no entanto, não se considerava a massa total, onde isto fez com que se tornasse impossível uma análise da evolução e do desenvolvimento da produtividade da cultura da bananeira desde os tempos mais antigos até os mais atuais (MILANEZ, 2010).

No entanto, estudos demonstram que aproximadamente nas décadas de 1970 e 1980, a bananicultura já vivia um processo de evolução tecnológica (TEIXEIRA, 2010).

Pesquisas alertam ainda, que o espaço físico para o plantio e aplicação da técnica de bananicultura, recentemente, é de aproximadamente 500.000 hectares, ao qual, observa-se, que a produção brasileira atingiu 6.972 mil toneladas, na safra de 2009/2010, o que colocou o país na quarta posição entre os maiores produtores mundiais de banana, sendo que a produtividade média anual brasileira, naquela safra, foi de 13.702 kg por hectare, notando-se sempre, que nos últimos anos, os estados líderes na produção brasileira de banana, foram, respetivamente pela ordem, a Bahia, São Paulo, Santa Catarina, Minas Gerais e o Pará (MILANEZ, 2007; MORAES; PEREIRA; CARNEIRO, 2010).

Ainda que o Brasil produza uma média aproximadamente de cerca de 8,00% referentes a produção mundial de banana, o país ainda é responsável somente por

aproximadamente 1,00% das exportações mundiais do produto, onde se percebe que diante desta situação, a produção brasileira de banana é quase que totalmente focada no mercado interno, pelo fato de ser um país bastante populoso tendo assim um elevado consumo per capita nacional, levando-se em conta ainda as vantagens nutricionais da fruta e o seu baixo valor de mercado, sendo assim bem acessível a todas as pessoas (MOREIRA; CORDEIRO, 2006).

Diante disto, o país não ampliou ao longo do tempo, as boas práticas de manejo e conservação de pós-colheita exigidas por exemplo para o transporte ao mercado externo, como fizeram os países tradicionalmente exportadores do produto, onde somente aproximadamente próximo do ano de 1930, foi que as exportações brasileiras ultrapassavam enfim os 10,00% da produção nacional, ou seja, mais de sete milhões de cachos, de um total de 59 milhões de cachos produzidos no país (SCHMIDT, 1934).

Ao longo dos anos, percebeu-se que a busca dos mercados externos, foram diminuindo para um valor próximo de 1,40% da banana produzida no país, até que, em meados do ano de 2009, o Brasil voltou a exportar um grande volume da fruta, atingindo cerca de 6,00% da produção nacional, com aproximadamente 354.147 toneladas, sofrendo-se assim uma baixa nos anos seguintes para um total de 290.487 e 275.547 toneladas (RODRIGUES, 2010).

No ano de 2005, foi quando as exportações de banana atingiram um valor aproximado de 212.176 toneladas, onde estes números representaram cerca de 3,0% das 6.702.760 toneladas produzidas naquela safra, caindo logo em seguida, onde até no ano de 1997, o estado de São Paulo liderava as exportações brasileiras de banana para os países platinos, seguido de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul respectivamente, e foi a partir somente daquele ano, que iniciaram-se as exportações do Rio Grande do Norte para a Europa, que passou a ocupar a terceira posição até o ano de 1999, e a segunda posição a partir de 2000, e onde desde 1998, o estado de Santa Catarina situado na região sul do Brasil, passou então a liderar as exportações brasileiras para a Europa (CORDEIRO; MOREIRA, 2006; HINZ, 2007).

Mesmo diante de uma produção cada vez maior, e de boa qualidade, devido a diversas exigências dos mercados interno e também externo, ainda há um baixo cuidado quando se trata do uso de mecanismos no processo que vem após a colheita no Brasil, e isto ocorre devido que, com a exceção dos estados de SP, PR e

SC, onde se sobressaem os plantios da técnica da bananicultura do tipo nanica, o grande montante da produção nacional é de bananas do tipo prata, preferidas pela maioria dos consumidores do Brasil e mais resistentes aos maus tratos e procedimentos adotados após a colheita (MOREIRA,1987).

Sobretudo e especialmente, foi apenas em meados da década de 90, com a maior necessidade do mercado por frutos de qualidade, que algumas regiões brasileiras, como o litoral de SC, o Vale do Ribeira, o Planalto Paulista, o norte de MG e o Vale do Açu que fica situado no RN, começaram por sua vez, a demonstrar um enriquecimento no manejo relevante no processo após a colheita, onde a partir dessas necessidades se continuam a desenvolver cada vez mais novas melhorias e técnicas que provoquem um menor prejuízo no plantio, tornando-se desta maneira, cada vez mais acessível ao valor de mercado dessa fruta tão desejada e consumida no país todo e no planeta de uma forma geral (MORAES; ZAMBOLIM; JULIANA, 2006).

Conforme os autores a seguir, observa-se, nos dias atuais, a operação de colheita que já é feita em equipes, e já se adotam alguns cuidados principalmente no transporte da fruta, no processo de embalagem e no envio para o mercado interno ou externo, onde por sua vez, essas técnicas elaboradas após a colheita são todas executadas atualmente no Brasil (ALVES, 1997; LICHTEMBERG, 2007a; LICHTEMBERG, 2007b; LICHTEMBERG; HINZ, 2010; LICHTEMBERG; PEREIRA, 2010; LICHTEMBERG et al., 2008; MOREIRA, 1999).

Estudos demonstram ainda, que o desenvolvimento da bananicultura no país foi plausível em virtude dos progressos obtidos no que se refere ao número elevado de opções de material genético, onde à presença de mudas saudas e de excelente condição genética, facilita às práticas culturais de controle antes e após a colheita, às técnicas desenvolvidas, às técnicas de nutrição e de irrigação, e à melhoria do nível técnico e organizacional do bananicultor brasileiro (BORGES; SILVA, 2010).

Diversas metodologias, vêm demonstrando ao longo dos anos, que um das maiores dificuldades da produção de banana no Brasil, no sentido que se refere à qualidade da fruta, está grandemente presente na manipulação do produto logo após a colheita, onde em via de regra, nessa etapa, ocorrem diversos danos que prejudicam a aparência do produto, que acarretam em prejuízos ao produtor se houver uma falta de cuidados na manipulação logo após a colheita, gerando dessa forma uma imensa desvalorização da banana no mercado interno e claro pela perda



de oportunidades de exportação da fruta do Brasil para todo o resto do mundo (GASPAROTTO; PEREIRA, 2010).

Diante de um país com um território de dimensões continentais, e de uma riqueza no solo de nutrientes químicos para o cultivo da banana, pode-se destacar, a banana do tipo Prata, ou seja, a Prata-Anã e Pacovan, como ocupantes de cerca de aproximadamente 65,00% da área cultivada com banana em todo o território Brasileiro, onde se sabe ainda, que a banana do tipo específico conhecido como Prata-Anã, vem predominando nos cultivos que necessitam do maior uso das tecnologias, não obstante seja vulnerável às principais doenças do bananal (DONATO et al., 2006).

Diversas são as formas, técnicas, estudos e mecanismos a respeito do uso alternativo de cultivares resistentes, onde aparentemente se pressupõe, que estas formas de cultivares demonstrem uma enorme qualidade que fique próxima à da Prata-Anã, para uma melhor aceitação do público e da cadeia produtiva de uma forma geral (PIMENTEL et al., 2010). Diante disto, variedade de banana mais conhecida como a Platina, que por sua vez foi lançada como uma forma de cultivar no ano de 2012, vem ao longo do tempo se afirmando, principalmente por motivos como a sua grande resistência a diversos tipos de pragas como a doença do mal-do-panamá e também a sigatoka-amarela, evitando que o fruto tenha uma maior precocidade, peso, comprimento e diâmetro, claro se for por sua vez, comparada à banana do tipo específico Prata-Anã (DONATO et al., 2006, DONATO et al., 2009).

Estudos aplicando diversas metodologias, mostraram que, a técnica de bananicultura utilizando-se cultivar conhecida como Platina, vem sendo um híbrido tetraploide, ou seja, podendo seguir a sequência genética por exemplo do tipo (XXXY), que foi por sua vez desenvolvido pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical a partir do cruzamento entre a cultivar Prata-Anã' (XXY) Vs (XX), demonstrando um interessante estudo de perfil, diante de uma quantidade média e baixa com algumas características de desenvolvimento e de rendimento idênticas às da geratriz, que mesmo que evidencie um menor número de cachos, sua produtividade é semelhante à da Prata-Anã, além de apresentar uma maior precocidade para florescimento e colheita (DONATO et al., 2006, DONATO et al., 2009).

Ainda em comparação aos estudos envolvendo a banana da cultivar Prata Anã, percebeu-se nessas metodologias, que essas vegetabilidades em geral

mostraram e identificaram uma característica de um pseudocaule de coloração roxa, e seus frutos são maiores, de coloração verde mais clara, com um bom sabor e formato plano, que lhe confere facilidade para o processo de embalagem e estocagem, onde nesses trabalhos perceberam-se também, que os frutos da cultivar Platina, apresentou-se por fim por estarem mais crescidos em relação aos da espécie Prata-Anã nos próprios identificadores de cores, com a semelhança das multiplicidades do tipo *Cavendish* (PIMENTEL et al., 2010).

No entanto, a grande e fundamental desvantagem do cultivar de banana Platina, relatada através de pesquisas científicas, foi de mostrar uma sensibilidade ao processo de despencamento, onde esta, é uma propriedade indesejável que afeta o manejo, deslocamento e a comercialização dos frutos, com uma conseqüente redução de seu valor comercial e de sua aceitação pelos consumidores (DONATO et al., 2009; SILVA et al., 2002; PIMENTEL et al., 2010).

Diversas pesquisas, já nos dão conta, de que informações interessantes a respeito de que a efetivação no estudo da manipulação acerca do procedimento realizado logo após a colheita, que tem como principal intuito a melhoraria, ou seja, o aumento a resistência a quedas naturais dos cachos, o que pode viabilizar a recomendação da Platina como alternativa à Prata do tipo Anã em cultivos comerciais, onde somados, podem representar uma boa saída para a adoção pelos agricultores de vários outros híbridos tetraploides que também apresentam suscetibilidade à queda natural, melhorando desta forma a produção e diminuindo assim os respectivos prejuízos no processo produtivo (PIMENTEL et al., 2010).

Pesquisas e estudos a respeito da identificação e classificação para a técnica da bananicultura, que seja especificamente do tipo Prata, com relação por exemplo, ao diâmetro, identificou que os frutos dos genótipos abordados, encaixam-se na categoria extra ou de melhor disponibilidade, tais quais, essas características que definem o tamanho dos frutos, tais como comprimento, diâmetro e massa, são atributos de fundamental importância para a melhoria do melhoramento genético, pois intervêm de forma direta na preferência do consumidor e comprometem o lucro do agricultor, tanto no momento da colheita quanto em seu aproveitamento para o meio industrial (PBMH. PIF, 2006; MEDEIROS et al., 2008).

Pesquisas mostram, que a banana pode sofrer diversas avarias especialmente na região conhecida como pedúnculo, que pode ocorrer devido a vários fatores tais como, à degradação dos componentes pécticos nas paredes celulares primárias e

lamela média, que por sua vez, pode-se concluir o conhecimento a respeito da influência da temperatura, bem como outros fatores relacionados à fisiologia do amadurecimento de todas as propriedades da vegetabilidade (SAENGPBOOK et al., 2007).

Segundo estudos relatados, a fixação do fruto está na proporção de cerca de 74,00% à resistência a queda dos frutos, o que por sua vez, causa de acréscimo no valor final do produto e até prejuízos para os agricultores (PEREIRA et al., 2004). Relatos perceberam ainda, que as bananas caracterizadas como do tipo Platina, proporcionaram uma menor estabilidade referentes ao processo que dá origem aos cachos, onde por sua vez, se comparadas a banana especificamente do tipo Prata-Anã, podem assim serem utilizadas como uma boa alternativa de aplicabilidade de conhecimento científico (PIMENTEL et al., 2010).

É importante ainda verificar, que estudos demonstraram, que a fixação do fruto com a sua respectiva casca, e, considerando que a resistência a essa queda dos frutos dos cachos deverá por sua vez estar ligada diretamente à composição da parede da célula do vegetal, onde normalmente se é esperado localizar uma relação existente dessa característica com a fixação do fruto com a casca, mas não necessariamente com a firmeza da polpa da fruta (PEREIRA et al., 2004).

Conforme estudos abordados na Tabela 5, a seguir, utilizando-se de propriedades e conceitos químicos, foi verificado que a banana defendida como Prata-Anã e a conhecida também como Prata, diferenciaram-se uma da outra, principalmente quanto aos sólidos solúveis e a existência da relação entre os sólidos solúveis do ponto de vista da sua acidez do tipo titulável (PIMENTEL et al., 2010).

Além do mais, fatores como os físico-químicos da banana Prata-Anã, expressaram como resultado os maiores teores químicos, que foram, respectivamente, 16,20 e 30,94 °Brix, tal qual, por seguinte a banana Prata expressou 14,45 e 25,94 °Brix, onde esses fatores foram observados também para o potencial Hidrogeniônico quanto para a acidez titulável (PIMENTEL et al., 2010).

Por fim, com relação aos genótipos, estes de uma maneira geral, não diferiram entre si no estudo, onde para finalizar essa pesquisa, pode-se observar, que as bananas classificadas como sendo do tipo Prata e 'Prata-Anã, possuem respectivamente o mesmo fator ou teor de tonalidade, constatando-se assim, uma máxima acidez e uma menor quantidade de pH da banana do tipo Prata, ou seja, de Hidrogênios (H) disponíveis, o que leva a compreender que estas apresentam

características de fruto com maturação mais adiantada em relação à sua genetriz (PIMENTEL et al., 2010).

Tabela 5 - Valores Médios de pH, Acidez Titulável (ATT), Sólidos Solúveis (SS), Relação Sólidos Solúveis/Acidez Titulável (SS/ATT), Açúcares Totais (AT), Açúcares Redutores (AR) e Amido de Bananas 'Prata-Anã' e 'BRS Platina' (Média das Avaliações de Todo o Período)

Genótipos	pH	ATT (2)	SS (°Brix)	SS/ATT	AT (%)	AR (%)	Amido (%)
'Prata-Anã'	4,78a	0,54a	16,20a	30,94a	13,94a	9,16a	8,96a
'BRS Platina'	4,75a	0,54a	14,45b	25,94b	13,44a	8,62a	9,04a
Dms	0,09	0,05	0,92	2,83	1,41	0,57	0,99
CV (%)	5,11	21,22	14,73	24,49	25,39	15,64	27,15

Fonte: Pimentel et al., (2010).

(1) Valores seguidos de letras distintas, nas colunas, diferem estatisticamente, pelo teste F (0,05).

(2) Equivalente grama de ácido málico 100-1g polpa.

Estudos apresentaram também, que os resultados para sólidos solúveis e a relação SS/AT na banana do tipo Prata-Anã apresenta um maior grau de doçura do que se comparada a banana do tipo Prata, percebendo-se assim, dentre elas, menores valores para teores de sólidos solúveis em outros híbridos da banana Prata-Anã, se por sua vez comparados ao progenitor feminino (JESUS et al., 2004).

Na avaliação das propriedades organolépticas como o sabor e a textura, observou-se, que não houve diferença expressiva, fazendo com que se aponte para uma possível aceitação pelos consumidores no caso de recomendação do novo genótipo como alternativa ao cultivo e manejo da banana do tipo Prata-Anã, onde outros estudos também constataram resultados semelhantes ao avaliarem características como aceitação no mercado interno e principalmente o externo, doçura, firmeza e aparência da banana estudada (PIMENTEL et al. 2010).

Pesquisas mostraram através de seus estudos, que a banana definida como sendo do tipo Prata pequena, demonstrou um número de motivação do comércio em termos de compra superior ao híbrido da banana Prata, deixando claro, o nível de exigência dos consumidores quanto a presença dos híbridos, que por sua vez, vem sendo cada vez mais notado, e onde os meios de comunicação, tem sido fundamentais na formulação das informações propagadas a respeito dos tipos de banana e das suas devidas consequências (LARRAN; MÓNACO; ALIPPI, 2001).

Um interessante estudo demonstrou que, a quantidade de entrevistados quanto as propriedades organolépticas presentes na banana prata, como sabor e a cor, foram basicamente a mesma em termos de resultados, onde os consumidores

que comprariam, obtiveram um resultado superior aos que não comprariam, onde sendo esses identificadores de concordância e de finalidade quanto a aquisição da banana do tipo Prata-Anã, podendo muito provavelmente estar vinculadas aos hábitos de consumo da população do Brasil, tais quais, na grande maioria das regiões do Brasil prefere os frutos do tipo Prata, conforme a cultura de consumo da sociedade Brasileira (MEDINA et al., 1995).

Conforme estudos, e partindo-se de um grupo de consumidores provadores de frutas, foi observado, que a banana do genótipo Platina, apesar de ser mestiça da banana do tipo Prata-Anã, apresentou algumas particularidades sensoriais que remetem às dos frutos tipo *Cavendish*, onde este fator demonstra muito fortemente, uma herança do seu parental, que é o da espécie denominada de *M. acuminata*, sabendo-se, que o sabor dos frutos dos híbridos nem sempre são similares ao sabor dos frutos de seus respectivos progenitores, devendo-se assim por consequência, não se comparar os estudos e a aplicação das metodologias quanto a esta relação entre fruta e seus respectivos genes (SILVA et al., 2002).

Trabalhos identificaram em relação ainda as propriedades organolépticas, como o formato ou aparência dos frutos de novos genótipos, que estes por sua vez, devem ser parecidos com o das variedades apropriadas, por consequência a não causar impacto negativo aos consumidores (DANTAS et al., 1999).

Quanto a comparação entre a banana da cultivar Platina com a do tipo Anã, se percebe, que a primeira citada quanto a seus fatores físicos e químicos demonstram ter seus frutos com maior diâmetro, extensão e peso, pH análogo e menor teor de sacarose, onde o armazenamento a 15 °C confere maior estabilidade e aferra a queda dos cachos dos frutos de Prata-Anã e Platina, em comparação ao armazenamento a 25 °C, que passa a ser mais agressivo para a manutenção das propriedades da fruta (OLIVEIRA; MELO, 1998).

Por fim, estudos demonstraram, que frutos referentes a espécie do tipo Platina, proporcionaram respostas de aceitação no mercado interno e externo levemente satisfatórias, no entanto, mesmo assim, essas respectivas respostas ainda estão devidamente abaixo do ideal, se correlacionados por sua vez, as respostas obtidas para a espécie do tipo Prata-Anã, sendo assim, urgentemente necessária uma aplicabilidade de novos métodos comparativos de pesquisas para a melhoria da relação nessa fruta (AHMAD, 2012).

### **2.2.5 Produção da Banana no estado de Roraima**

A banana é um dos melhores produtos em relação ao seu custo benefício, produzida em todo o território nacional (IBGE, 2015).

O estado de Roraima, foi um dos mais novos do Brasil, a deixar de ser território, e vem ao longo da sua recente história, trabalhando no cultivo e manejo da banana.

O devido estudo do cultivo da banana no estado de Roraima, tem por sua vez, alcançado todos os municípios de Roraima, uns com uma produtividade maior e outros com uma produtividade menor, sendo destacado os municípios do Sul do estado, tais como, Caroebe, Rorainópolis, São João da Baliza, São Luís do Anauá, seguido de outros municípios como, Iracema, Mucajaí e Boa Vista, que é a capital do estado de Roraima.

Essa produção média é mostrada na tabela 6, a seguir, se destacando como uma das principais fontes de renda do pequeno, médio e grande produtor rural de Roraima (IBGE, 2015).

Para finalizar, Roraima é um estado altamente propício para a produção de banana, devido a um solo bem caracterizado ao longo de todo o território e com uma boa disponibilidade de água (IBGE, 2015).

No entanto, mesmo com fatores naturais favoráveis, ainda se observa uma enorme dificuldade no apoio aos pequenos, médios e grandes agricultores da bananicultura, fator este que faz com que muitas das vezes as pessoas deixem de investir em um sonho que neste caso específico seria o cultivar da prática da bananicultura (IBGE, 2015).

Mas ainda vale lembrar, que esta falta de incentivo por parte tanto do governo municipal, estadual quanto federal, de certa maneira é bastante perceptível em todos os tipos de cultivares existentes no Brasil, fazendo com que o país perca grandes oportunidades de alavancar o comércio de frutíferas e assim de poder se destacar em nível mundial (IBGE, 2015).

Recentemente, a produção de banana e de outras frutas de banana passaram a serem isentas de (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) ICMS, no estado de Roraima, através de um decreto estadual nº 4335/2001 que concede isenção tanto para serviços estaduais quanto para os interestaduais, onde tal

medida, foi aprovada pelo Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ), e que de certa maneira, vem a melhorar o ânimo dos agricultores (SEAPA, 2016).

Tabela 6 - Municípios Produtores de Banana no estado de Roraima no Ano de 2013 e 2014

MUNICÍPIO	TONELADA COLHIDA	
	2013	2014
Alto Alegre	950	974
Amajari	1.321	1.354
Boa Vista	651	665
Bonfim	741	565
Cantá	951	521
Caracaraí	412	425
Caroebe	14.145	14.451
Iracema	854	741
Mucajaí	546	414
Normandia	2.214	2241
Pacaraima	541	421
Rorainópolis	7.541	8.145
São João da Baliza	3.541	4.700
São Luiz	1.985	2.124
Uiramutã	80	92
<b>Roraima</b>	<b>36.473</b>	<b>37.833</b>

FONTE: IBGE (2015).

O estado de Roraima, atualmente, proporciona uma área plantada de aproximadamente 3.951 ha, alcançando uma produção de cerca de 27.668 toneladas, e com uma rentabilidade em média de 6.000 toneladas por hectare, tabela 7, o que comparado com outros estados como visto na tabela 4, ainda é baixa, mas está em plena evolução (IBGE, 2015).

Tabela 7 - Produção de Banana em Roraima no Ano de 2015

Produto	Área Plantada (ha)	Área Colhida (ha)	Quantidade (t)	Rend.Médio (Kg/ha)	Valor da Produção (R\$)
Banana	3.951	3.410	28.087	6.000	5.871

Fonte: IBG-RR (2015).

Segundos dados do IBGE, as análises obtidas em entrevistas com os produtores e técnicos envolvidos com a prática do cultivo e manejo da Banana, foi assinalado, que em torno de uma área plantada de 8.954 ha, estão por sua vez aproximadamente 3.745 famílias abertamente empreendendo a cultura da banana, dados estes confirmados em estudo de caso realizado no campo (IBGE, 2015).

Estudos já mostram, que o conhecimento dos agricultores quanto ao manejo e o cultivo da banana, vem favorecendo o meio ambiente, visto que uma boa parte do modelo da agricultura praticada atualmente, se mantém ao longo do ano todo, diferente da agricultura conhecida como itinerante, ou seja, de fluxo incontinuo, onde este último por sua vez causa grande transtornos para o meio ambiente como o desmatamento anual para o plantio das lavouras brancas, tais quais o feijão, milho e o arroz, ajudando dessa forma, a amenizar um dos grandes problemas ambientais, que são as queimadas, que são importante para se preparar o local do campo do plantio, no entanto, traz fortes danos aos recursos naturais e a toda forma de fauna e flora existente nesta região (NEVES, 2015).

Trabalhos apresentam dados interessantes a respeito da necessidade da bananicultura para o estado de Roraima, onde a produção para o estado, além de uma estimativa de destaque financeiro, também se percebe que está diretamente relacionada na dieta alimentar, lembrando que, é uma suplementação básica da população da capital, e do interior, das comunidades ribeirinhas e das indígenas, devido a sua fácil absorção pelo organismo e pela presença do elemento químico K (ALVES; LIMA; VIEIRA, 2007).

Segundo alguns autores, a forma de agricultura referente ao cultivo e manejo da banana no momento contemporâneo, tem destacadamente se comportado como uma das melhores escolhas para a lucratividade das famílias do campo em geral, onde basicamente, se trata da pequena e média propriedade, pois não é necessária grande tecnologia e de numerosos mecanismos de investimentos para se cultivar de forma moderada e essencial a banana (CAVALCANTE, 2007).

Pesquisas metodológicas, demonstram que, especialmente no estado de Roraima, a prática do cultivar e do manejo da banana, vem também contribuindo consideravelmente para uma diminuição no fator de um dos principais problemas sociais que afeta a ampliação do local, que é o fator da migração para os centros urbanos, a partir de trabalhadores e produtores rurais, através do incentivo de projetos de assentamento, que é por sua vez, a principal política de povoação e de



distribuição de terras utilizada pelo governo federal em Roraima, executada majoritariamente pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) (EGEWARTH, 2012).

Dados informativos e estatísticos, mostram que aproximadamente cerca de 72,00% da população do estado de Roraima, no momento, se encontram na área urbana, onde diante disto, se nota ainda, que a importância da prática da bananicultura para Roraima também está amparada em algumas vantagens comparativas de valor estratégico para o desenvolvimento sócio e econômico da região norte como um todo (IBGE, 2015).

## **2.2.6 Características Principais para a Distribuição da Banana**

### **2.2.6.1 Vias de escoamento**

O estado de Roraima, basicamente tem a sua disposição, a estrada Federal, conhecida como BR-174, que vem a ser de fundamental importância como uma via de escoamento dos produtos do estado, que liga Roraima ao Amazonas e a Venezuela, ou seja, de norte a sul, permitindo-se assim, o acesso ao mercado brasileiro, bem como também ao mercado do Caribe e da América do Norte (MASCARENHAS, 2015).

Diante disto, se faz necessário destacar, que diversas construções estão sendo realizadas com o único objetivo de estreitar as vias de escoamento do estado de Roraima e do estado do Amazonas, no que se diz respeito a elaboração de portos para exportação de frutas e dentre elas em destaque a banana, como o Terminal Granelero de Itacoatiara (AM), que fica a uma distância de cerca de 900 Km de Boa Vista, e por fim o terminal de Puerto Ordaz, que fica localizado na Venezuela, afastado relativamente 800 km de Boa Vista, permitindo-se dessa forma, o acesso aos mercados da Europa e da costa leste dos estados Unidos (MAPA, 2015).

Estudos geográficos e de infraestrutura, mostram ainda, que além da alternativa de escoamento de frutas e produtos em geral do estado de Roraima para o exterior e para o próprio Brasil serem atualmente de forma precária, seria a rodovia federal uma alternativa denominada de Perimetral Norte (BR-210), planejada para ligar o Oceano Atlântico ao Pacífico (CARVALHO; CARVALHO, 2012b).

Estudos mostram, que uma última opção de mobilidade partindo-se do estado de Roraima, e o deslocamento usando-se a rodovia também federal denominada de BR-401, por meio da implantação do Projeto Arco Norte, que ainda está em fase de estudos, o qual poderá por sua vez conectar a capital de Roraima a o Estado de Amapá, passando-se pela Guiana Inglesa, Suriname e Guiana Francesa, gerando desta maneira, uma utilização das estruturas físicas, ou seja, portuárias desses países citados, para pôr fim, se poder alcançar os mercados consumidores externos dentre eles principalmente os de origem Europeia e Norte Americano (CARVALHO; CARVALHO, 2012b).

Pesquisas mostram que Roraima, apresenta, ainda, uma demanda de estradas de qualidade mínima dentro do próprio estado, onde se expressam e se encontram claramente no interior, tais estradas são precárias e conhecidas como vicinais, sendo Municipais ou Estaduais, situadas, especialmente ao redor de núcleos de assentamentos de pessoas que moram e vivem diretamente no campo, onde por fim, mesmo que essas estradas necessitem de custeamento quase que diário, o sistema viário permite pelo menos o escoamento da produção até os centros de comercialização no estado e em Manaus, que vem a ser atualmente o principal mercado comprador de produtos Roraimenses e dentre eles se destaca os produtos de origem da prática da bananicultura (CARVALHO, 2014).

#### 2.2.6.2 Energia Disponível

A respeito da energia distribuída no estado de Roraima, situado no extremo norte do Brasil, apresenta-se de uma forma deficitária para atender toda a população urbana do estado, problema este, que impede uma numerosa presença de indústrias de grande porte na região, o que de certa maneira desenvolveria o comércio, os empreendimentos agrícolas, pecuários, florestais e de seus processos industriais pertinentes. A energia elétrica gerada na Usina Hidroelétrica de Guri, que fica situada na Venezuela, é basicamente a fonte primária de energia hidroelétrica existente atualmente em Roraima (MENESES; COSTA; COSTA, 2015).

#### 2.2.6.3 Área Propícia para o Cultivo da Banana

É interessante mostrar, que para o cultivar e manejo da prática da bananicultura, se faz necessário, alguns pré-requisitos, como, o tipo de área para o

cultivo, onde apresenta e dispõe de locais adequados para o desenvolvimento do desenvolvimento do agronegócio de forma sustentável, integrando as unidades produtivas e a agroindústria, com evidência para dois ecossistemas, dentre eles as áreas de lavrado ou savanas, que por sua vez são semelhantes aos cerrados da região centro-oeste, com cerca de uma capacidade de 1,5 milhão de hectares e de áreas de floresta tropical, com aproximadamente 900 mil hectares modificados por processos de desmatamento em núcleos de assentamentos rurais (FRANCO; DEL'ARCO; RIVETTI, 2005).

#### 2.2.6.4 Tecnologias

Devido a real necessidade de emprego de novas ferramentas e tecnologias, e na real necessidade de cada vez se produzir em grandes quantidades e em um menor tempo, visando sempre e basicamente o lucro e o menor gasto de tempo, onde a atuação da EMBRAPA é primordial para esse desenvolvimento (VANZOLINI; CARVALHO, 2011).

A EMBRAPA, sempre foi e continua sendo indispensável para o desenvolvimento de técnicas de estudos, atuando acerca de mais de 20 anos no estado de Roraima, onde, dispõe de metodologias para confirmar o estabelecimento da agricultura como um forte potencial, visto que além da área de cultivo e manejo da prática da bananicultura, outras práticas vem se destacando e desenvolvendo, dentre elas: as culturas do arroz; caupi que é um espécie de feijão; milho e a soja, em áreas de lavrados que é característico da região; e processos de manejo sustentável em áreas alteradas de floresta tropical, por meio de práticas de reposição florestal utilizando-se de sistemas de produção do tipo principalmente agroflorestal, com ênfase nas espécies amazônicas e arbóreas distribuídas por todo o território do estado (VANZOLINI; CARVALHO, 2011).

### **2.2.7 Fatores Ambientais Importantes para o Plantio da Banana**

#### 2.2.7.1 Ambiente

Roraima quanto a sua condição ambiental, possui um clima que por sua vez, está relacionado diretamente com a sua localização geográfica, pois cerca de aproximadamente 95,00% do estado se encontra situado na área referente ao

hemisfério norte, gerando desta maneira, períodos chuvosos e secos contrários as demais regiões do país, acarretando períodos de safras invertidos, ou seja, a produção local ocorre na entressafra de frutas brasileiras, contribuindo assim, para a facilidade da inserção dos produtos roraimenses nos demais estados brasileiros, onde por sua vez o período seco é bem definido, e contribui de certa forma, também para a o aparecimento de doenças que limitam a produção de algumas espécies de regiões tropicais úmidas (COSTA, 2008).

Quanto a posição global específica na prática da bananicultura, Roraima fica em uma, zona tropical, onde a espécie da bananeira é cultivada entre 35°N e 35°S e altitudes, não superiores a 1500 m, onde o efeito da altitude está vinculado com os fatores climáticos, tais como a temperatura, pluviosidade, umidade relativa e luminosidade, que por sua vez, tendem a influenciar na produção da cultura da bananicultura em Roraima e em qualquer outra região com essas características (PESSOA et al., 2007).

Estudos e pesquisas avançadas, mostram que a prática do cultivar e do manejo da bananicultura é exigente quanto a diversos fatores, tais como, podemos destacar, o cultivo, luminosidade, fertilidade do solo, umidade e densidade populacional que por sua vez, são essenciais para sua produção de forma adequada e satisfatória (MOURA et al., 2002).

Trabalhos mostram que fatores climáticos tais como a temperatura, de certa forma influi bruscamente nos processos respiratórios e fotossintéticos da planta, onde esses fatores em condições de clima favorável, para a prática da bananicultura apresentam um crescimento contínuo e rápido, no entanto, estudos já demonstram que em condições adversas, ou seja, em baixas temperaturas com um déficit hídrico, a tendência é que o seu crescimento ocorra de forma lenta prejudicando todo o processo de produtividade (ALVES, 1999).

Ainda a respeito da temperatura, é importante destacar, que a banana estabelece uma faixa de temperatura entre 10 °C e 40 °C para o seu nível ideal de produtividade, onde as baixas temperaturas, podem gerar, uma espécie de processo de "queima" da planta ou dos seus frutos em crescimento, que por sua vez, são conhecidos como chilling ou friagem, acarretando em prejuízos econômicos e conseqüentemente em um aumento no valor final da banana (RANGEL et al., 2002).

Um fator importante na relação da produtividade da prática da bananicultura, é a força do vento, que por sua vez, pode gerar desde menores transtornos até a um

elevado extermínio parcial ou total do bananal, onde os ventos secos, provocam transpiração excessiva das folhas, podendo causar fendilhamento, reduzindo-se assim, o processo natural e fundamental da fotossíntese, e provocando desta maneira o rompimento do sistema radicular e o posterior tombamento das plantas, piorando a qualidade e a quantidade da banana produzida (MOREIRA, 1999; SOUZA; FILHO, 1999).

Pesquisas demonstram, que em regiões onde a umidade relativa média anual situa-se acima de 80,00%, são mais cômodas à prática da bananicultura, onde por sua vez, em condições de baixo teor de umidade, as folhas tornam-se mais escuras e com uma facilidade a quebra, tornando-se a vida de toda a vegetabilidade presente de uma forma curta e causando por consequência um imenso prejuízo no processo de colheita da banana (CORDEIRO; MESQUITA, 2000).

Trabalhos mostram também, que quanto a estrutura física de toda a vegetabilidade em questão, deve-se observar que a área foliar, como especificamente o ângulo e a forma da folha, de certa maneira influenciam no aproveitamento da luminosidade, tais quais, as possíveis superposições de folhas poderá por sua vez causa problemas na captação de luz, ou seja, na fotossíntese, sobretudo quando a intensidade luminosa for do tipo baixa, por nebulosidade ou excessiva por plantas na unidade de área superior (ALVES, 1999; SPEDDING, 1979; SOUZA; FILHO, 1997).

O clima do estado de Roraima é ameno, oscilando a temperatura entre 14 °C e 21 °C, nas áreas dos planaltos mais elevados, acima de 1.900 m, tal qual, nas áreas mais baixas, a temperatura média mínima mensal é de 18 °C, e a máxima são de 41 °C, percebendo-se assim, que em ambas as áreas, observa-se, que o índice pluviométrico em um ano é superior à os 2.140 mm, que corresponde ao período das chuvas entre abril e setembro, onde por fim, já na estação definida como seca, chamada também de verão, que corresponde ao período de outubro até o mês de março (SOUSA, 1999).

A compreensão de fenômenos e fatores como secas, enchentes e elevação de temperatura, não devem ser uma preocupação exclusiva de cientistas ou pesquisadores, pois diversos estudos, têm demonstrado, cada vez mais, que na atualidade, é necessário que todos percebam que a medida das ocorrências climáticas são frutos de fatores naturais, ou da ação do homem sobre todo o meio ambiente (HARDY, 2003).

Para finalizar, é interessante ressaltar, que o conhecimento das condições ambientais, é de fundamental importância, para o sucesso, ou para o fracasso, seja de qualquer forma de cultivo, evitando-se desta maneira, futuras surpresas desagradáveis e prejudiciais para o agricultor (HARDY, 2003).

#### 2.2.7.2 Topografia

Quanto à disposição física do terreno para a prática ideal da técnica da bananicultura, deve-se por sua vez, dar a preferência para os tipos de solo que sejam especialmente de topografia linear e levemente sinuosos, podendo assim, serem aproximadamente cerca de menos de 8,00%, que diante disto são os mais apropriados, pois facilitam o manejo e o cultivo padrão da cultura, a mecanização, as práticas culturais, a colheita e põr fim a conservação do solo, sendo que por sua vez, são avaliadas, como não apropriadas as regiões com declividade acima de 30,00%, pois são necessárias rigorosas medidas de controle da erosão do solo para a devida adequação para o plantio da cultura da banana (REYES; ARMIJOS, 1998).

#### 2.2.7.3 Profundidade

Pesquisas metodológicas mostram que, mesmo que a bananeira proporcione um diversificado mecanismo referente a raiz, na forma abundantemente superior, com aproximadamente cerca de 62,00% da totalidade da sua vegetabilidade, estas ainda podem por sua vez, variar entre 0 a 30 cm, onde é necessário que o terreno plantado seja profundo, com mais de 75 cm sem qualquer barreira, considerando-se inadequados aqueles com profundidade efetiva inferior a 25 cm (BORGES; OLIVEIRA, 2000).

Trabalhos metodológicas mostram ainda que, para um adequado desenvolvimento da prática da bananicultura, um dos fatores fundamentais, é que o tipo de terreno não apresente níveis de impermeabilidade, pedregosa ou endurecida e nem um lençol freático a menos de 1 m de profundidade (CORDEIRO, 2006).

Estudos, já verificaram, que diante de terrenos ajustados, toda a vegetabilidade da banana, tais como, as raízes, devem de certa forma, raramente atingirem profundidades abaixo de 60 a 80 cm, fazendo com que as plantas, fiquem sujeitas a quedas ou tombamentos, e é por isso, que se faz necessário, observar, o

tipo de perfil do terreno como um todo, e não apenas as camadas superiores, evitando-se assim, possíveis problemas futuros e prejuízos na colheita da fruta, pois, os solos produzem especificamente um tipo de cultura, que tem uma relação direta com as propriedades químicas e biológicas desse solo (JEGER et al., 2015).

#### 2.2.7.4 Aeração

Diversos são os trabalhos que mostram a importância do elemento químico  $O_2$ , no procedimento de disponibilidade adequada de oxigênio, que por sua vez, é de fundamental importância para o bom incremento dos diversos mecanismos que envolvem a raiz e de toda a sua vegetabilidade referente a prática da bananicultura, percebendo-se assim, que quando há a ausência de gás oxigênio, observa-se também, que as raízes perdem a sua aspereza, onde diante disso, passa a adquirir uma cor cinza-azulada pálida e decompõem-se ligeiramente, percebendo-se que uma indevida aeração do solo pode ser instigada pela compactação e encharcamento do mesmo (CAYON; FRANCO, 2014).

Variadas metodologias previamente aplicadas, apresentam ainda que, em locais que possuem uma propriedade referente ao processo de encharcamento, deve-se constituir um adequado sistema de drenagem, para melhorar as condições de aeração do solo por meio do gás oxigênio, percebendo-se nessas devidas pesquisas, que os solos cultivados com a prática da bananicultura costumam ser altamente profundos, com uma drenagem interna, para que os excessos de umidade relativa ao terreno, sejam por sua vez basicamente drenadas rapidamente e que o nível do lençol freático se mantenha a mais de 1,80 m de profundidade para um ideal processo de plantio no respectivo terreno (TÉZENAS, 1987).

#### 2.2.7.5 Solo

Análises científicas, acerca da cultura e do cultivo da prática da bananicultura, demonstraram claramente, que a banana de uma forma geral, é desenvolvida em diferentes e variados tipos de terreno, o que de certa forma, favorece a essa cultura, onde a bananeira, é cultivada e se desenvolve em diversos solos, conforme mostrada na Tabela 8, logo a seguir, que exhibe os mais variados tipos de solos onde a banana pode ser cultivada especificamente no Brasil, mostrando as suas principais

limitações e as práticas de manejo recomendadas pela EMBRAPA (BORGES et al., 2006).

Um solo pobre em nutrientes químicos por exemplo, tornará de uma certa forma, toda a produtividade de banana ou de qualquer outra fruta inviável, onde a contratação de profissionais qualificados, auxilia na melhoria da qualidade do solo e da produção em geral (BORGES et al., 2006).

Tabela 8 - Classes de Solos Cultivados com Bananeira no Brasil, Suas Limitações e Práticas de Manejo Recomendadas

CLASSES <sup>1</sup>	LIMITAÇÕES <sup>2</sup>	PRÁTICAS DE MANEJO
Aluviais (NEOSSOLOS)	Pouca profundidade, má drenagem, baixa fertilidade, heterogeneidade.	Drenagem, calagem, adubação.
Areias Quartzosas (NEOSSOLOS)	Baixo armazenamento de água e nutrientes.	Calagem, adubação, irrigação (maior parcelamento).
Bruno não-cálcicos (LUVISSOLOS)	Pouca profundidade, pedregosidade, caráter sódico.	Irrigação e drenagem.
Cambissolos (CAMBISSOLOS)	Pouca profundidade, baixa fertilidade, relevo movimentado.	Calagem, adubação, curvas de nível, renques de vegetação.
Gleis (GLEISSOLOS)	Má drenagem, baixa fertilidade, presença de argila 2:1.	Drenagem, calagem, adubação, práticas de cultivo do solo.
Latossolos (LATOSSOLOS)	Acidez, baixa CTC, baixos teores de nutrientes, adensamento, baixo armazenamento de água.	Calagem, adubação, práticas de cultivo do solo (leguminosas, subsolagem), irrigação.
Orgânicos (ORGANOSSOLOS)	Pouca profundidade (lençol freático elevado), alto poder tampão, baixa fertilidade.	Drenagem, calagem, adubação.
Planossolos (PLANOSSOLOS)	Pouca profundidade, má drenagem, adensamento, baixa fertilidade, caráter solódico.	Drenagem, calagem, adubação, práticas de cultivo do solo (leguminosas, escarificação).
Podzólicos (ALISSOLOS, ARGISSOLOS)	Aumento do teor de argila em profundidade, adensamento, acidez, baixa CTC, compactação, baixos teores de nutrientes.	Práticas de cultivo do solo (leguminosas, subsolagem), calagem, adubação, drenagem.
Regossolos (NEOSSOLOS)	Baixo armazenamento de água e	Calagem, adubação, irrigação (maior parcelamento).



	nutrientes.	
Vertissolos (VERTISSOLOS)	Alto teor de argila 2:1, encharcamento, compactação.	Irrigação, drenagem, práticas de cultivo do solo (leguminosa, camalhão).

1 Entre parênteses aparece a classificação pelo novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos EMBRAPA (1999).

2 referem-se às limitações apresentadas pela maioria dos solos da classe, embora existam nos mesmos solos sem ou com pequenas limitações. Por exemplo, na classe dos Latossolos existem Latossolos Vermelho-Escuros Eutróficos, sem ou com pequenas limitações para a bananeira; as limitações citadas para esta classe referem-se aos Latossolos Distróficos, Latossolo Amarelo, Latossolo variação Una etc. O mesmo é válido para as demais classes.

Ainda a respeito do terreno para o plantio da banana, é indispensável, que no procedimento de escolha dos solos para o cultivo da cultura e do tipo de cultivar da banana, as características naturais do terreno possam ser obtidas para um ideal sucesso no processo de plantação, onde ainda vale destacar que, enquanto as características químicas dos solos podem ser alteradas com procedimentos de adubações, com o intuito de se realizar as devidas correções das características físicas do terreno, que em alguns casos específicos por sua vez podem não oferecer a mesma facilidade na correção do terreno, observando-se que, a sua modificação exige grande consumo de tempo e de recursos financeiros, que serão por sua vez somados ao valor final do produto (COSTA et al, 2006).

Trabalhos apresentam ainda que, as informações mais delineadas sobre as principais propriedades naturais do terreno são obtidas mediante a sua análise, onde em todo o Brasil encontram-se variadas condições edáficas favoráveis ao cultivo de bananeira, no entanto, nem sempre são utilizados os solos mais adequados, o que se reflete em baixa produtividade e má qualidade dos frutos (CAVALCANTE et al., 2011).

#### 2.2.7.6 Temperatura

Trabalhos discutem que os fatores relacionados com a temperatura ideal para o desenvolvimento normal das práticas da bananicultura comerciais, que por sua vez possuem um padrão de temperatura que deve situar-se em torno dos 28 °C, considerando-se o limite de 15 °C a 35 °C de temperatura como o limite máximo e ideal para o estudo padrão do cultivo, onde por sua vez, necessita-se de um fornecimento de água e de nutrientes, percebendo-se que nessa faixa de temperatura, há uma indução ao desenvolvimento máximo da planta, já abaixo de 15

°C, a atividade da planta fica intensamente inativa (GONZAGA; PEREIRA; SILVA, 2008).

Metodologias aplicadas apresentaram resultados que as temperaturas abaixo de 12 °C geram uma alteração fisiológica conhecida como chilling ou friagem, que danifica os tecidos dos frutos, sobretudo os da casca, onde o chamado chilling pode ocorrer nas regiões subtropicais aonde as temperatura mínimas no período da noite chegam a alcançar um intervalo de 4,5 °C a 10 °C, tal qual, esse fenômeno é mais comum no campo, mas pode ocorrer também durante o transporte dos cachos, na câmara de climatização ou logo após a banana colorir-se de amarelo, que é a sua cor destacável, por fim sabendo-se que, as bananas afetadas pela friagem têm o processo de amadurecimento lesado prejudicando assim a produção e encarecendo o valor final da produção (GEORGE; HALL; KLERK, 2008).

É interessante destacar que, menores temperaturas também geram a compressão da roseta foliar, bloqueando o lançamento da inflorescência ou gerando um processo conhecido como engasgamento, ao qual por sua vez, altera a estrutura da penca, prejudicando a sua distribuição no comércio, onde porquanto a temperatura menor que 0 °C, causada pela geada, cria diversos e graves prejuízos na produção, tanto para a safra atual ou pendente, como para a que se seguirá futuramente, causando-se assim um aumento no valor final do produto e uma menor lucratividade (BRAGA; SÁ; MUSTAFÁ, 2001).

É interessante se observar, que em outras situações, o crescimento da planta é atrapalhado em ambientes de temperaturas maior que 35 °C, em decorrência, basicamente, da falta de água nos tecidos, principalmente e especificamente nas folhas, especialmente sob condições de sequeiro, ou seja, em lugares que não tem uma umidade relativa suficiente para auxiliar toda a vegetabilidade existente no seu desenvolvimento (SOUZA; JUNGHANS, 2006).

#### 2.2.7.7 Precipitação

Quanto aos fatores como a presença da água referentes diretamente ao cultivo e manejo da prática da bananicultura, onde se deve estar por sua vez sempre dentro de uma faixa ideal de consumo de água, a banana, chega a ser uma planta com culminante e ininterrupto consumo de água, devido à estrutura da sua morfologia e a presença de água em seus diversos tecidos, tal qual, diante disso, já

se sabe, que as grandes produções estão por sua vez relacionadas diretamente com uma precipitação total anual de aproximadamente 1.900 mm, bem distribuída ao longo de todo o ano, ou seja, validando um valor de cerca de 160 mm/mês e 5 mm/dia de média aproximada (MENDES et al., 1999).

Pesquisas mostram que, existem etapas bem específicas, que avaliam a ausência da molécula de água, gerando assim um maior prejuízo nas etapas de caracterização floral, ou seja, que vem a ser o ciclo floral, e também por sua vez no início da frutificação, tal qual quando submetida a severa ausência de água no terreno do plantio, a roseta foliar se achata, dificultando ou até mesmo evitando o lançamento da inflorescência, e criando um conjunto de consequências ruins, onde a penca pode perder o seu valor comercial prejudicando toda a produção (OLIVEIRA; MELO, 1998).

Além das categorias de evapotranspiração, o auxílio de água está conexo com o tipo de terreno, podendo a faixa de 100 mm/mês ser aceitável para terrenos mais densos e com boa aptidão de fixação de umidade, sendo de 180 mm/mês para solos com menor capacidade de ancoragem, onde por sua vez, é de imensa e fundamental necessidade, que o fornecimento de água assegure uma quantidade de que não seja inferior a 75,00% da capacidade de fixação de água do solo, sem que ocorra o risco de saturação do mesmo, o que por fim, de certa forma, anularia a sua aeração, podendo-se desta maneira compreender que uma precipitação ideal, seria aquela que ocorre anualmente com aproximadamente cerca de 1.200 mm/ano (TORRES; CALDAS; BUSO, 1998).

#### 2.2.7.8 Luminosidade

Um fator importante no desenvolvimento das plantas, é a presença da luz, que por sua vez, pode ser transformada em diferentes tipos de energia, onde toda a vegetabilidade oriunda da prática da bananicultura, necessita, de uma alta e incidente iluminação, ainda que a duração do dia, visivelmente, não influencie no seu desenvolvimento e na formação das frutas, mesmo que em regiões de alta luminosidade, o momento para que a penca alcance o local fundamental de pedação para a venda que é de aproximadamente 82 a 92 dias após a sua emissão, enquanto que, em localidades com menor luminosidade em algumas épocas do ano, o ciclo correto para a respectiva penca chega a atingir o momento ideal de venda

aproximado entre 84 e 113 dias, diante de uma luz mediana, onde a colheita deve se desenvolver entre 92 e 102 dias a partir da emissão do processo da penca (BITTENCOURT; QUEIROZ; NEBRA, 2004).

Quando se fala em luz, imediatamente se relaciona os vegetais com os processos de fotossíntese, onde esse metabolismo fotossintético apressa-se de maneira ligeiramente no instante em que a iluminação se encontra na faixa do visível em torno de 2.000 a 10.000 lux, que significa lumén ou intensidade de Iluminância/m<sup>2</sup>, sendo mais lenta na faixa entre 10.000 e 30.000 lux, em avaliações realizadas na superfície abaixo das folhas, onde os estômatos são mais frequentes, onde resultados pequenos determinam um bom incremento, e estimativas expressivamente altas de valores que podem gerar a queima das folhas, especialmente quando estas encontram-se na fase de cartucho ou recém-abertas, entendendo-se assim, que da mesma forma, a inflorescência também pode ser prejudicada por esse fator (FONTES et al., 2003).

#### 2.2.7.9 Ventilação

Um fator importante para a escolha do plantio na prática da bananicultura, são as fontes eólicas, ou seja, de origem do vento, podendo gerar desde mínimos danos até a elevadas formas de extermínio do bananal, onde os danos ocasionados pelo vento são adequados à sua intensidade e podem provocar alguns fatores tais como, o chilling ou em outras palavras a friagem no caso de ventos frios, a perda de competência no processo de se aspirar a água por parte da planta, devido à grande evaporação, o fendilhamento dos nervos auxiliares das folhas, a diminuição da área foliar, pelo fato da dilaceração da folha fendilhada, o rompimento de raízes, a quebra da planta, e por fim o tombamento de toda a vida do vegetal existente (HASHIMOTO; MARTINS, 2007).

Pesquisas demonstram que, diversas são as avarias referentes ao processo de colheita incitadas pelos ventos, onde se têm sido divulgadas através de alguns estudos na prática da bananicultura e podem ser estimadas em prejuízos e perdas entre 20,00% e 30,00% da produção total, tal qual, de forma geral, a maioria das multiplicidades aguenta ventos de até 40 km/h, porém velocidades entre 40 e 55 km/h geram prejuízos de nível médio tais como, por exemplo, o desintegração momentânea ou integral da planta, o rompimento do pseudocaule e outras agravos

que vão estar amarrados a idade da planta, na variedade, especialmente no seu desenvolvimento e altura, sendo ainda relatado que o extermínio pode ser máximo, quando os ventos atingem velocidade superiores a 55 km/h (FURLANETO et al., 2005).

No entanto análises referentes a influência dos ventos mostram também que, as variedades de volume ou de densidade de capacidade pequena, podem de certa forma, aguentar ventos de até aproximadamente 70 km/h, onde as multiplicidades de capacidade menor as conhecidas como Nanica são as mais resistentes ao vento do que as de capacidade média por exemplo da Nanicão e as de capacidade Grande da espécie do tipo Naine (ANDRADE, 2005).

Diversos trabalhos avaliaram que devido as avarias suportadas pela espécie do tipo Valery, devido ao fator da ação dos ventos, tem-se efetuado a sua transferência pela espécie do tipo Grande Naine, que vem a ser cerca de aproximadamente de quatro a cinco vezes mais resistente que a Valery, tal qual esses estudos mostram ainda que em áreas sujeitas à incidência de vento recomenda-se o uso de quebra-ventos como, por exemplo, cortinas de bambu, de *Musa balbisiana*, de *Musa textilis* ou de outras plantas para assim se poder minimizar os efeitos prejudiciais causados pela força do vento (CARVALHO, 1998).

#### 2.2.7.10 Umidade Relativa do Ar

Outro fator muito estudado e relatado por diversos autores, é o fator da umidade relativa do ar, que por sua vez, na prática do manejo e do cultivo da banana, causa diversos transtornos, principalmente para vegetais característicos das regiões tropicais úmidas, que é o caso da banana, demonstrando-se assim um melhor aumento em regiões com médias anuais de umidade relativa superiores a 80,00%, tal qual, esse fator acelera a emissão das folhas, prolongando desta maneira o seu tempo de vida, e favorecendo por sua vez assim, a distribuição da inflorescência e a uniformização da coloração dos frutos, onde pode ser confundido quando estiver vinculada a fatores climáticos como as chuvas e a temperaturas superiores, que devem ter uma tendência natural de provocar ocorrência de doenças fúngicas, basicamente as conhecidas como do tipo Sigatoka-amarela, que por outro lado, se houver de certa forma uma baixa umidade relativa do ar, a tendência é de se gerar toda uma vegetabilidade com um número enorme de problemas estruturais

tornando-se assim a vida da banana mais curta e causando prejuízos para a produção e distribuição (BORGES et al., 2007).

A absorção da água pelas plantas, é um dos principais fatores que estimulam o processo de desenvolvimento como a floração e a própria produção de frutas, tal qual, a ausência de tais fatores compromete todas as etapas do processo do plantio (BORGES et al., 2007).

Conhecer as propriedades e as características da água, facilita na qualidade da produção e principalmente evita a perda desnecessária do uso da água, que é um bem tão essencial para todas as formas de vida (BORGES et al., 2007).

#### 2.2.7.11 Altitude

Trabalhos ressaltam da real necessidade de se haver uma análise, mais detalhada e prévia referente a altitude do terreno do cultivo referente a prática da bananicultura, pois tais fatores, poderão influenciar positivamente ou negativamente no processo de desenvolvimento e crescimento da fruta, onde um modelo bem estabelecido, seria avaliar entre certas altitudes que podem variar entre 0 a 1.000 m acima do nível do mar (GOLD; MESSIAEN, 2000). Tais pesquisadores através dos seus estudos ainda definiram por sua vez, que as mudanças referentes as alterações no entendimento da altitude, tais como o período do ciclo da bananeira podem ser modificados, onde se pode observar por exemplo, as bananeiras do tipo Cavendish, que se forem adubadas em baixas altitudes, ou seja, entre 0 a 300 m, podem demonstrar um período de cerca de aproximadamente 300 dias de fecundidade efetiva, ao passo que, em terrenos situados acerca de aproximadamente 900 m de altitude do nível do mar, são indispensáveis cerca de aproximadamente 540 dias para encerrar a totalidade do seu período de produtividade da fruta (GOLD; MESSIAEN, 2000).

Outros trabalhos relevantes quanto a altitude do terreno na prática do cultivo da bananicultura, ofereceram informações quanto a comparações de bananais administrados diante de iguais qualidades de cultura, terreno, clima e presença relativa de água, tal qual, ficou altamente perceptível que há um crescimento e um melhor incremento de toda a vegetabilidade em torno de 30 a 45 dias no ciclo de produção para cada 100 m de acréscimo na altitude do terreno, onde por sua vez, tais fatores estão direcionados para a altitude, que interferem nos fatores climáticos,

especificamente nos fatores como o calor, chuva, presença de água e luz, dentre outros, onde diante disto, arbitrariamente, comprometerão de forma direta o desenvolvimento e a plantação no processo da prática de toda a técnica da bananicultura em geral (VELOSO et al., 2015).

Na Tabela 9, a seguir, é mostrado um resumo das condições ideais para o cultivo e manejo da bananicultura, onde se observa a relevância de fatores como o clima versus a produtividade do solo, sendo que algumas áreas são adequadas por justamente possuírem seus fatores naturais de condições para o plantio da banana, enquanto outras áreas, não são ideais devido à ausência desses fatores químico, físico e biológico citados anteriormente no texto (DELVAUX, 1995).

Vale ainda lembrar que, boa parte principalmente dos pequenos agricultores no mundo todo, tem prejuízos no início de um tipo de cultivo e manejo da agricultura, onde este fator ocorre basicamente pela falta de conhecimento do terreno que será utilizado para a prática da agricultura (DELVAUX, 1995)

Diante de tais necessidades de informações, é que se percebe um interesse cada vez maior de pesquisadores para colaborar no desenvolvimento do conhecimento dos agricultores (DELVAUX, 1995).

Ainda de acordo com a Tabela 9 a seguir, se observa que, para a produção da prática da bananicultura, são necessários uma série de combinações e fatores para que haja uma produtividade ideal, onde dentre estes fatores, pode-se destacar: a precipitação, que não pode ser acima do limite, pois isso afetará no processo de absorção da água pela planta; a temperatura em um limite padrão, e pôr fim a topografia (DELVAUX, 1995).

Tabela 9 - Fatores para a Estimativa da Competência no Uso de Áreas para o Cultivo da Bananeira

CLIMA	Áreas adequadas (sem ou com ligeiras limitações)	Áreas Inadequadas
Precipitação anual (mm)	> 1.200	-
Duração da estação seca (meses)	< 3	-
Temperatura média anual (°C)	> 18	-
SOLO	-	-
Topografia - declividade (%)	< 8	> 30
Inundação	Não	Inundação durante 2 a 4 meses pobremamente drenada
Drenagem	moderada ou melhor argilosa,	Argila maciça, argila +

Textura/estrutura	siltosa, argilosa + estrutura em blocos, argilosa + estrutura latossólica, franco -argilosiltosa, franco-argilosa, franco -siltosa, franca	estrutura de vertisol, franco-arenosa grossa, arenosa fina e grossa
Profundidade do solo (m)	> 0,75	< 0,25
Relação K: Ca: Mg	0,3 a 0,5: 3,0 a 4,0: 1,0	-
Relação K/Mg	0,2 a 0,6	< 0,2 e > 0,6
Relação Ca/Mg	3,5 a 4,0	-
CTC (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	> 16	-
Saturação por bases (%)	> 35	-
Matéria orgânica, 0-0,20m (g/kg)	> 25	-
Condutividade elétrica, extrato de saturação (dS)	< 2	> 6
Na trocável (%)	< 4	> 12

Fonte: Adaptado de Delvaux (1995).

## 2.3 TAXONOMIA DA BANANA PRATA (*Musa* sp.)

### 2.3.1 Família Musaceae

Segundos os trabalhos realizados por diversos cientistas, acredita-se que o aparecimento das espécies de banana deve ter sido na região sudeste do continente Asiático, onde por sua vez, nessa região, as bananas têm sido utilizadas pela população, ao longo da história, utilizando-se principalmente da domesticação da banana como fonte primordial de alimento, que por sua vez, muito provavelmente, tenha começado de forma simultânea com a prática agrícola, fazendo com que os diversos e diferentes tipos de grupos de origem primitiva aplicassem essas frutas de forma direta e ininterruptamente na dieta das pessoas das comunidades, além dos frutos, os brotos e as bainhas do pseudocaule das bananas selvagens também eram adicionados como alimentos sendo desta maneira de grande presença e importância para a época (BORÉM; MILACH, 1999).

Pesquisas demonstram ainda que a prática da bananicultura era também muito bem vista e admirada nos tempos antigos, tal qual, até existe uma lenda Hindu em que dizia que a banana era considerada um fruto proibido e que as ilhas do Sri Lanka eram por causa disso definidas como um verdadeiro paraíso, diante disto, o estudioso dessa fruta de nome Linnaeus, quando fez a classificação da maior parte das espécies desses vegetais, denominou a banana de *Musa paradisíaca*, onde atualmente, em nossos dias, a banana ainda continua a ter um significado cultural profundo, sendo um símbolo de produtividade e prosperidade para muitas



comunidades dentre elas algumas indígenas localizadas ao redor de todo o planeta (JIMENEZ; LOERIECO; BOTTAGLIO, 1993).

Trabalhos classificam que a prática da bananicultura, ou seja, especificamente a espécie geral conhecida como a *Musa* sp., chega por sua vez, a compor uma fonte de alimento para milhões de pessoas, sobretudo nas regiões tropicais e subtropicais, onde tais característica deve-se ao fato primordial de que a família Musaceae possui distribuição paleotropical, incluindo dois gêneros e, aproximadamente, 35 diferentes tipos de espécies, o que torna a banana por sua vez umas das frutas de maior variabilidade existente no planeta estudadas até o momento (LIMA, 2005).

Informações ainda dão conta de que relativo especificamente ao país do Brasil, se compreende que não incidem espécies naturais ou originárias dessa região, no entanto, e mesmo assim, as bananeiras são tão largamente agricultadas que chegam a ser confundidas com as plantas oriundas de onde se encontram para o respectivo plantio, cultivo, manejo, distribuição e posterior comercialização por parte dos consumidores (SOUZA; LORENZI, 2005).

Estudos mostram que em nível de planeta, a prática da bananicultura encontra-se por sua vez mais presente e difundida em localidades específicas como os países presentes nos continentes da África, América Central e América Latina, sendo atualmente o quarto alimento mais consumido na nutrição e dieta humana, perdendo respectivamente somente para o arroz, o trigo e o leite (PLOETZ, 2001).

Pesquisas estabelecem que no continente asiático, encontra-se especialmente no país da Índia, uma imensa cultura referente ao cultivo da prática da bananicultura, tal qual essa por sua vez é largamente conhecida pela população de uma forma simplificada como sendo uma planta para todos os usos, notando-se, que essa afirmativa de uma forma geral pode-se considerar como sendo sim verdadeira, pois todas as partes da planta, ou seja, toda a estrutura desse vegetal, pode ser de alguma forma usada para algum desígnio, onde se pode destacar ainda por exemplo, o uso na alimentação e na dieta humana e na animal, e também na produção de álcool, na produção de fibras, de medicamentos e de artesanato, além de outros possíveis usos que ainda estão em processo de intensas pesquisas metodológicas e científicas ao redor de todo o planeta (CHILLET et al., 2006).

### 2.3.2 O Gênero *Musa*

Informações registradas através de diversos estudos dão conta de que a banana (*Musa* sp. L.), abrange plantas de um grande porte físico, e são também classificadas como herbáceas perenes, pertencentes a classe Monocotyledonae, família Musaceae, ordem Scitaminae, e que se desenvolvem em áreas tropicais e subtropicais de preferência em ambientes ou terrenos parcialmente úmidos (FAURÉ et al., 1994).

A Banana é distribuída no terreno de uma forma basicamente vegetativa através de mudas ou brotos, ainda que as espécies selvagens sejam colonizadas por meio preferencialmente de sementes (SIMMONDS, 1973).

É importante ressaltar, que as espécies de Musaceae foram por muito tempo armazenadas nos trópicos do Velho Mundo, como no centro de distribuição na região pertencente ao continente asiático, em países como Burma, Tailândia e Malásia, porém as bananas têm sido agricultadas em todas as regiões tropicais e algumas subtropicais de todo o planeta (CASTRO, 1995a; CASTRO; GRAZIANO, 1997; CASTRO, 1998).

Pesquisas mostram que as musáceas se diferenciam de outras Zingiberales por proporcionarem um tipo específico de folhagem em diversos arranjos no formato de espirais com flores masculinas e femininas afastadas e fruto com uma polpa (BROWER; ZAR; VON ENDE, 1998; CASTRO et al., 2008).

A respeito de uma parte da estrutura física da banana, entende-se que a região denominada de perianto é dividida em dois importantes componentes, tal qual, um é composto por três sépalas unidas com a aparência de pequenas pétalas e a outra gerada por pétalas livres e potencialmente grandes (AKI; PEROSA, 2002).

Do ponto de vista da estética, as diversas partes da bananeira por sua vez, podem ser utilizadas como uma espécie de artesanato caseiro e pessoal ou até para fins de lucratividade, onde dentre essas espécies, pode-se destacar os seguintes tipos a seguir de *Musa*: *M. acuminata*, *M. velutina*, *M. coccínea*, *M. ornata* e *M. Ensete*, e por fim *Eumuse. ventricosum*, que por sua vez, são agricultadas de forma decorativa (CASTRO, 1995b; GRAMACHO, 2011).

Muitos pesquisadores têm destacado uma boa parte dos seus trabalhos e tempo de pesquisa para identificar o número de variabilidade de bananas em todos os cantos do planeta, onde através do estudo da taxonomia, foi possível classificar,

dividir e organizar o gênero *Musa* em cinco secções, que são as do tipo *Callimusa*, *Rhodochlamys*, *Australimusa*, *Ingentimusa* e pôr fim a *Eumusa* (ORTIZ; VUYLSTEKE, 1994a; ORTIZ; VUYLSTEKE, 1994b; ORTIZ; GOWEN, 1995; ORTIZ; MADSEN; VUYLSTEKE, 1998; ORTIZ; VUYLSTEKE, 1995a; ORTIZ; VUYLSTEKE, 1995b).

No sentido da caracterização genética dos genótipos e dos fenótipos, foi possível compreender, que as secções conhecidas especificamente como *Callimusa de sequência genotípica* ( $2n = 2x = 20$ ) e as do tipo *Rhodochlamys de sequência genotípica* ( $2n = 2x = 22$ ) apresentaram tão somente um interesse visual na sua comercialização (KAEMMER et al., 1992).

Trabalhos verificaram que a classificação e a caracterização genética da *Ingentimusa* apresentaram por sua vez somente uma espécie, que é a espécie conhecida como *Musa ingens de sequência genotípica correspondente a*  $2n = 2x = 14$  (ROUSSET, 1996).

Vale ser ressaltado que dentro de uma mesma secção pode-se perceber funções específicas, tal como é o caso gerado pela *Australimusa* que contém uma sequência genotípica de  $2n = 2x = 20$  estando por sua vez presente no grupo de bananas comestíveis conhecidas como Fe'i, que vem a ser a *Musa maclayi*, e pôr fim, a espécie *Musa textilis*, que neste caso é cultivada exclusivamente para produção de fibras (SEBASTIANES, 2010).

Um dos mais relevantes estudos apresentou a classificação da espécie *Eumusa* de sequência genotípica  $2n = 2x = 22$ , que vem atualmente a ser a classificação mais admirável do gênero, por apresentar a grande maioria dos cultivos da banana em todo o mundo (LYSAK; DOLEZELOVA; DOLEZEL, 1998).

Pesquisas quanto as aplicabilidades de mecanismos genéticos mostraram que uma secção classificatória compreende cerca de 10 espécies, que por sua vez são elas a *Musa acuminata*, *Musa balbisiana*, *Musa basjoo*, *Musa cheesmani*, *Musa flaviflora*, *Musa halabanensis*, *Musa itinerans*, *Musa nagensium*, *Musa schizocarpa* e *Musa sikkimensis* (NOVAK, 1992).

Estudos de vegetais como as plantas selvagens especificamente da espécie *Musa acuminata* são ordenadas em um total de sete subespécies, que são a *Musa acuminata burmanica*, *M. a. burmanicoides*, *M. a. banksii*, *M. a. malaccensis*, *M. a. siamea*, *M. a. zebrina* e *M. a. microcarpa* (JENNY et al., 1999).

### 2.3.3 Características da Banana Prata

Análises metodológicas exibiram resultados através de intensos estudos referentes especialmente a cultivar conhecida como Prata, que por sua vez, mostraram que esta se encontra presente no subgrupo que é classificado como Prata, sendo diante disso por sua vez largamente contemporâneo ao gênero denominado como *Musa* sp., que fica vinculado a família Musaceae, onde diante disto pode-se concluir que esta espécie gênero denominada de *Musa* sp., é um atributo geral presente em todos os cultivares de banana espalhados por todo o mundo (GOLDING, 1999).

Estudiosos abordaram que este tipo de banana, é a mais presente na casa dos brasileiros, fazendo assim parte de uma enorme cultura de cultivo no contexto nacional e sendo parte da alimentação e da dieta de pessoas com um alto, médio e também um baixo poder aquisitivo, sendo por sua vez, classificada como uma das cultivares de bananas mais aceitas no mercado brasileiro e externo, pelo seu alto valor nutricional e baixo custo econômico, sendo por isso, muito apreciada em nível nacional e mundial (FURLANETO; MARTINS; ESPERANCINI, 2007b).

Trabalhos mostram que diante de inúmeras pesquisas realizadas, percebeu-se que, o desenvolvimento da banana especialmente a prata, sofre muitas mudanças físicas, e alterações físico-químicas e químicas, que por sua vez, incidem especificamente dentro do fruto e por isso são consideradas de fundamental importância para se poder investigar o processo de desenvolvimento dos frutos e caracterizar os estágios de maturação, onde a firmeza diminui acompanhada por uma mudança na coloração da casca devido à degradação da clorofila e à síntese de carotenoides (LICHTENBERG, 1999).

Uma pesquisa muito interessante do ponto de vista da análise de fatores referentes a química analítica, divulgou, que o valor de sólidos que são solúveis totais especificamente da banana do tipo prata evolui, alcançando valores que podem chegar até cerca de 29,00%, tal qual, a acidez basicamente aumenta até atingir um máximo, quando a casca está totalmente amarela, para depois diminuir, predominando o ácido málico, onde o amido é degradado rapidamente, com o acúmulo de açúcares, criando uma sensação de adstringência, que é característico da presença de um meio básico, pela presença de hidroxilas ou Oxidrilas (OH<sup>-</sup>), representada pela presença de taninos, que diminui conforme à medida que o fruto

vai se desenvolvendo, podendo assim também variar com o período do ano, da colheita do fruto (LICHTENBERG, 1999; MACKU; JENNINGS, 1987).

Ainda através de estudos e do ponto de vista da química, especialmente referentes ao contexto das propriedades coligativas, se sabe que, o aroma característico da banana tende a aumentar conforme vai amadurecendo, sendo um admirável contribuinte para a qualidade dos frutos e influência quanto a sua aceitação diante do consumidor, onde, especificamente a banana prata gera ao longo do tempo a maturação de diversas substâncias voláteis, ou seja, que se perdem com facilidade na temperatura ambiente por possuírem uma elevada pressão de vapor, que por sua vez, são importantes para o desenvolvimento do aroma, tais como os grupos da química orgânica, como os ésteres, álcoois, aldeídos, cetonas, aminas e os fenóis, onde o principal grupo é o éster, que vem a ser o grupo de substâncias voláteis mais importantes que contribuem para o odor característico da fruta (MORTON; MACLEOD, 1990).

## 2.4 PERFIL DOS PRODUTORES DE BANANA

### 2.4.1 Características dos Produtores de Banana

Pesquisas vem demonstrando quanto ao conhecimento do perfil de quem trabalha diretamente com o cultivo e o manejo da prática da bananicultura, que esta por sua vez, é uma cultura realizada por pequenos, médios e grandes produtores, mas tem a predominância dos pequenos produtores, devido principalmente ao seu custo baixo no investimento inicial do projeto, e na boa expectativa de lucratividade, tal qual, se observou que no estado de Santa Catarina, por exemplo, é uma atividade tipicamente familiar, o que também por sua vez, se observa em todo o país, estando Santa Catarina com aproximadamente cerca de 6.000 produtores cultivando uma área de 31.931 ha de banana (PINHEIRO, 2004).

Dados tem mostrado que os produtores da região sudeste, que é por sua vez a mais desenvolvida do país com mão de obra e a implementação de diversas tecnologias, demonstram que, a exemplo de Santa Catarina (PINO, 2006).

Os produtores de São Paulo também são caracterizados como pequenos ou médios e com baixo nível de organização, onde em meados de 1995 até 1996, 53,50% das áreas de banana tinham entre 5 e 50 ha, mesmo que apenas 6,00% das áreas de banana fossem menores que dois hectares, eram ocupadas por grande

número de produtores, mais de 3.000, frente a um universo de 8.000 produtores no total (PINO, 2006).

Pesquisas diversas de órgãos de estatística aplicada e fiscalização do Brasil, apresentaram que a grande parte dos agricultores de banana possuem uma área de plantio menor que 20 ha, o que corresponde a aproximadamente cerca de 99,00% dos agricultores dessa cultura no Brasil (IBGE, 2016).

O censo do IBGE, não mostra de forma clara e direta se a grande parte dos agricultores de banana no Brasil, que se utilizam de um espaço muitas das vezes pequeno, o que corresponderia a um universo menor que 20 ha, está distribuído por sua vez fundamentalmente para os agricultores familiares, pois as informações obtidas tão somente comprovam a tese de que a banana é uma atividade destacadamente do pequeno e do médio agricultor, sendo por este fim muito acessível e de um ótimo investimento para quem busca uma estabilidade no campo do cultivo de frutas na agricultura brasileira (IBGE, 2016).

#### **2.4.2 Dificuldades na Produção da Banana**

Muitas pesquisas têm dado conta a respeito da sequência produtiva da banana no Brasil, que por sua vez, levam a entender uma breve descrição dos pontos de estrangulamento da atividade, onde a grande parte dos agricultores produtores de banana nos polos de produção nacional, normalmente, se constituem em agregações ou grupos informais (MATSUURA; FOLEGATTI, 2011).

Um novo trabalho também a respeito da prática da bananicultura no estado de Santa Catarina, mostra que esse estado possui um elevado número de associações, que foram criadas para organizar o processo de controle e certificação de mitigação de riscos vinculados por exemplo à Sigatoka Negra, onde essas agregações, em sua grande maioria, não fazem compra conjunta de insumos e não realizam venda conjunta, no entanto, foi perceptível que somente uma agregação visitada, no município de Corupá no estado de Santa Catarina, faz as suas devidas articulação da compra de insumos para os associados, o que já diminui consideravelmente os custos com o item, além de gerar receita para toda a associação envolvida que serve de exemplo como uma espécie de política pública para todo o país (MATTEI, 2013).

Um outro exemplo interessante relatado em trabalhos a respeito de agregações de produtores especialmente neste caso no Norte do estado de Minas Gerais, tal qual, tem sido percebido, que essas agregações não vem alcançando, ao longo do tempo, práticas de medidas para compra conjugada de insumos e também para a venda conjugada de frutas, como forma de desenvolver a competição entre os seus respectivos sócios frente aos seus numerosos concorrentes, onde este fator na realidade, acaba por neutralizar a obtenção de importantes ganhos de escala na compra de diferentes insumos químicos como é o caso específico dos fertilizantes, defensivos, herbicidas e outros produtos essenciais à prática da fruticultura (LEITE; JUNIOR, 2006).

É interessante ressaltar, que diante de um dos países com a maior carga tributária do mundo, que por sua vez é o Brasil, pode-se destacar até de forma bem positiva, porém com pouco de dificuldade essa explicação, que a partir do ponto de vista tributário, não há incidência de impostos sobre a produtividade total da banana, pois sobre esta somente advém o Imposto sobre a Circulação de Mercadorias, o chamado de ICMS sobre o frete, que é estabelecido por cada estado da união federativa do Brasil, tal qual, este fato justifica em parte a não necessidade de formação de cooperativas que muitas vezes existem pelas facilidades auferidas por uma política tributária diferenciada (MIRANDA, 2001).

Relatos determinam que as principais novidades no ramo da prática da bananicultura estão vinculadas à diversos tipos de variabilidade genética e melhoramento da planta, especialmente, no que se diz respeito e se refere aos aspectos fitossanitários, gerando como efeito, os maiores riscos da cultura que por sua vez são relativos a doenças, sobretudo a conhecida como Sigatoka Negra que pode levar a perdas da ordem de 100,00% de toda a produtividade, gerando-se assim, prejuízos astronômicos a todos os envolvidos (BUAINAIN; BATALHA, 2007).

Em relação aos valores gastos demandados referentes ao custeio de controle e prevenção da doença, que por sua vez, acarretam em uma elevação nos custos de produção, o que diante disto aumentará o valor final do produto, sendo que neste caso especial, os estados do Nordeste e de Minas Gerais possuem uma enorme vantagem competitiva frente aos estados localizados na região por exemplo do Centro-Sul do país, pelo fato de serem considerados livres da doença classificadas pelo MAPA, onde está presente na pauta de exportações, tal qual, as exigências

fitossanitárias ganham maior força e são severamente cobradas e fiscalizadas a todo momento (CARMO et al., 2010).

Vale ser ressaltado ainda, a respeito de um dos melhores e maiores produtores de banana no Brasil, que por sua vez que é o estado de Santa Catarina, um tradicional exportador que convive com a doença definida como Sigatoka Negra, e que aplica o chamado Sistema de Mitigação de Risco - SMR, que por sua vez, é devidamente aceito pelos países compradores de banana, diante de uma metodologia e prática, tal qual, através de procedimentos de rotina, um especialista na área de manejo e cultivo, se responsabiliza pelo controle da adoção de uma cadeia de práticas que evitam o carregamento da doença para outros locais por meio da banana, o que gera uma maior credibilidade e confiança dos exigentes mercados externos compradores da banana Brasileira (PINTO et al., 2010).

Do ponto de vista do conhecimento tradicional dos agricultores, se percebe que esses agricultores possuem ainda um pequeno conhecimento sobre preço de mercado da banana, e é justamente diante deste fator interessante, que a tendência é que por sua vez, esses agricultores fiquem drasticamente reféns do valor a que o intermediário está disposto a pagar, mesmo que sem uma devida análise detalhada e precisa dessa situação, se percebe mais ainda, que o nível de acesso a informações está diretamente relacionado com o nível de organização dos agricultores, onde por exemplo, no município de Mutuípe no estado da Bahia, estudos demonstram que os intermediários chegam a comprar o lote inteiro da produção agrícola, tal qual, até o momento ainda não existe nenhuma forma organizativa, o que de certa forma passa a ser um fator negativo para um bom controle dos próprios agricultores quanto ao real valor do que se é produzido, levando-se em conta, os gastos com mão de obra e com matéria prima (GUERRA et al., 2012).

Estudos relatam ainda, que as marcas comerciais de frutas são ainda pouco exploradas e de um pequeno retorno em termos de fidelidade para o consumidor, fazendo com que, isso permita que um comprador, por exemplo, de uma rede de supermercados, possa mudar de fornecedor de frutas com uma maior facilidade, tal qual, o processo de fidelidade do consumidor é muito mais em função das propriedades coligativas do ponto de vista da química como o sabor, a aparência e da confiabilidade do produto, do que na marca comercial em si, onde diante deste fator, como não há diferenciação pela qualidade, o produtor, mesmo dominando as



melhores práticas agrícolas, não as adota integralmente, pois não há benefício adicional por isto comprovados até o presente momento desses estudos (LEITE; JUNIOR, 2006).

Os grandes grupos de supermercados tiveram ao longo dos anos, que de certa forma, se adaptarem rapidamente para oferecer um portfólio de produtos da hortifruticultura, no entanto, mesmo assim, evoluíram pouco na diferenciação pela qualidade, que se limitam basicamente aos produtos minimamente processados e aos produtos orgânicos, normalmente olerícolas, ou seja, aquelas que envolvem culturas de hortaliças, especificamente de partes tais como, as folhosas, raízes, bulbo, tubérculos e frutos diversos, onde essas frutas são separadas e vendidas em cargas específicas sendo que os materiais fora dos padrões são excluídos pelo fato de não apresentarem de alguma maneira boas condições de consumo e saúde diante de uma exigência presente na dieta humana em geral (MANICA, 1997).

Nota-se através de pesquisas, que tais necessidades citadas anteriormente sofre variadas mudanças, inclusive, ao longo da semana, sendo que principalmente a fruta específica neste caso a banana, não foge à essa regra, pois, devido à sua fragilidade, frequentemente é vendida com uma má aparência, sendo desta forma importante que o momento da colheita seja realizado no instante perfeito para assim no processo de distribuição final gerar o mínimo possível de prejuízos para o produtor o que acarretará desta maneira na elevação dos valores da banana vendida para os consumidores em geral ou para os pequenos, médios e grandes comerciantes.

Trabalhos apresentaram resultados referentes especialmente as perdas de banana que podem ocorrer tanto antes quanto após a colheita, tal qual, esta última opção chega a ser responsável por aproximadamente cerca de 60,00% das perdas totais calculadas ao longo do ciclo da prática da bananicultura, onde existem várias técnicas disponíveis para reduzir as perdas, mas muitas delas não são aplicadas em virtude de se não haver uma valorização real por um produto de maior qualidade e, no caso dos administradores ligados de forma direta ao processo produtivo, serem muitas das vezes pouco capacitados, como é a situação da maior parte dos intermediários, onde o desconhecimento é parceiro indispensável no processo total e final de desperdício do cultivo e manejo da banana no Brasil e no mundo todo (LICHTENBERG, 2007a; MOURA; SILVA, 1998).

Alguns autores demonstram que devido a certas exigências exageradas por parte dos comerciantes, se observa conseqüentemente diversas avarias que também ficam relacionadas com as várias perdas que ocorrem antes e após a colheita, sendo que os intermediários costumam cobrar que os agricultores coloquem na caixa mais banana que o recomendado, fazendo com que isto forme uma coluna de bananas extrapolando desta maneira a altura da caixa, e gerando no transporte dessas frutas uma sobrecarga ao colocá-las umas sobre as outras nos caminhões de transporte, tal qual, o movimento de fricção e a pressão fazem com que amassem e machuquem, gerando grandes perdas nesta etapa, que pode ser definido como uma perda do tipo dupla, pois da mesma forma que o agricultor entrega um produto que não vendeu, este ainda, irá afetar de maneira negativa a qualidade do lote devido ao excesso de peso que poderiam ser evitado caso houvesse o mínimo de organização no processo todo de produção, transporte e distribuição da banana (MELO et al., 2002).

Para evitar as perdas ou até os excessos no processo de produção, é muito importante, que o agricultor conheça de forma integral a capacidade de produção do seu terreno através de cálculos matemáticos e estatísticos, afim de evitar, possíveis prejuízos na prática da bananicultura (MELO et al., 2002). Segundos pesquisadores, também é importante que o produtor saiba a média que conseguirá produzir no seu terreno, na produção de banana, o que vem ocorrendo principalmente com os pequenos agricultores (MOURA; SILVA, 1998).

### **2.4.3 Principais Sugestões Para o Cultivo da Banana**

Segundo informações estatísticas de origem do banco de dados do MAPA, se observou que, em algumas situações, certos municípios tem uma indicação contrária para o cultivo e manejo da prática da bananicultura, segundo o conhecimento dos terrenos nacionais agrícola que é publicado, todos os anos, pelo MAPA, que mostra por exemplo as situações bem específicas como é o caso do estado da Bahia, onde os pesquisadores da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola - EBDA, foram comuns em confirmar que há capacidade no município de Mutuípe para o manejo e cultivo da bananicultura, onde isso vem fortemente demonstrar que é importante se conhecer as devidas sugestões dos órgãos oficiais do Brasil quanto ao seu

conhecimento principalmente de terreno, clima e disponibilidade de água (GOMES et al., 2014).

Uma forma interessante de se inserir por exemplo a banana no processo do ciclo de produtividade, é o que por sua vez, vem sendo realizado na localidade do estado da Bahia, onde vem sendo adicionada na merenda escolar e em diversos hospitais, o que já ocorre em Mutuípe, Cruz das Almas, Feira de Santana e Salvador, por intermédio de agregações, onde o tal mecanismo pode ser o embrião de um processo organizativo de ciclo produtivo, fazendo com que essa iniciativa possa ser adotada em diversas outras localidades do país que também possuam essas características referentes a prática do manejo e do cultivo da bananicultura (BARRETO et al., 2013).

Estudos demonstraram que a construção de estradas, rodovias ou vicinais, auxilia diretamente na revitalização das distribuições de frutas pelas rodovias brasileiras que são apontadas como de baixa qualidade e ao mesmo tempo indispensáveis para o desenvolvimento de qualquer forma de cultivo, onde o foco mais importante é a exportação de frutas, incluindo-se a banana, onde também vale ressaltar que, a criação de um porto seco com um fluxo aéreo é muito importante e bem vindo para o Brasil poder exportar os seus produtos de forma simples e rápida, e para os produtores rurais também poderem ampliar as suas relações comerciais, observando-se que que o Brasil é um país promissor na atividade agrícola em geral, onde os mecanismos de articulações poderiam seguir no sentido para se ampliar a sua atuação para os outros perímetros e expandindo-se a atuação para a Produção Integrada de Frutas - PIF, que não serve somente para a banana, mas para todos os tipos de frutas, sabendo-se, que para isto se faz necessário um intercâmbio entre agricultores que seja de fundamental importância para o desenvolvimento do comercio de exportação no país (CARRIJO et al., 1999).

Do ponto de vista da qualidade na produção de frutas no Brasil, dentre elas a da banana, os mecanismo adotados são de fundamental importância, através do qual, grandes mercados de produtos com padrão superior e detentores de algum selo de qualidade, deverão de alguma forma tomarem a frente no processo de distribuição dessas mercadorias, percebendo-se que a produção para estes mercados deve considerar a proximidade, e os agricultores que já produzem de forma diferenciada, sobremaneira aqueles que aderiram à certificação de origem da banana COB, que é aplicado por exemplo no estado de Santa Catarina e chamada

de banana de Santa Catarina, com um excelente nível organizacional para estes grupos onde é importante destacar que o PRONAF de maneira geral direciona recursos para a implantação de packing houses, através da incorporação de Pesquisa e Desenvolvimento, com a formação de parcerias com as instituições de preferência que seja uma empresa privada, e a EPAGRI para o desenvolvimento de cabos aéreos para áreas em declive, notando-se que por fim, o Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação MCTI, pode por sua vez financiar via linha de subvenção econômica ou por meio da Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP (COELHO et al., 2002).

Diante deste contexto, também pode-se salientar, que os mecanismos da pesquisa para o desenvolvimento e inovações de produtos de fibra de banana, possuem diversas ações admiráveis para a produção certificada, ou seja, aquela orgânica, solidária e participativa, com selo de origem, entre outras, através da busca de mercados específicos, como supermercados, alimentação escolar, cooperativas e hospitais (DANTAS; DANTAS; ALVES, 2014).

Para um bom estabelecimento do comércio, é importante que na aceção do modelo de negociações entre os camponeses e o comércio dos compradores de produtos, delimitada na caracterização pela qualidade que deverá ser mantida, obtida ou melhorada, basicamente abordará prioritariamente a contratação por meio das cooperativas, associações e grupos de interesse informais existentes, ultimando a potencialização dos esforços de organização da agricultura já realizados e uma melhor rentabilidade e acesso ao mercado para o agricultor (FOLEGATTI, 1999).

Pesquisadores sugerem ainda que, uma forma metodológica interessante para a organização no processo de produção de qualquer alimento e dentre eles neste caso a banana, seria seguir como o foco principal, a atuação da produção de grupos de agricultores organizados, preferencialmente em cooperativas, para a venda da banana para atacadistas de frutas, supermercados e centrais de abastecimento, baseando-se no fator preço pelos seguintes aspectos, pagamento por qualidade da banana, pagamento por certificação e diferenciação da forma de embalagem, onde esse tipo de performance permitirá a relação de comércio entre os supermercados, atacadistas de frutas e os grupos organizados de agricultores, ultimando a inserção competitiva no mercado interno e externo (MOREIRA, 2015).

Por fim, vale destacar, que a aparência física de uma fruta pode de certa maneira identificar uma certa qualidade do aspecto dos materiais utilizados, onde

através de uma assistência técnica disponível para o produtor, este por sua vez, poderá melhorar a adoção de novas práticas agrícolas através de parcerias com os distribuidores, para se diminuir eventuais perdas e manter a qualidade em todas as etapas do ciclo de produção, que devem ser avaliadas como uma transferência de tecnologia ao agricultor, distribuidor e supermercadista, e também, a consolidação oficial por parte das associações e de grupos informais existentes, para que usufruam as vantagens das atividades comerciais coletivas, sobretudo de compra de insumos, de assistência técnica e de venda da produção (COSTA et al., 2014).

## 2.5 DEFINIÇÕES DE MICRORGANISMOS ENDOFÍTICOS

### 2.5.1 Noções Gerais de Microrganismos Endofíticos

Estudos diversos relatam que existem numerosas maneiras de se definir o termo endófito, tal qual, foi no ano de 1866, que o pesquisador De Bary foi o primeiro a demonstrar o termo de endofítico, como sendo qualquer organismo presente no interior de tecidos de uma espécie vegetal onde aqui nesse momento se entendia como sendo uma planta (WHITE; MORROW; MORGAN-JONES, 1990).

Alguns anos mais tarde, no ano de 1988, o cientista de nome Carroll adicionou ao termo endofíticos a particularidade de que os endófitos geram propagações assintomáticas ao seu hospedeiro, o que caracteriza esses tipos de microrganismos como de difícil percepção, sendo assim, imperceptíveis somente a olho nu, tal qual, essa nova definição excluía o grupo composto por organismos patogênicos e mutualistas que são facilmente perceptíveis quando atacam de alguma forma um hospedeiro causando-lhes um tipo de doença, algo que os endofíticos não geram (WHITE; MORROW; MORGAN-JONES, 1990).

No ano de 1991 através de muitas análises, o pesquisador, Petrini sugeriu que o termo endofítico, esteja por sua vez vinculado a todo microrganismo presente nas partes superiores das plantas, totalmente adequado para viver nos tecidos internos dos vegetais em algum momento do período da vida desse tipo de vegetabilidade, tal qual, essa forma de moradia identifica-se por não proporcionar danos aparentes ao hospedeiro, sendo de fundamental importância para a proteção natural dessas plantas que foi relatada anteriormente pelo cientista de nome Carroll (PETRINI, 1991).

Diante de muitos estudos, foi conceituado que por fim, o termo acerca de endófitos, refere-se as bactérias e a os fungos que infectam assintomaticamente, ou seja, sem causar doenças ou problemas a planta, onde os tecidos da planta hospedeira, destacando as partes das folhas, ramos ou caules, adicionando-se ainda que a infecção ocorre durante um período ou todo o ciclo de vida desses microrganismos (WILSON, 1995).

Muitos cientistas utilizaram a acepção de Wilson para definir e conceituar os microrganismos endofíticos, onde ao analisar infecções fúngicas assintomáticas, ou seja, aquelas que não causam danos para o hospedeiro, em gramíneas, por espécies de fungos da família Clavicipitaceae, os pesquisadores empregaram dois termos, que foram eles os termos de endófitos e endofíticos, para organizar o mesmo tipo de fungo isolado, tal qual, a utilização desses dois termos geraram e ainda geram uma confusão na literatura, por entender-se que, o conceito de endófito e a sua classificação ainda é um imenso tema de debate no meio dos pesquisadores, já que cada pesquisador costuma utilizar a sua própria definição de nomenclatura de endofíticos, além do mais, sabe-se que numerosas definições, encontra-se na diferenciação entre os microrganismos endofíticos, epifíticos e patogênicos (SCHULZ; BOYLE, 2005).

Um dos maiores estudiosos de endofíticos no Brasil, assinala que um microrganismo epifítico, é aquele que, habita as partes superiores de toda a forma de vegetabilidade, podendo ainda ser localizado dentro dos estofos dos vegetais como um endofítico em algumas condições, ou até mesmo, em outras situações esse mesmo microrganismo epifítico pode se tornar um patógeno causando-lhe desta maneira danos e problemas irreparáveis ao hospedeiro ao qual estiver associado na forma de uma simbiose (AZEVEDO, 1998).

Dados com base em pesquisas científicas, descreveram que a variação de algas que se alimentam exclusivamente de fontes de origem vegetal, e que são denominadas de algas verdes e por sua vez conhecidas cientificamente como *Enteromorpha vexata*, era menor quando contaminadas por um fungo endofítico, onde a partir desse tipo de contágio essas algas passavam a resistir ao período do verão, ocasião em que a taxa de herbivoria era maior (CUBIT, 1984).

Outra utilidade dos fungos endofíticos, baseia-se em prestar um tipo de assistência para os hospedeiros contra os patógenos, partindo-se da produção de

fármacos antagônicos, que por sua vez podem substituir substâncias químicas potencialmente perigosas (WHITE et al., 1990).

Trabalhos demonstram que Gramíneas de estação fria pertencente a subfamília Pooidea, proporcionam o fungo *Acremonium* como endófito dominante, tal qual, esse microrganismo exibe incompatibilidade frente a vários patógenos fúngicos de gramíneas como *Nigospora sphaerica*, *Periconia sorghina* e *Rhizoctonia cerealis* (CARROLL, 1988).

Dados obtidos através de pesquisas têm abordado que os papéis desempenhados pelos fungos endofíticos atraem a atenção dos pesquisadores, porque compreende-se que tais microrganismos se tornaram um importante objeto de estudo de diversas pesquisas a fim de avaliar a ecologia, diversidade, fisiologia e adaptação da relação entre os parceiros como ocorre na relação de simbiose, onde o interesse em averiguar os fungos endofíticos reflete-se na natureza assintomática, ou seja, de não causar danos como por exemplo uma infecção ao vetor, podendo desta forma realizar uma checagem entre a relação do endofítico e do seu respectivo hospedeiro como um mutualismo, porém, essa classificação é errônea devido a heterogeneidade das interações entre os fungos e toda a vegetabilidade existente (SCHULZ; BOYLE, 2005).

Trabalhos mostram que os chamados fungos endofíticos são organizados em dois grandes grupos, que são os endófitos da família Claviciptaceae definidos por sua vez como C-endófitos que habitam as gramíneas e os não - Claviciptaceae definidos por NC-endófitos que habitam de forma assintomaticamente, sem causar danos ou avarias a os tecidos de plantas não vasculares, onde pode-se ser citada as samambaias, coníferas e angiospermas, sabendo-se que essa organização baseia-se nas diferenças de parentesco evolutivo e taxonomia dos fungos, na gama de hospedeiros que contaminam e nas funções ecológicas dos fungos, tal qual, esses dois grupos são divididos em classes, dentre elas os chamados de C-endófitos que demonstram somente uma classe, enquanto que os conhecidos como NC-endófitos demonstram três, percebendo-se assim, que cada classe assinalaram-se pelos seguintes parâmetros que são gama de hospedeiro, tecidos colonizados, limitada ou extensa colonização da planta, alta ou baixa biodiversidade vegetal, tipo de transmissão e os benefícios causados ao vetor ao qual está vinculado (RODRIGUES et al., 2011).

Especificamente, a respeito dos C-endófitos onde estes são caracterizados por diversos tipos de grupos que possuem uma vida livre e também por sua vez de organismos que ficam próximos a insetos, fungos, gramíneas, juncos e ciperáceas, ao qual sabe-se ainda que esse tipo de grupo tem origem da ordem *Hypocreales* a qual é composta por linhagens de patógenos e endofíticos, onde por fim, esses microrganismos proporcionam transferência vertical, ou seja, as plantas parentais disseminam os fungos para as plântulas por via de contágios principalmente de sementes (SAIKKONEN; ION; GYLLENBERG, 2002).

Diversos estudos apresentaram resultados que confirmam que a grande maioria dos C - endófitos referentes a classe 1, que por sua vez chega a ser responsável por aumentar a resistência dos hospedeiros perante a herbivoria de insetos, tal qual, além dessa função é interessante salientar que esses microrganismos proporcionam atividade de combate aos variados tipos de nematoides (ROWAN; GAYNOR, 1986; CLAY, 1990; PATTERSON; POTTER; FANIN, 1991; RIEDELL et al., 1991; KIMMONS et al., 1990).

No entanto trabalhos realizados por Gwinn e Bernard, mostraram, que certos C-endófitos não proporcionam esses benefícios em relação ao vetor, sendo imprescindível que uma análise seja efetuada nas plantas em condições ideais para avaliar os reais benefícios quando esses microrganismos estão atuando nesses sistemas vegetais (SAIKKONEN; ION; GYLLENBERG, 2002; FAETH et al., 2006).

Pesquisadores relataram que existem outros benefícios pertinentes a esses microrganismos definidos de C-endofíticos, que por sua vez referem-se diretamente à aversão às patogenias em geral, onde se observou, que uma considerável melhoria na ecofisiologia das plantas a fim de promover melhor adaptação a condições de estresse a qual esses vegetais são submetidos (ARECHAVALETA et al., 1989).

Referências metodológicas mostraram através de vários estudos especificamente alusivas ao segundo grupo, os NC-endófitos, que estes por sua vez proporcionaram uma elevada variedade, sendo que na primeira classe, a classe 2, pode desenvolver-se nos tecidos encontrados tanto acima, quanto abaixo do terreno, comumente proporcionando uma longa forma de habitação dos tecidos dos vetores (VERMA et al., 2009). Estudos dão conta de que a grande parte dos participantes dessa classe reportam-se por sua vez ao filo *Ascomycota* e os demais participantes reportam-se ao filo *Basidiomycota*, onde percebe-se, que uma das



principais características dessa classe é a competência de conceder tolerância às condições de estresse específicos para toda a vegetabilidade existente, tal qual, basicamente pode-se destacar a planta (RODRIGUEZ et al., 2009).

Trabalhos forneceram informações a respeito basicamente da classe conhecida como 2, especificamente de NC-endófitos, tal qual, esta classe por sua vez, difere-se das classes 3 e 4 devido ao local e ao tipo de contágio, onde os fungos pertencentes a essa classe habitam fortemente os diferentes tipos de raízes, caules e folhas, percebendo-se que essa modalidade de contágio ocorre de maneira longa dentro dos vetores, onde pôr fim, a distribuição e abundância desses fungos na rizosfera não é compreendida em sua totalidade devido a insuficiência de dados oriundos de estudos ecológicos realizados, se fazendo desta maneira, cada vez mais necessário que se aumentem o número de trabalhos e pesquisadores interessados por esta área de estudo (OVREAS et al., 2014).

No mesmo sentido de estudo de microrganismos, pode-se destacar os fungos neste caso os conhecidos como *Fusarium culmorum* que por sua vez habitam os tecidos não embrionários da planta *Leymus mollis*, observando-se ainda, que a sua ausência basicamente na forma de simbiose leva a morte de toda a vegetabilidade envolvida de uma planta do tipo vetor e o desenvolvimento de forma lenta e peculiar do fungo estão diretamente relacionados aos altos níveis de salinidade, percebendo-se ainda que tais conclusões são diferentes quando ocorre a simbiose, pois ambos os organismos se tornam capazes de tolerar os altos níveis de salinidade da água salgada devido principalmente a alta incidência na presença de sais (RODRIGUEZ et al., 2009).

Outros estudos, demonstram, que além dos benefícios vinculados à simbiose, esses vários tipos de microrganismos são responsáveis por adotar uma espécie de proteção contra doenças a partir da incapacidade do patógeno em disputar com os fungos endófitos pelos recursos e nichos disponíveis na matéria prima do vegetal, e por elevar a biomassa desse vegetal em condições de um estresse total (RODRIGUEZ et al., 2009).

Pesquisas mostraram também que todas as regiões de uma vegetabilidade complexa como são as partes bem definidas de uma planta, raiz, sementes ou folhas por exemplo, podem por sua vez, de alguma forma serem habitadas por endófitos, para assim poderem ativar de forma mais rapidamente os mecanismos de defesa, se comparados por sua vez com plantas não habitadas por esses mesmos tipos de

fungos, durante o contato com patógenos, sendo aqui de uma função fundamental a ação desses microrganismos na vida da planta em geral (REDMAN; DUNIGAN; RODRIGUEZ, 2001).

Por fim, mas não menos importante, diversos são os estudos referentes a classe conhecida como classe de NC-endófitos, que é denominada de classe 3, que por sua vez abrange os chamados de fungos ascomicetos que se caracterizam principalmente pelos seguintes aspectos, tais quais, podem ser destacados, pela colonização basicamente de tecidos que se encontram acima do solo, pela sua transmissão de forma horizontal, pelo processo de infecção ser altamente localizado, por concederem uma alta tolerância às condições de estresse específicas do habitat e pôr fim, por possuírem uma elevada diversidade, tal qual, entende-se que essa alta diversidade direciona-se para várias perguntas em relação as diversas funções ecológicas desses microrganismos, no entanto, mesmo assim, ainda é difícil desenvolver regras gerais para todos os diferentes isolados de fungos no interior de um único vetor, fazendo-se desta maneira necessário que cada vez mais seja necessário ampliar esse conhecimento, amadurecendo e aumentando o número de trabalhos na área específica de estudo (RODRIGUEZ et al., 2009).

Trabalhos com base em estudos estatísticos mostraram ainda que, os diversos tipos de isolados de endófitos são responsáveis por diminuir as várias lesões e a morte de folhas do tipo *T. cacao* provocadas por sua vez pelo patógeno geralmente conhecido como *Phytophthora* sp., onde ao se considerar a interação entre endófitos dessa classe e seus respectivos vetores, no sentido amplo ecológico, é muito provável que se possa avaliar esses microrganismos apresentando uma função primordial nesse tipo exclusivo de interação (ARNOLD; HERRE, 2003).

Por fim, pesquisadores estudaram a última classe dos NC-endófitos, que é conhecida como a classe do tipo específica de número 4, que engloba os fungos que proporcionam hifas e septos melanizados, situados prioritariamente nas raízes de árvores, arbustos e coníferas, tal qual, por sua vez ainda se acredita que esses microrganismos forneçam uma função importante na fisiologia ecológica de seus vetores, no entanto, mesmo assim ainda se sabe pouco sobre essa função (LOGUERCIO et al., 2009).

Mesmo diante de um número significativo de pesquisadores e estudiosos voltados para o estudo único e exclusivo desses tipos de microrganismos, ainda se sabe pouco a respeito da funcionalidade por exemplo desses fungos vinculados as

diferentes partes dos vegetais em geral, tal qual, outras características como são os casos do conhecimento da taxonomia da planta a ser estudada (LOPES et al., 2006).

Por fim, em relação aos papéis ecológicos, estes são também no momento ainda de pouca compreensão e relevância científica, onde, diante deste fator, descobrir o papel funcional desses fungos é de grande interesse para abranger as interações entre esses organismos e seus respectivos vetores para poder se criar mecanismos naturais de proteção para a planta, favorecendo-se assim, a qualidade da produção agrícola (LOPES et al., 2006).

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Isolar, purificar, identificar e classificar microrganismos endofíticos presentes na folha da bananeira conhecida como do tipo prata, que são cultivadas no sítio São Pedro, e que fica situado no município de Boa Vista-Roraima.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Realizar levantamento da produtividade da banana no estado de Roraima através de um questionário de sondagem;
- b) Relacionar a ocorrência de microrganismos endofíticos (Fungos e Bactérias), através da aplicação de um questionário de sondagem, quanto a importância da presença desses microrganismos para o desenvolvimento da produtividade agrícola na região estudada, verificando-se também, as possíveis perdas e/ou interferências na produção agrícola, devido a consequente ausência do conhecimento acerca dos microrganismos endofíticos.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 ÁREAS DA COLETA

O estado de Roraima, situa-se ao Norte do Brasil conforme mostrado na Figura 2, fazendo fronteira ao Leste, com a República Cooperativista da Guiana, e ao Norte e Oeste com a república da Venezuela, tal qual, possui cerca de 966 km de fronteira, com a Guiana, e 955 km com a República Venezuelana, contendo uma área territorial de aproximadamente 225.111,5 km<sup>2</sup> (FREITAS, 1998).

Roraima ainda faz fronteira, com estados do Brasil sendo, ao Sul com o Amazonas e Pará, e a Oeste, com o estado do Amazonas, onde a sua capital, Boa Vista, se localiza a margem direita do rio Branco, com uma elevação de aproximadamente 92 m acima do nível do mar, ocupando uma área de cerca de 5.688,062 Km<sup>2</sup> (FREITAS, 1998).

A vegetação de Roraima, é constituída basicamente, por três tipos diferentes de cobertura vegetal, bem variadas entre si, onde se percebe que ao Norte, encontram-se as serras, que vem a ser uma vegetação de árvores mais rarefeitas e de baixa concentração demográfica, tal qual, existem nos vales uma grande quantidade de humos que facilitam o aparecimento de gramíneas de ótima qualidade e apropriada para criação de animais como, cavalos, gado, caprinos e ovinos (FREITAS, 1998).

Na região central do estado de Roraima, se detecta com grande facilidade, a região denominada de lavrado, mas que tecnicamente, é chamada de savana, onde encontraremos árvores de pequeno porte, mas bastante resistentes à falta de água e de caule retorcidos, como exemplo os caimbezeiros e muricizeiros (FREITAS, 1998).

Define-se o baixo rio Branco, que fica situado na região sul, como uma floresta tropical amazônica, densa e úmida, onde dentre sua grande particularidade, pode-se destacar, as diversas árvores de grande porte (FREITAS, 1998).

As folhas da banana prata, foram coletadas no dia 16 de novembro de 2017 na fazenda São Pedro localizada no estado de Roraima, cidade de Boa Vista, na região Amazônica, Brasil na seguinte coordenada a seguir 3°20'42.3" N 60°34'39.9" W. A precipitação durante o mês de coleta foi 00 mm, a temperatura média foi de 33,5 °C e a umidade relativa média foi de 44,0%. A região onde foram coletadas as folhas da banana é conhecida como gleba Murupu, e fica a uma distância do centro

de Boa Vista de aproximadamente 59 km. A localidade dessa região é conhecida pelos agricultores como “Região do Passarão”, pois pertence ao projeto de nome “Passarão”, onde situa-se o sítio São Pedro. Foram selecionados cinco pontos diferentes de coletas de folhas de bananeira do tipo banana prata para uma melhor amostragem e confiabilidade de resultados.

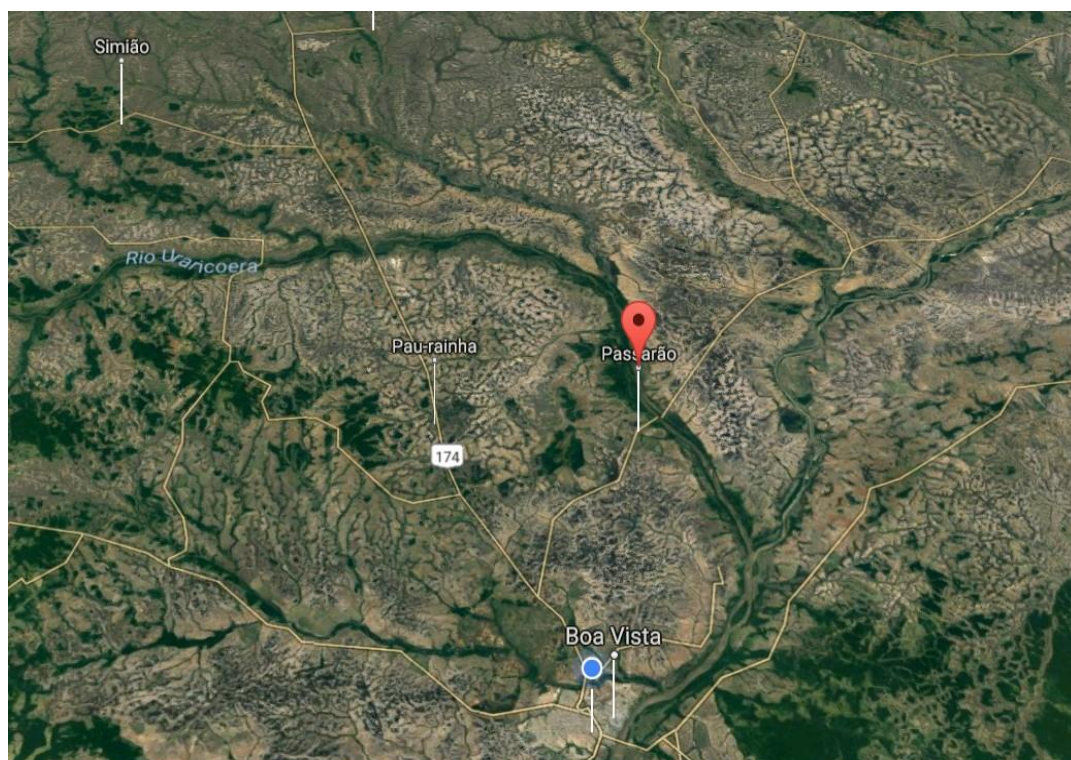


Figura 2 - Localização por Meio Satélite do Sítio São Pedro (Fonte: Google Earth, 2017)

No entanto, a região a ser estudada, está localizada na área rural do município de Boa Vista, capital de Roraima, que é compreendida por diversos sítios e fazendas, onde estão localizadas as culturas de frutíferas da bananeira e também de outras espécies alimentícias.

#### 4.1.1 Projeto do Passarão - Boa Vista - Roraima

O plano do Projeto denominado de Passarão, teve início no ano de 1995, e compreendeu a construção de infraestrutura para irrigação de área inicialmente de cerca de 400 hectares para cultivo de grãos e frutas, sabendo-se, que o foco no começo do projeto do plano piloto, era de desenvolver e formar a ideia do sistema de irrigação da região do Passarão, situada no município de Boa Vista-RR, que fica distante aproximadamente 59 quilômetros do centro de Boa Vista (SEAPA, 2016).

Os principais objetivos do projeto, baseando-se principalmente na instalação de um sistema de captação de água composta por estação elevatória flutuante instalada à beira do Rio Uraricoera com seis conjuntos de motores-bombas, canal de distribuição gravitatoria, estação pressurizadora do tipo EP-02, tal qual, nos próximos anos, serão erguidos o restante da infraestrutura para atender os 600 hectares existentes até o momento, abarcando as estações pressurizadoras, com rede de distribuição hidráulica, sistema de drenagem, sistema viário, e por fim, uma subestação rebaixadora de energia, o que torna essa região como uma das mais promissoras do estado de Roraima para a agricultura (SEAPA, 2016).

O modelo do plano do Passarão, está dividido atualmente em cerca de 27 lotes, sendo que um total de 22 para pequenos irrigantes com lotes de até 10 hectares aproximadamente, e cinco lotes para grupos empresariais localizados na região, que investem no desenvolvimento agrícola do estado de Roraima (SEAPA, 2016).

Inicialmente no processo de licitação do projeto Passarão, ainda na fase de gestão, foram previstos recursos no valor de R\$ 1.500.000,00 de investimento na região (SEAPA, 2016).

O empreendimento aplicado na região do Passarão, tem como principal perspectiva, beneficiar diretamente a população do município de Boa Vista, que tem um contingente populacional de aproximadamente 340.000 mil habitantes, e indiretamente, auxiliar com produtos os municípios de Normandia, Bonfim, Cantá, Mucajaí, Alto Alegre, Amajari, Caracará e ao estado do Amazonas e demais países como Venezuela e Guiana Inglesa (SEAPA, 2016).

No que se diz respeito ao ponto de vista econômico e social, o projeto busca atender as condições para neutralizar a pobreza da região, desenvolvendo a economia, gerando renda regional e receitas públicas, viabilizando-se, assim, o acesso da população, e melhorando as condições de vida de toda a população que vive ao redor da região do Passarão (SEAPA, 2016).

#### 4.2 COLETA DAS FOLHAS DA BANANA - SÍTIO SÃO PEDRO

No dia 16 de novembro de 2017 às 16:00 horas no horário local de Boa Vista no estado de Roraima, foram coletados 5,00 quilogramas de folhas da banana, na propriedade rural de nome Sítio São Pedro, que fica situado no município de Boa

Vista-RR, que é por sua vez, a capital do estado de Roraima, localizado na área de abrangência pertencentes a região Amazônica. Em períodos anteriores a novembro de 2017 foram realizadas algumas coletas testes com o objetivo de se executar um treinamento para aprender o processo da prática referentes a identificação, isolamento e classificação dos microrganismos em geral, e depois especificamente dos endofíticos.

Na propriedade do Sítio São Pedro, foram coletadas as partes aéreas da banana (folhas), especificamente, onde se possa perceber a presença de nervuras da folha da planta, de cinco pontos distintos dentro do sítio. As folhas de banana da espécie conhecida como prata, foram coletadas neste estudo no sítio São Pedro, e armazenadas posteriormente em papel celofane úmido e insuflado plástico, e armazenadas em sacos plásticos para manter as propriedades dos microrganismos endofíticos inalteradas. As folhas já no saco plástico, foram devidamente etiquetadas e transportadas por via aérea até a cidade de Piracicaba-SP. Na escola superior de agricultura Luiz de Queiroz, localizada em Piracicaba-SP, onde se realizou a posterior etapa prática desse estudo em questão. O procedimento que foi realizado na Esalq-SP, especificamente, a etapa de identificar, isolar e classificar os microrganismos endofíticos da folha da bananeira, ocorreu no dia 17 de novembro de 2017 as 8:00 horas da manhã. A Figura 3 mostra uma imagem das bananeiras do sítio São Pedro do município de Boa Vista - RR.



Figura 3 - Plantação de Bananeiras do Sítio São Pedro



### 4.3 CRITÉRIOS PARA A ESCOLHA DO SÍTIO SÃO PEDRO

Dentre os diversos sítios distribuídos pelos lotes do projeto conhecido como “Passarão”, foi selecionado por sua vez, o Sítio de nome São Pedro, conforme mostrado na Figura 4, que foi o que apresentou as melhores características e condições para o respectivo estudo.

Especificamente, os critérios para a escolha do sítio São Pedro, para a realização das respectivas coletas das folhas da banana, foram os seguintes, citados logo a seguir: energia independente com a presença de motores; água de irrigação própria; quantidade/qualidade de frutas produzidas ao longo do ano; receptividade do agricultor quanto ao fornecimento de informações e por fim o Sítio São Pedro aderir a regularização ambiental protegendo o meio ambiente. Por fim, outro aspecto importante a ser considerado na escolha do sítio São Pedro, diz respeito, a sua produção de banana principalmente a prata (*Musa sp.*), que ocorre ao longo de todo o ano, o que contribui para uma amostragem abrangente e a qualquer momento da pesquisa.



Figura 4 - Bananas Dispostas no Solo Após a Colheita no Sítio São Pedro

#### 4.4 COLETA DE DADOS, FORMAÇÃO DO QUESTIONÁRIO E ENTREVISTA

As entrevistas foram realizadas, com todas as pessoas que trabalham em sítios ou fazendas de forma direta ou indireta com o cultivo e manejo da prática da bananicultura existentes em torno de todos os 15 municípios do estado de Roraima. Para isso, será utilizado um questionário com perguntas objetivas e divididos em três partes sendo elas: Perfil Sócio, Econômico e Geográfico dos Entrevistados, com 09 perguntas claras e objetivas; Aspecto Histórico e Produtividade da Prática da Bananicultura no estado de Roraima, com 08 perguntas claras e objetivas e por fim, Microrganismos Endofíticos e Produtividade, contendo 03 perguntas também de forma clara e objetiva. Através destes questionários, com perguntas claras e objetivas a respeito da produtividade e do conhecimento das pessoas a respeito de microrganismos endofíticos, se iniciará, um levantamento sócio, econômico, geográfico e cultural da região conhecida como gleba Murupu (Passarão).

Diante disto, o questionário com perguntas objetivas, foi aplicado a 50 pessoas de todos os municípios do estado de Roraima, o que versará no final em um total de 750 entrevistados, onde por sua vez, será possível diante destes resultados, compreender e conhecer a dinâmica da produção da banana, no estado de Roraima, relacionando-se, a sua produtividade com o conhecimento das pessoas quanto a presença e a importância ou não de fungos e bactérias endofíticas.

#### 4.5 ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DAS FOLHAS DA BANANA

Dentre tantos processos envolvidos em uma análise de pesquisa científica, sem dúvidas, a forma de armazenamento e transporte do material a ser estudado, é um momento primordial para o desenvolvimento de todo o trabalho, pois, caso haja alguma interferência mesmo que mínima, os erros vinculados nesse processo, irão se somar e gerar dados incorretos e relevantes nos resultados obtidos.

Diante do pressuposto anterior, logo após o procedimento de coleta das folhas da banana prata do sítio São Pedro mostrado na Figura 5, se deu início, rapidamente ao processo de armazenamento das folhas, para em seguida, se iniciar o posterior transporte por via aérea até a Esalq/USP, procedimento que levou no máximo 24 horas. Cerca de aproximadamente 20 folhas de banana prata, foram coletadas, totalizando uma massa de 2000g, que foram provenientes basicamente de 20 folhas de banana com um tamanho médio de aproximadamente 85 cm de um

comprimento e de 20 cm de largura para cada folha coletada neste trabalho. As folhas de banana prata, foram devidamente vedadas em papel celofane úmido e insulfim plástico, para se manter todas as características microbiológicas intactas quanto a quaisquer interferências externas de microrganismos.

As folhas da banana selecionadas para o posterior processo de isolamento, identificação e classificação, foram aquelas que apresentaram, nervuras bem visíveis na sua estrutura física.

Estudos relevantes, ainda dão conta de que, o tempo para se iniciar os estudos dos endofíticos nas folhas de qualquer vegetal, seja na semente, folha ou raiz, por exemplo, não poderá ser superior a 24 horas após os procedimentos de coleta, armazenamento e transporte, visto que, se esse tempo for extrapolado alguns microrganismos poderão ser perdidos, e outros aparecerão como uma forma de contaminação, gerando-se assim falsos resultados (AZEVEDO, 1998; AZEVEDO et al., 2000; AZEVEDO; ARAUJO, 2007).



Figura 5 - Bananas Dispostas no Solo Após a Colheita

#### 4.6 TIPOS DE CULTIVARES DE ISOLAMENTO, PURIFICAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO, E CLASSIFICAÇÃO DE FUNGOS E BACTÉRIAS ENDOFÍTICAS

No departamento de genética da Esalq/USP e especificamente no laboratório de microrganismos endofíticos desta instituição, cada folha da bananeira foi minuciosamente lavada com água abundante, corrente, com o objetivo fundamental de extinguir as comunidades microbianas externas (epifíticos), mantendo preservada a população interna do tecido vegetal (endofítico) que é a de interesse para o estudo em questão. A figura 6 mostra as folhas já lavadas e selecionadas para as posteriores etapas do estudo em questão (DOBRANIC; JOHNSON; ALIKHAN, 1995).



Figura 6 - Folhas de Banana Lavadas para o Preparo do Isolamento de Fungos e Bactérias

Os mesmos fragmentos das folhas da banana prata coletadas para a análise neste trabalho, serviram de estudo nessa pesquisa, tanto para os fungos endofíticos quanto para as bactérias endofíticas (ARAÚJO et al., 2010).

Com relação especificamente a metodologia de isolamento aplicada aos fungos endofíticos neste trabalho, foi realizado, de uma forma, que estes fungos endofíticos foram cultivados e manejados em um meio de cultura como batata dextrose agar (BDA), onde foram colocados fragmentos de 0,5 cm<sup>2</sup> nas placas de Petri como o meio a ser analisado (RIDEELL, 1950).

Já a respeito da metodologia de isolamento das bactérias endofíticas neste trabalho, os fragmentos das folhas da banana prata, foram por sua vez, triturados e colocados em uma solução salina, e depois sucessivamente plaqueadas em meio conhecido de cultura tripty soya broth (TSB) por meio de diluições seriadas (ARAÚJO et al., 2010).

A posterior caracterização dos microrganismos endofíticos, foi feita com base em diversos estudos já previamente consolidados na literatura mundial acerca de microrganismos endofíticos (ARX; MULLER, 1954; GUBA, 1961; MULLER; ARX, 1962).

#### 4.6.1 - Avaliação de Fungos e Condição de Cultivo

O procedimento descrito por Araújo et al. (2014), com modificações adaptadas à banana foi a metodologia utilizada para o isolamento de bactérias neste estudo. A superfície de 20 folhas, com cerca de 85 cm de comprimento e 20 cm de largura, foram fragmentadas em pedaços menores conforme mostrado na figura 7, e esterilizadas por imersão em etanol a 70% por 1 minuto, hipoclorito de sódio a 3% por 4 minutos e etanol a 70% por 30 segundos conforme a figura 8.



Figura 7 - Folhas de Bananas Fragmentadas em Pedacos Menores para o Processo de Isolamento dos Fungos e Bactérias

Após a esterilização da superfície, os fragmentos foram lavados duas vezes em água destilada autoclavada. A eficiência desta metodologia foi verificada aplicando 0,1 mm do enxaguamento final em placas de Petri contendo um meio do tipo agar com dextrose de batata (BDA) suplementado com tetraciclina para prevenir o crescimento bacteriano conforme é mostrado na figura 9. Somente os fragmentos esterilizados de superfície consideradas ideais, foram utilizados para o próximo isolamento endofítico fúngico. Fragmentos menores de cerca de 0,5 cm foram então preparados a partir dos fragmentos anteriores e colocados em placas contendo o meio BDA como mencionado anteriormente. Cinco fragmentos foram inoculados em cada placa em um total de 250 fragmentos. As placas foram incubadas de 7 a 12 dias a uma temperatura de 28 °C mostrando os fungos que cresceram conforme é mostrado na figura 10 e 11. A frequência de colonização foi determinada pela razão entre o número de fragmentos colonizados por fungos e o número total de fragmentos utilizados. A purificação dos isolados foi realizada utilizando-se caracterização morfológica de formas distintas e a sua frequência ou intensidade de surgimento. Colônias únicas purificadas foram usadas para identificação molecular. É importante destacar que tal procedimento citado anteriormente serve para bactérias e fungos endofíticos e tem como objetivo principal o de eliminar os microrganismos que vivem na superfície das folhas de bananeira, pois o foco deste estudo e a linha de pesquisa deste trabalho são os microrganismos endofíticos, ou seja, aqueles que vivem no interior das folhas com a principal função de protegê-los contra invasores patógenos em geral.

Esta etapa é destacadamente um momento da análise muito importante pois é nesse momento específico desde a chegada da folha da banana que foram selecionadas as melhores folhas, lavadas e iniciado o procedimento de eliminação dos microrganismos que vivem na parte externa ou aérea dessas folhas.

O procedimento de purificação do material para as posteriores etapas do estudo, também é muito relevante, visto que através das características morfológicas e que são por sua vez visualizadas diretamente a olho nu. Foram selecionadas as melhores colônias tanto de bactérias quanto de fungos e sempre observando-se os diferentes tipos de características morfológicas que foram surgindo ao longo do estudo como a cor, tamanho, ou se era liso ou rugoso.



Figura 8 - Processo de Desinfecção Superficial para Isolamento de Bactérias e Fungos das Folhas das Bananas



Figura 9 - Fungos Endófitos em Crescimento Inicial Após o Processo de Isolamento Incubados a 28 °C

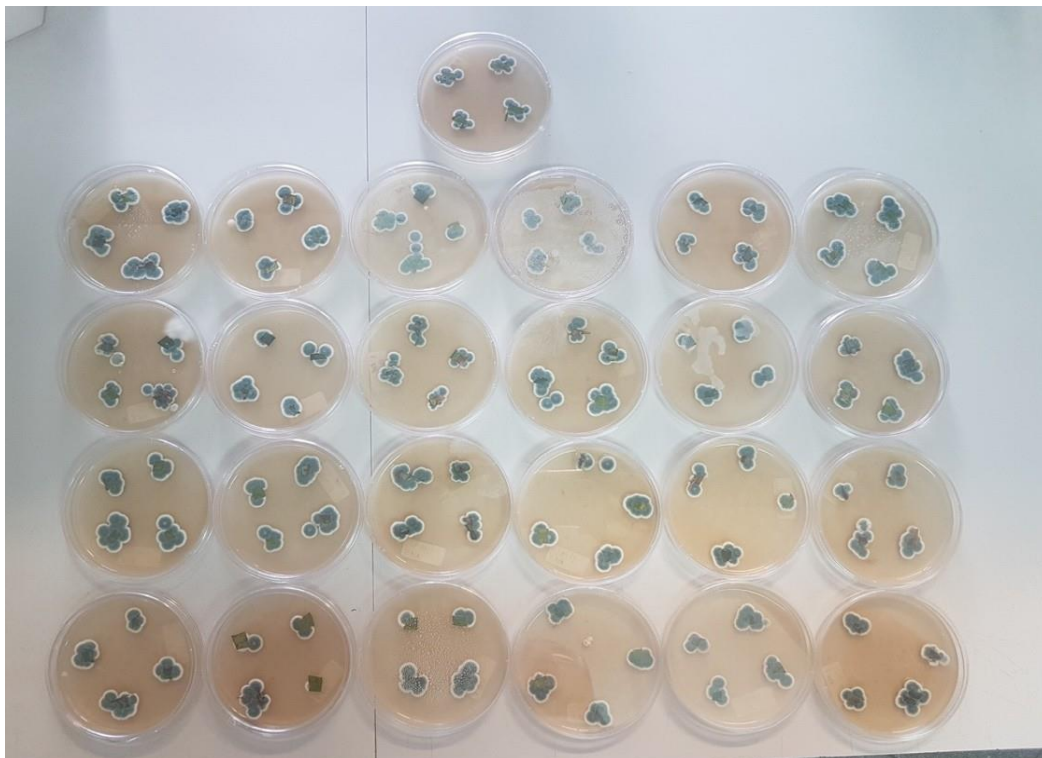


Figura 10 - Crescimento de Colônias de Fungos Isolados Após o Período de Crescimento na Estufa de Incubação a 28°C



Figura 11 - Colônia Isolada e Purificada de Fungo Após o Período de Crescimento



#### 4.6.2 - Avaliação de Bactérias e Condição de Cultivo

O isolamento bacteriano foi realizado de acordo com Araújo et al. (2014). Um total de 5 g de folhas de banana foram maceradas e colocadas em frascos contendo 90 mL de solução tampão de fosfato (PBS) contendo NaCl, 9,0 g; KCl, 0,2 g; Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 1,44 g e KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 0,24 g de água destilada 1000 mL e pH 7,4. As amostras foram incubadas sob agitação (150 rpm) durante 30 minutos a 28 °C. Alíquotas de 0,1 mL foram diluídas em séries de três vezes e posteriormente foram inoculadas em duplicata em placas de Petri com 20 mL do meio do tipo agar de soja triptone 10% (TSB) incluindo 50 pg/mL de benomil para evitar o crescimento de fungos conforme é mostrado na figura 12. As placas foram incubadas a 28 °C e as colônias foram contadas a partir de 48 horas de incubação. As colônias foram selecionadas considerando sua cor e forma conforme a figura 13 e 14 a seguir, e purificadas, sendo essas amostras conservadas em glicerol a 15% e -80 °C para serem usadas na posterior análise de identificação molecular.



Figura 12 - Bactérias em Crescimento Inicial Após o Processo de Isolamento Incubados

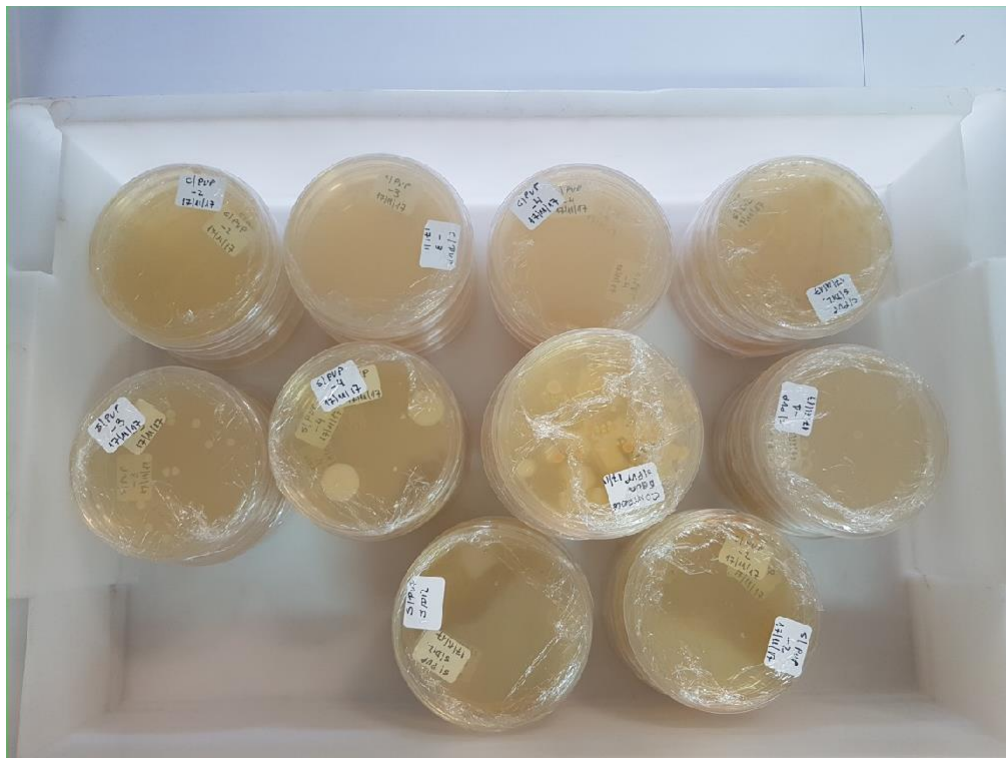


Figura 13 - Placas Contendo o Meio de Cultura TSB, Incubadas a 28 °C Após o Processo de Purificação por Esgotamento de Estrias Cruzadas para Obtenção de Colônias Bacterianas Puras e Isoladas

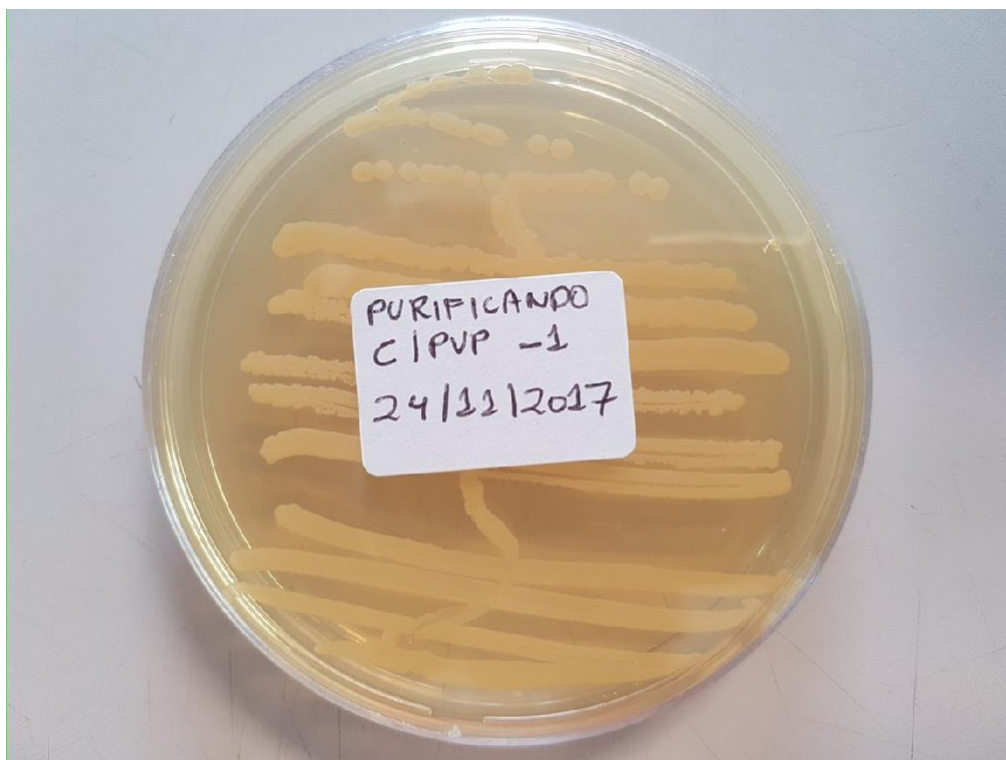


Figura 14 - Colônia Isolada e Purificada por Esgotamento de Estrias Cruzadas de Bactéria Após o Período de Crescimento

#### 4.7 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Microrganismos endofíticos, tais com fungos e bactérias, foram por sua vez, isolados seguindo a metodologia descrita por ARAÚJO et al., 2010. Tais microrganismos, também foram purificados e mantidos em estoque no laboratório para posterior classificação por processos clássicos e moleculares (ARAÚJO et al., 2010).

O modelo de questionário deste trabalho em questão, foi aplicado às pessoas que trabalham de forma direta ou indireta com o cultivo da bananicultura nos municípios do estado de Roraima. O modelo de questionário aplicado neste trabalho é mostrado logo a seguir. Vale lembrar, que de certa forma, a aplicação de um questionário objetivo é muito relevante, visto que, o levantamento de informações a partir de uma entrevista realizada com a utilização de questionários, é um método muito eficiente na obtenção de dados e informações, fazendo com que as pessoas que foram entrevistadas com a aplicação do questionário, sintam-se também como parte fundamental do trabalho, e não somente como um objeto de estudo, o que torna a pesquisa do ponto de vista social, uma rica contribuição para o estado de Roraima.

#### MODELO DE QUESTIONÁRIO APLICADO NESTE ESTUDO

Nome (a): \_\_\_\_\_

Local da entrevista: \_\_\_\_\_

Função no sítio (fazenda): ( ) Proprietário; ( ) Produtor; ( ) Outro \_\_\_\_\_

Nome do sítio: \_\_\_\_\_ Município da Produção \_\_\_\_\_

Data da aplicação do questionário \_/\_/\_\_\_\_\_

#### I - IDENTIFICAÇÃO DO (A) ENTREVISTADO (A).

**1.0.** De qual município o senhor(a) produz a prática da bananicultura?

**1.1.** Gênero: ( ) Masculino; ( ) Feminino.

**1.2.** Estado Civil: ( ) Casado; ( ) Solteiro.

**1.3.** Idade: ( ) 18 e 30; ( ) 30 e 40; ( ) 40 e 50; ( ) Acima de 50.

**1.4.** De qual região você veio? ( ) Norte; ( ) Nordeste; ( ) Sudeste; ( ) Sul; ( ) Centro-Oeste.

1.5. Tempo de Trabalho na Agricultura: ( ) 1 ano; ( ) 2 anos; ( ) 3 anos; ( ) entre 5 e 10 anos; ( ) mais de 10 anos; ( ) mais de 20 anos; ( ) mais de 30 anos; ( ) mais de 40 anos.

1.6. O lote foi: ( ) Comprado; ( ) Doador;

1.7. Nível de Escolaridade: ( ) Analfabeto; ( ) Alfabetizado; ( ) Ensino Fundamental completo; ( ) Ensino Fundamental Incompleto; ( ) Ensino médio completo; ( ) Ensino Médio Incompleto; ( ) Superior completo; ( ) Ensino Superior Incompleto.

1.8. Renda: ( ) menos de 1 salário mínimo; ( ) 1 salário mínimo; ( ) De 2 a 3 salários mínimos; ( ) Mais de 3 a 4 salários mínimos; ( ) mais de 4 a 5 salários mínimos; ( ) acima de 5 salários.

## II - ASPECTOS HISTÓRICOS DA OCUPAÇÃO DO ESPAÇO E PRODUTIVIDADE

2.0. Tipo(s) de banana(s) produzida(s)?

2.1. Conhece a história/ocupação do local onde o senhor (a) se encontra atualmente na região do Passarão? ( ) Sim; ( ) Não.

2.2. Em qual década o senhor (a) tomou posse do seu terreno atual para produzir a sua agricultura? ( ) antes da década de 80; ( ) década de 90; ( ) nos anos 2000.

2.3. Período do ano de maior produção da fazenda (Sítio) ao qual o senhor trabalha? ( ) seco; ( ) Chuvoso; ( ) Ano todo.

2.4. Existe algum apoio (Estadual, Municipal ou Federal), na produção agrícola na região em que o senhor trabalha atualmente? Sim ou não?

( ) Não; ( ) Sim: Tipo de apoio: ( ) Estadual; ( ) Municipal; ( ) Federal.

2.5. De que forma é esse apoio: ( ) Financeiro; ( ) Estrutural;

2.6. Qual o destino da produção de frutas? **Poderá ser assinalada, mais de uma opção.** ( ) Local; ( ) Regional; ( ) Internacional.

## III - CONHECIMENTO SOBRE A RELAÇÃO MICRORGANISMOS X PRODUTIVIDADE

3.1. Qual o seu conhecimento a respeito da influência de microrganismos em geral no desenvolvimento da planta/fruta?

( ) Nenhum; ( ) Pouco; ( ) Muito.

**3.2.** Alguma vez o (a) senhor (a) ouviu falar em microrganismos endofíticos?

( ) Sim; ( ) Não.

**3.2.** Os microrganismos endofíticos são bons ou ruins no processo de produção/desenvolvimento agrícola?

( ) Bons; ( ) ruins.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 QUESTIONÁRIO**

#### **5.1.1 Perfil Socioeconômico e Geográfico dos Entrevistados**

O perfil sócio, econômico e geográfico dos entrevistados, referem-se as diversas características pessoais e de grande relevância, que foram realizados na aplicação do questionário com perguntas, e as respostas foram formatadas conforme é mostrado nas Figuras 19-27.

Quanto à primeira pergunta do questionário, mostrada na Figura 19, referente especificamente ao perfil sócio, econômico e geográfico das pessoas entrevistadas, se percebeu, que a maior parte da produção da banana no estado de Roraima, se encontra concentrada estritamente no Sul do estado, na seguinte ordem decrescente, com cerca de 37,10%, para o município do Caroebe, 20,20%, para o município de Rorainópolis, 10,10%, para o município de São João da Baliza e por fim 5,10% para o município de São Luiz do Anauá.

É interessante se perceber com esses resultados, que somados, a região sul do estado de Roraima, equivale a cerca de 72,50% da produção de banana no estado. Tais resultados, demonstram, que essa região que é a maior produtora de banana, fica próxima do estado do Amazonas que é um dos potenciais compradores da banana Roraimense.

Um dos fatores percebidos através de estudos, foram que a BR-174 é uma via de escoamento importante de Roraima, e que diante de tantas dificuldades de infraestrutura, estar próximo do estado do Amazonas, acarretará em uma diminuição em eventuais prejuízos e problemas futuros relacionados a logística da distribuição da banana.

Problemas de estrutura são encontrados em todo o território nacional, o que por esse motivo muitas das vezes levam os agricultores a não produzirem com uma quantidade elevada ou até mesmo durante o ano todo.

Segundo relatos dos agricultores, um maior incentivo por parte do estado, elevaria a produtividade e o aumento de oportunidades para as pessoas que trabalham e moram no campo, no entanto, muitas das vezes o próprio estado desestimula os agricultores impondo uma série de barreiras e dificuldades as famílias.

Por fim, Roraima sendo um estado novo em comparação com os demais, ainda tem muito a desenvolver nas diversas formas de prática na agricultura.

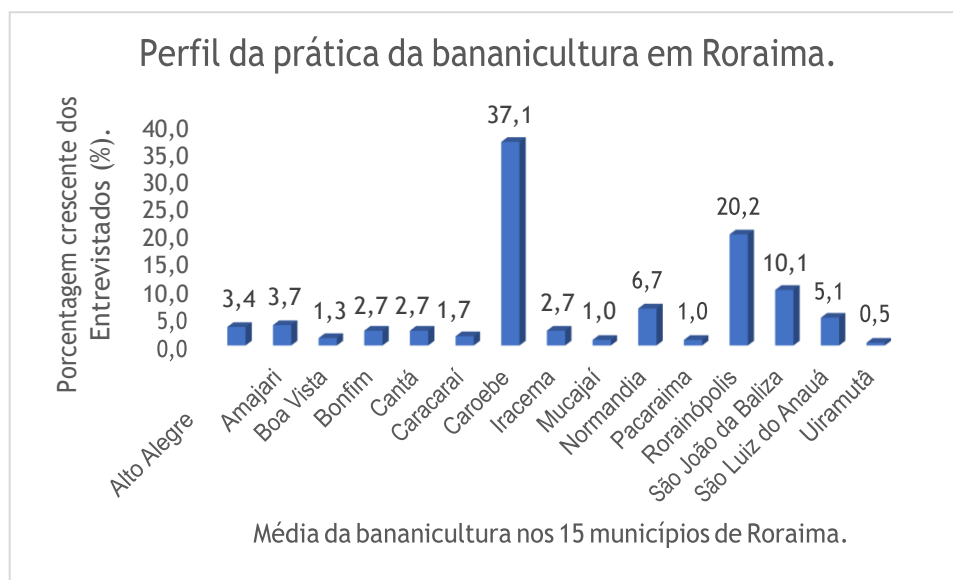


Figura 15 - Perfil da Prática da Bananicultura em Roraima

Ainda se observa, com certa frequência na prática da agricultura Brasileira, e mundial, a presença predominante do sexo masculino nas atividades rurais. As precárias condições de trabalho da agricultura familiar, tem sido um dos principais motivos que tem levado muitos agricultores a abandonarem esta atividade. Segundo alguns pesquisadores, foi a partir da década de 1960, que houve um aumento na taxa de migração do meio rural para o meio urbano (CAMARANO; ABRAMOVAY, 1999). Outros estudos, dão conta, de que neste meio rural, por volta de 1990, a maioria das migrações era de jovens entre 15 e 19 anos de idade, e principalmente do sexo masculino (ROCHA; ECKERT, 2015). Sob o ponto de vista, da modernização do espaço agrário brasileiro, pesquisadores alegam que as recentes transformações ocorridas afetaram as pequenas e médias propriedades rurais (MESQUITA; MENDES, 2012). A partir dessas informações, se observa especificamente da Figura 20, através dos dados da pesquisa, que cerca de aproximadamente 78,00% das pessoas que trabalham com o cultivo, manejo, transporte ou distribuição da banana no estado de Roraima, são destacadamente do sexo masculino, enquanto somente 22,20%, das pessoas são do sexo feminino.

Ainda vale ser mencionado, que a grande maioria das mulheres, trabalham, mais com a parte administrativa do processo da bananicultura, enquanto os homens,

atuam mais fortemente na parte física do processo agrícola. Realidade esta, que existe a muito tempo, desde o início da agricultura em nível mundial independente do produto de interesse final a ser desejado.

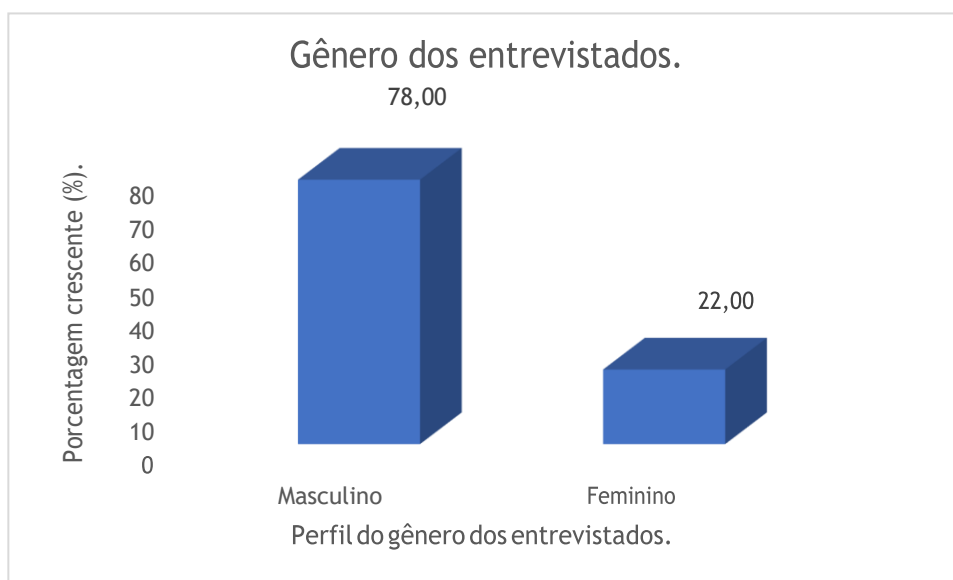


Figura 16 - Sexo dos Entrevistados

Na Figura 21, a pesquisa através da aplicação dos questionários, apresentou que, a grande maioria das pessoas envolvidas no processo da bananicultura em Roraima, são casadas, o que equivale acerca de 79,30% dos entrevistados. Já o número de solteiros, é bem menor, cerca de 20,70%. Tais resultados, mostraram que a grande parte das famílias, já vem de uma relação familiar muito grande, o que tende a ser passado de pai para filho, ao longo dos anos e de gerações.

Uma característica relevante e que tem colaborado para uma reorganização das unidades produtivas familiares é o processo de atualização da agricultura que altera o modo de organização familiar clássica, onde um desses traços que marcam esta transformação, é que, com o passar do tempo, a estrutura familiar é caracterizada pela diminuição no número de filhos, onde sabe-se que isso deve ser pensado de maneira integrada ao modelo vigente que cria novas necessidades onde a estrutura familiar anteriormente consolidada já não tem como se manter.

Segundo o pensamento de Wanderley, a agricultura atual tem, a este respeito, uma dupla propriedade, que são elas, a sua relação, sob mecanismo variados aos mecanismos de mercado e também os processos de reprodução do



recurso e a abertura do mundo rural ao modo de vida presente (WANDERLEY, 1989).

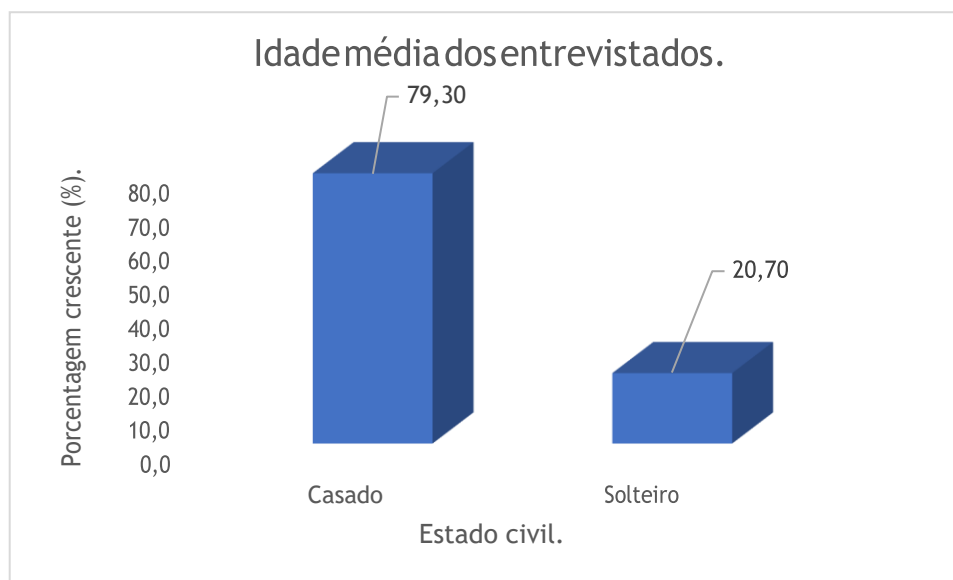


Figura 17 - Estado Civil dos Entrevistados

Informações relevantes, quanto a idade média dos entrevistados, é mostrada na Figura 22. Se identificou, que a maior parte das pessoas que atuam na prática, manejo e cultivo da banana, possuem uma idade entre 30 e 40 anos, o que por sua vez, chegou a equivaler a cerca da metade dos entrevistados, ou seja, 52,00%, seguido, logo pelas pessoas entre 18 e 30 anos, e acima de 50 anos, onde ambos intervalos de idade possuem a mesma porcentagem que foi de 21,30%, o que juntas somadas, deu um total de 42,60% do total dos entrevistados. Apenas 5,30% das pessoas, possuem uma idade que fica na faixa entre 40 e 50 anos de idade.

Tais resultados, nos fazem refletir, quanto a uma espécie de envelhecimento da população agrícola produtora neste caso específico de banana, no estado de Roraima, o que poderá ser uma problemática para o futuro da prática no estado.

Tal processo de envelhecimento das famílias agrícolas em geral e nesse caso específico que trabalham na produção da bananicultura, é observado não somente no estado de Roraima, mas é uma realidade em nível nacional e que vem se disseminando a cada ano que se passa.

Com o acesso por exemplo ao ensino, muitas das pessoas deixaram para trás o sonho de seguir a cultura agrícola familiar, visto que, se formar e obter um

diploma, na grande maioria das vezes é uma certeza bem mais sólida de um futuro estável do que trabalhar no campo seja com qualquer tipo de agricultura.

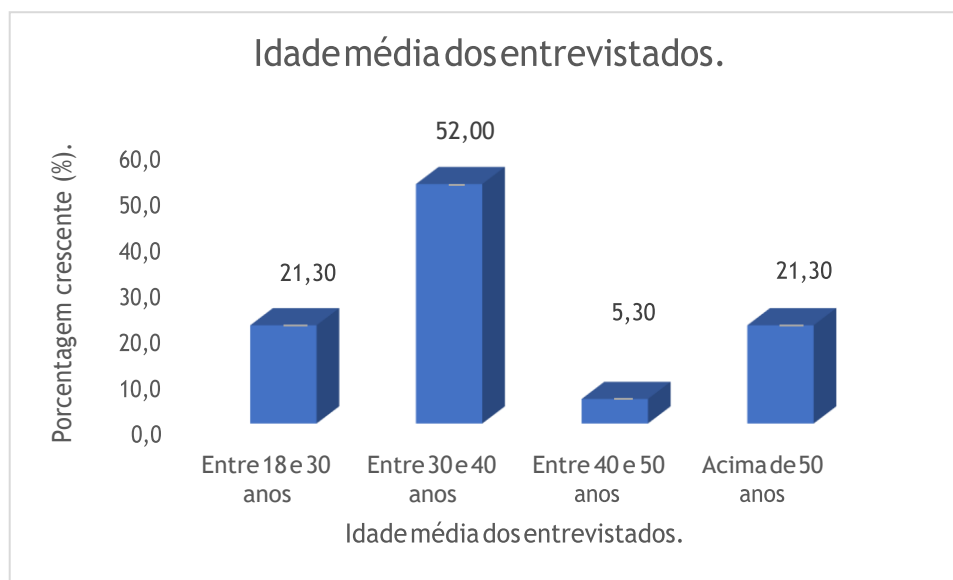


Figura 18 - Idade Média dos Entrevistados

Na Figura 23, se percebe que a grande parte dos entrevistados que equivale acerca de 60,70%, tem a sua origem da região nordeste, seguidos da região sul com 16,70%, Norte com 11,30%, sudeste 6,07% e por fim centro-oeste com 4,70%.

Tais resultados, vão de acordo com a grande presença de nordestinos no estado de Roraima, principalmente de estados como, Ceará, Paraíba, Bahia e Rio Grande do Norte.

A presença dominante de nordestinos, de certa maneira, influência de forma direta na consolidação das práticas da bananicultura, já bem consolidadas na região nordeste do Brasil.

O enredamento da aquisição de informações sobre movimentos migratórios, bem como, a especificação da área geográfica, do tempo em que se deseja que estas informações sejam referidas e a avaliação das respostas oriundas do campo são fatores fundamentais para tornarem este tema um dos mais ricos em termos de possibilidades de medição e de análise.

Por fim, como as várias formas de se medir o processo de migração no Brasil ou no estado de Roraima, que de certa forma, conduzem a valores discrepantes entre si, apresentam diversas bases com um maior enfoque nos quesitos de lugar de nascimento e de lugar de residência em uma data fixa.

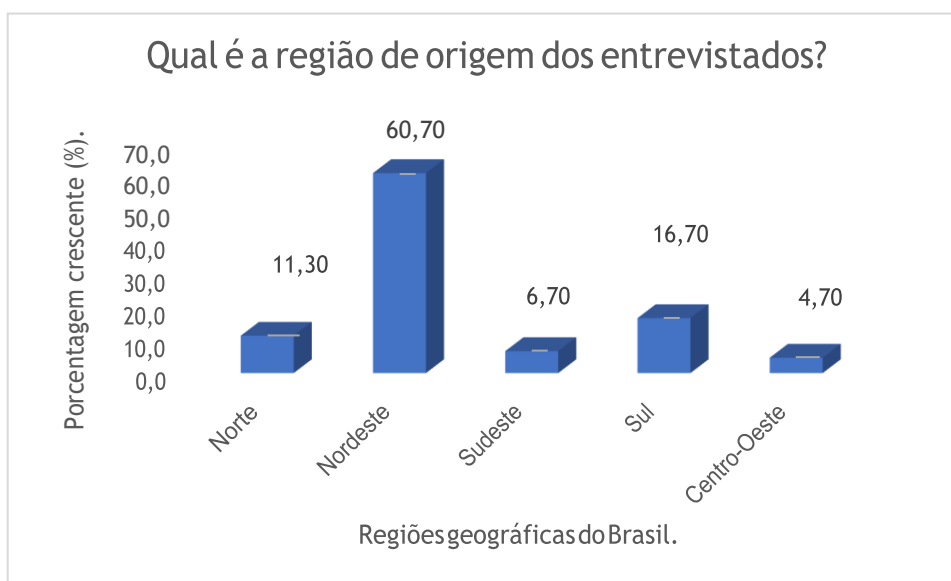


Figura 19 - Qual é a Região de Origem dos Entrevistados?

Com relação a pergunta mostrada na Figura 24, que abordaria o tempo em anos que trabalha com o cultivo da banana, se observou, que quase a metade das pessoas, o que por sua vez, é um resultado expressivo e satisfatório, correspondendo acerca de aproximadamente 46,70%, atuam com a bananicultura entre 10 e 20 anos. Logo em seguida, veio os seguintes resultados, em termos de porcentagem, entre 20 e 30 anos com 15,30%, acima de 40 anos com 13,30%, com 2 anos de prática com 7,30%, entre 30 e 40 anos com 6,70%, com 1 ano de prática com 4,70%, com 3 anos de prática com 3,30% e por fim, entre 4 e 10 anos de prática com um resultado de 2,70%.

Tais resultados, demonstraram, que de uma forma clara, objetiva e transparente, que a partir de 10 anos até 40 de prática com a bananicultura, o que nesse estudo equivale acerca de aproximadamente 81,70% do resultados obtidos, dessa pergunta específica, o que de uma maneira geral, é uma conclusão tremendamente notável, pois sabe-se, que a prática do cultivo da banana, é passada de geração em geração, e ainda é muito acessível as famílias, podendo gerar lucros significativos, com um baixo investimento e uma produção média ao longo de todo o ano.

Tais resultados, também levam a uma reflexão, de que é importante uma certa experiência e conhecimento para não somente o plantio da banana, mas, no entanto, para se trabalhar de forma organizada evitando futuros prejuízos, com o plantio, cultivo e manejo da agricultura.

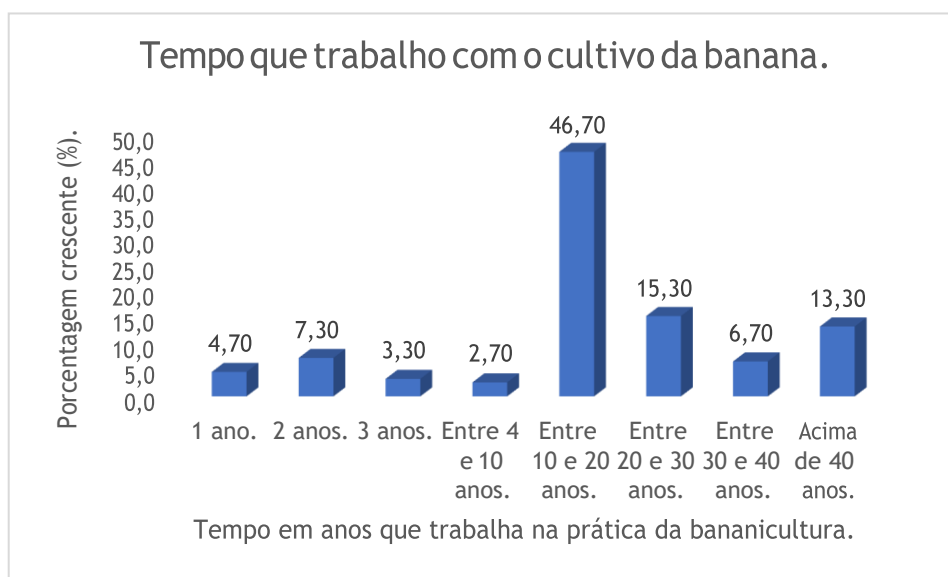


Figura 20 - Tempo em Anos que Trabalho com o Cultivo da Banana

A Figura 25, apresentou uma informação relevante quanto a os dados do lote explorado com a bananicultura. Tal qual, neste estudo específico, cerca de 71,30%, afirmaram, que compraram o seu lote para o cultivo e manejo da prática da bananicultura, e somente, 28,70% dos entrevistados, disseram que o lote foi de alguma forma doado. Tais resultados, mostram, que ainda se faz necessário, uma forma de melhor implementação por parte do governo nas políticas de incentivo à produção agrícola.

Com o objetivo de aumentar a população de uma determinada região, antigamente, era muito comum a doação de lote. Tal situação de doação de lote nos últimos anos, vem sendo cada vez mais burocráticos e dificultados pelos governos Municipal, Estadual e Federal, o que torna a compra e o parcelamento muito mais viável.

Por fim, uma enorme dificuldade percebida nos estudos, é que a grande maioria dos agricultores de banana em Roraima, são de pequenos grupos ou famílias, e que muitas das vezes somente produzem para a sustentação da família, ou até mesmo com um lucro muito baixo, o que impede que essas famílias possam ter dinheiro de sobra para poderem investir no seu lote de produção.

E diante de fatores como os citados anteriormente, que a presença do estado se faz de fundamental importância para o fracasso ou para o sucesso na agricultura, principalmente no estado de Roraima.

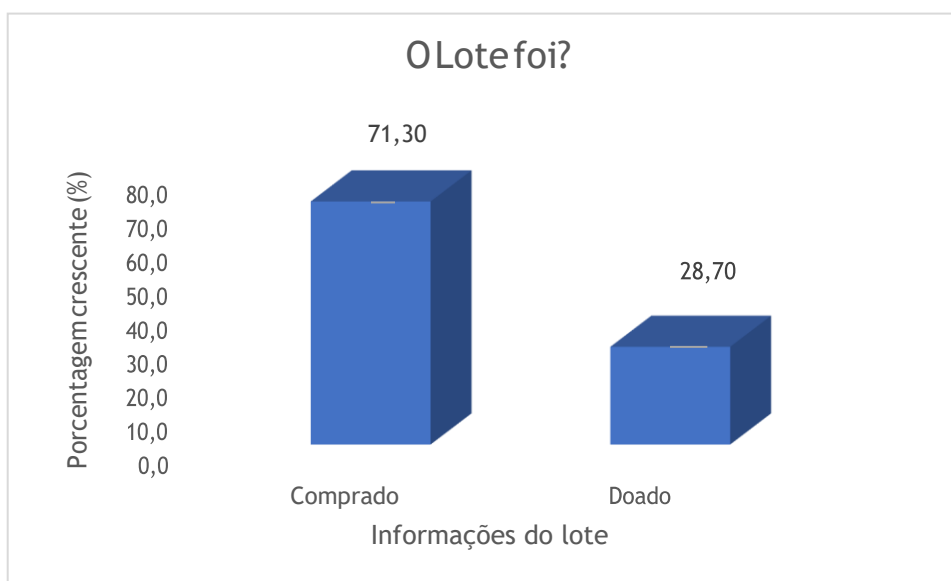


Figura 21 - Dados do Lote Explorado com a Bananicultura

Na Figura 26, foi mostrado o resultado do questionário quanto ao nível de escolaridade das pessoas que de uma maneira direta ou indireta, trabalham com a prática da bananicultura no estado de Roraima. Se observa, que a partir desses resultados, que cerca de aproximadamente 33,30% das pessoas possuem o ensino médio, porém incompleto, seguido por, 22,70% alfabetizado, 14,00% analfabeto, 11,30% fundamental completo, 6,00% superior incompleto, 5,30% fundamental incompleto, 4,00% médio completo e por fim, cerca de 3,30% superior completo.

Os resultados comprovam que a grande maioria das pessoas que atuam no campo, são pessoas que de uma maneira ou outra, acabam tendo ao longo da vida, uma certa dificuldade ao acesso ao ensino, seja ele, da forma, mais básica, ou avançada, o que torna de um modo geral, este fator, bastante preocupante não somente no estado de Roraima, mas em todo o Brasil.

No entanto, tal situação, vem melhorando nos últimos anos, visto que diante da globalização e do desenvolvimento da indústria, o campo vem sendo cada vez menos atrativo se comparado a uma graduação e formação.

Mesmo com a existência de estudos de alternância, ainda é notável a saída de uma boa parte dos camponeses para o meio urbano.

Por fim, a grande maioria desses estudantes, tem a tendência de não retornarem para o campo, o que torna um desfalque inevitável e esperado de pessoas saindo do meio rural para as grandes metrópoles urbanas.

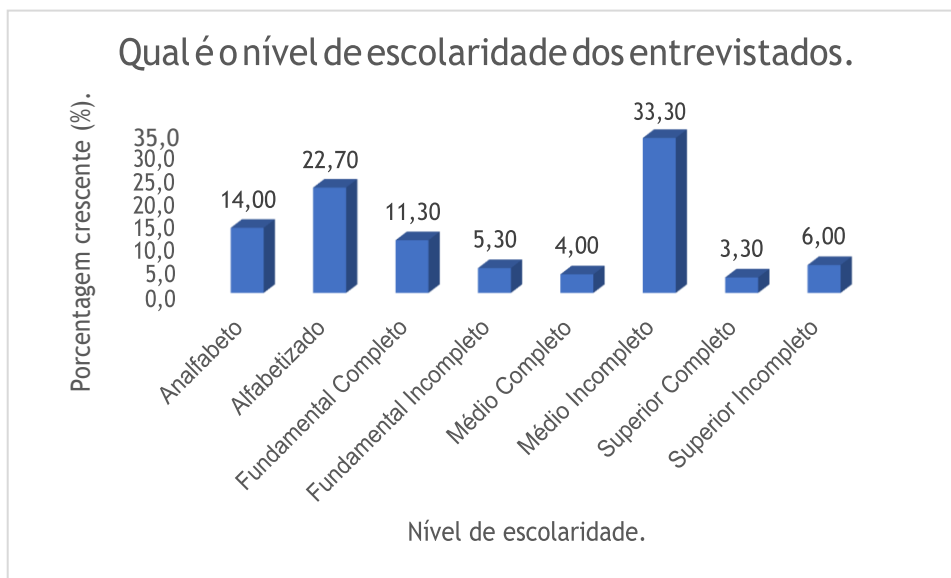


Figura 22 - Nível de Escolaridade dos Entrevistados

A Figura 27, se gera a última pergunta da primeira parte do questionário e demonstrou de certa maneira, que cerca de aproximadamente, metade dos entrevistados, possuem uma renda mensal maior que 2 salários mínimos, e menor que 3 salários mínimos vigentes atualmente no Brasil, seguidos por sua vez por, 28,70% maior que 3 e menor que 4 salários mínimos, 6,70% maior que 4 e menor que 5 salários mínimos e empatados cada um com 4,70% com mais de 1 salário e também com mais de 5 salários. Nenhum entrevistado, relatou receber menos que 1 salário mínimo, o que de certa maneira, é visto de forma bem positiva.

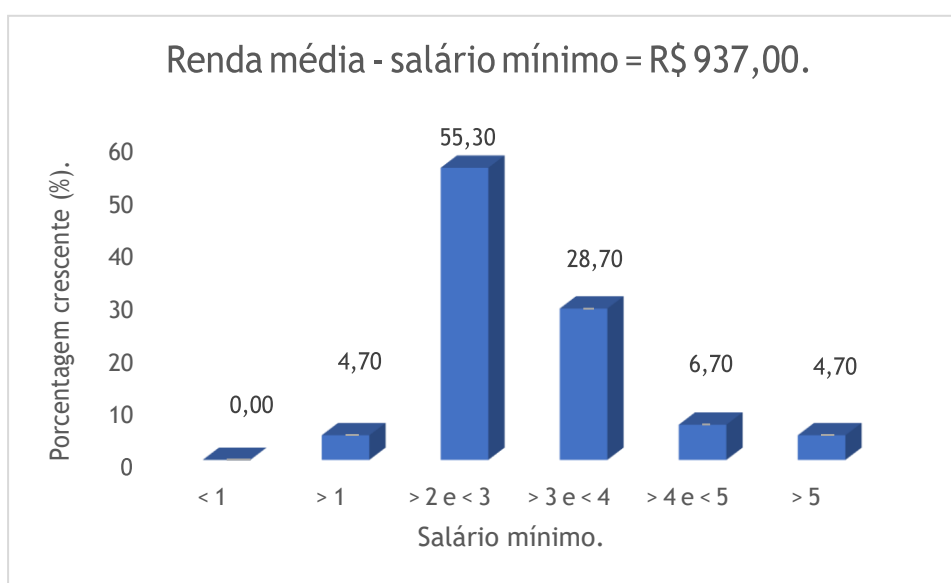


Figura 23 - Renda Média - Salário Mínimo = R\$ 937,00

### **5.1.2 Aspecto Histórico e Produtividade da Prática da Bananicultura no estado de Roraima**

Na segunda parte do questionário aplicado as pessoas que trabalham com a prática da bananicultura no estado de Roraima, foram avaliados os aspectos históricos, e a produtividade relacionados ao cultivo e manejo da banana, estando ilustrados nas Figuras 28 a 35.

Conforme se observa na Figura 28, o tipo de banana mais produzido em Roraima, foi a banana conhecida como prata, com cerca de aproximadamente 40,70% da produção total, seguida por sua vez, pela banana maçã com 28,70%, a banana nanica com 20,00%, a banana da terra com 6,00% e por fim, a banana conhecida pelo nome de banana ouro, com uma produção média equivalente a 4,70% do total de bananas citadas no questionário.

Os resultados demonstrados acima, justificam a importância de se estudar a banana prata, pois esta foi a mais citada pelos entrevistados dentre todas as bananas.

O interesse pela compreensão e funcionalidade da importância dos microrganismos endofíticos para o desenvolvimento da cultura da banana prata, enaltece o desenvolvimento do trabalho de identificação, isolamento e classificação desses microrganismos endofíticos, pois conhecer esses microrganismos na estrutura física, química e biológica da planta, é também, acima de tudo, conhecer os meios de proteção natural desse vegetal, e diante disto, poder criar proteções e prever eventuais pragas causadoras de doenças, o que acarretará em diversos prejuízos a todos os tipos de culturas existentes na atualidade no mundo todo.

Também é importante destacar, que a banana prata, é uma das cultivares de banana, mais resistentes aos diversos tipos de pragas existentes no campo, o que conseqüentemente facilita a produção desta banana e diminui possíveis prejuízos ao agricultor.

A banana prata, apresenta um dos aspectos mais aceitáveis do mercado, o que a torna de interesse da grande maioria das pessoas, tendo assim um acesso ao mercado de forma gigantesca.

Para finalizar, outra característica destacável da banana prata, é que este tipo de banana é importante na dieta de quem está querendo emagrecer e manter uma alimentação menos calórica. Sem sombra de dúvidas, a banana prata é a mais recomendada, dentre todos os tipos de bananas, onde a explicação é por quê, essa

espécie tem como principal vantagem possuir menos calorias que os demais tipos de cultivares de bananas.

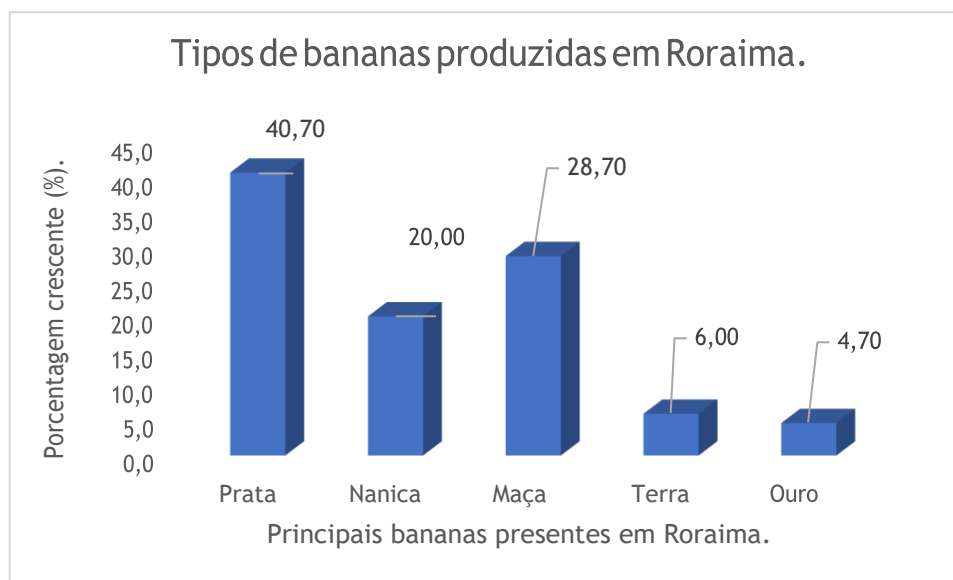


Figura 24 - Tipos de Bananas Produzidas no estado de Roraima

Conforme observa-se na Figura 29, a grande maioria dos entrevistados, o que corresponde a cerca de 88,00%, não sabe as reais condições da terra que ocupa para o cultivo da banana. Na mesma Figura 29, no entanto, se percebe que somente 12,00% dos entrevistados tem um conhecimento a respeito das condições agrárias em que reside no cultivo e manejo da prática da bananicultura.

É relevante saber, que quanto mais se conhece do terreno para o plantio seja de qualquer tipo de fruticultura, mais se obterá um sucesso ou um fracasso no processo de produção e lucro.

Conhecer os fatores físicos, biológicos e químicos de um determinado tipo de solo, é imprescindível no processo da bananicultura ou de outro cultivo, pois as frutas possuem características bem peculiares, e não podem se desenvolver com a mesma frequência e qualidade em todos os lugares do mundo.

Diante do citado anteriormente, é que já se nota a presença de agrônomos em grandes ou até mesmo pequenas plantações, para se poder fazer uma avaliação científica e real do ambiente e também mais precisa, com a finalidade de se evitar eventuais prejuízos a toda a cadeia produtiva.



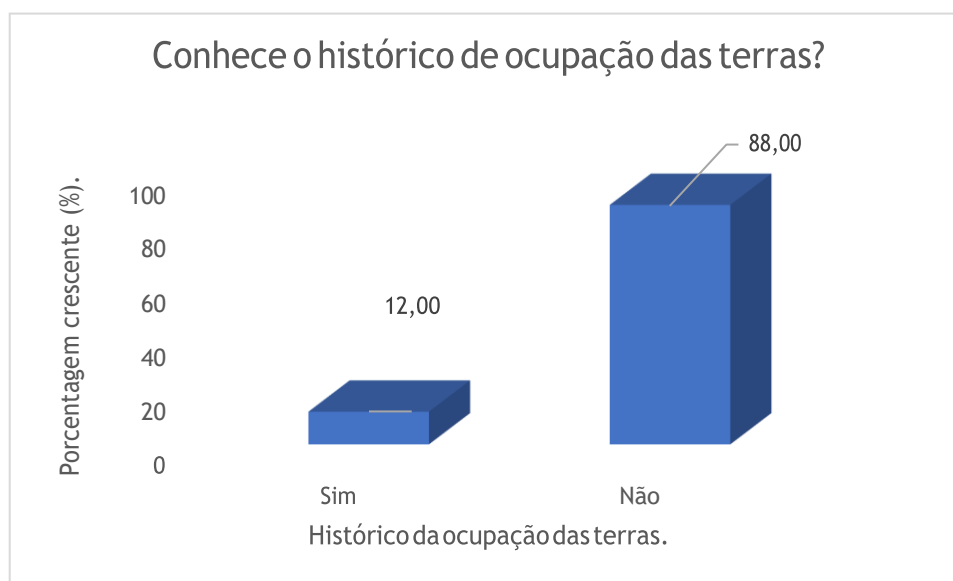


Figura 25 - Conhece o Histórico de Ocupação das Terras?

Diante do histórico de ocupação do estado de Roraima, é importante o resultado mostrado na Figura 30, que enfatiza, por sua vez, que a maior parte das pessoas que chegaram ao estado, o que na pesquisa equivale a cerca de aproximadamente 48,00% dos entrevistados, teve a sua origem, em meados da década 90, onde também no contexto histórico, Roraima deixou de ser território federal e passou a se tornar oficialmente estado.

A Figura 30, também apresenta, que 28,70% dos entrevistados tomaram posse dos seus terrenos nos anos 2000, seguidos por 23,30% nos anos 80.

Sabe-se ainda, que esses resultados, tem uma relevância enorme com a aumento da ocupação de Roraima, entre os anos 90 e 2000, onde muitas pessoas vieram em busca de novas oportunidades de vida, deslocando-se de todo o Brasil, para Roraima, tal qual, dentre essas pessoas se destacam os agricultores de banana.

Tais resultados referentes a Figura 30, nos dão conta, de que Roraima sendo um estado novo, recebeu agricultores vindo de todas as regiões do país, fazendo com que a prática da bananicultura seja imensamente variada, o que se observa ao longo dos municípios do estado de Roraima.

Para finalizar, esses números de conhecimentos e técnicas aplicadas em Roraima, fez com que o estado, tivesse de certa maneira um sucesso na produção de banana em nível nacional, o que torna o estado hoje um exportador, local e regional.

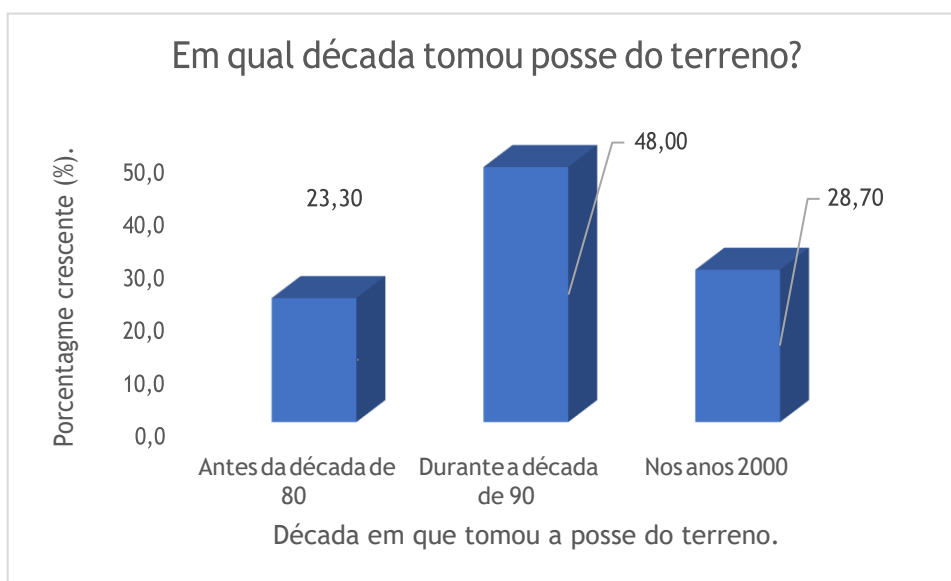


Figura 26 - Em Qual Década Tomou Posse do Terreno?

A Figura 31, mostra o porquê a banana é tida atualmente como uma boa fonte de produtividade rentável de frutíferas, pois conforme os resultados apresentados, cerca de aproximadamente, 86,70% dos entrevistados, confirmaram que a banana produzida no seu terreno, é cultivada o ano todo, o que torna a cultura e o manejo da banana totalmente satisfatórios se comparado por sua vez, a várias outras frutas. Por fim, apenas cerca de 9,30% disseram que a banana era cultivada no período chuvoso, e 4,00%, disseram que a banana era cultivada somente no período de seca.

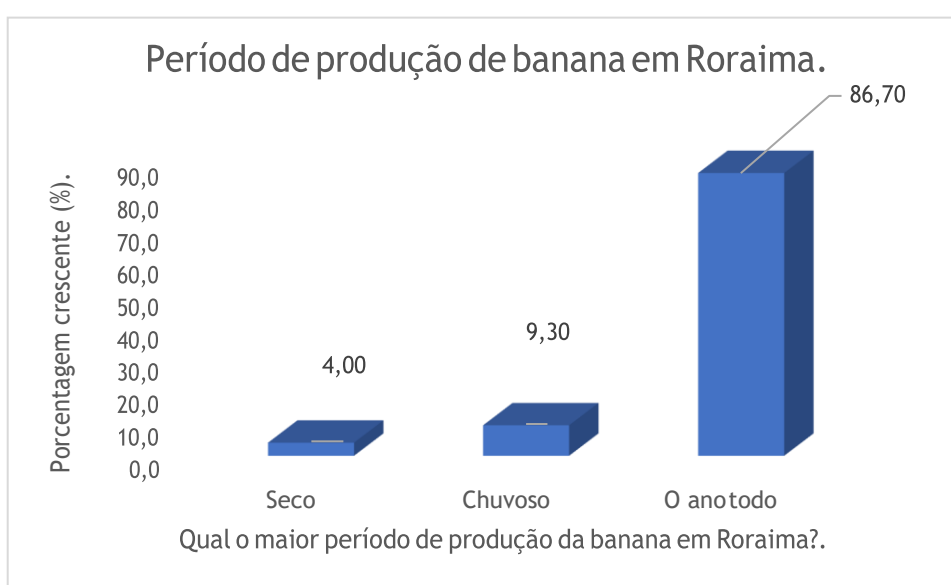


Figura 27 - Período de Produção de Banana em Roraima

A Figura 32, mostra que, cerca de 64,70% dos entrevistados, disseram que receberam algum tipo de apoio ou incentivo para o cultivo da banana, enquanto, cerca de 35,30% afirmaram que não receberam nenhum tipo de estímulo. Tais resultados, demonstram a falência e a desorganização do sistema de apoio aos agricultores, o que se fosse minimamente conduzido de forma organizada, levaria, não só Roraima, mais todo o país para a liderança mundial na produção de banana.

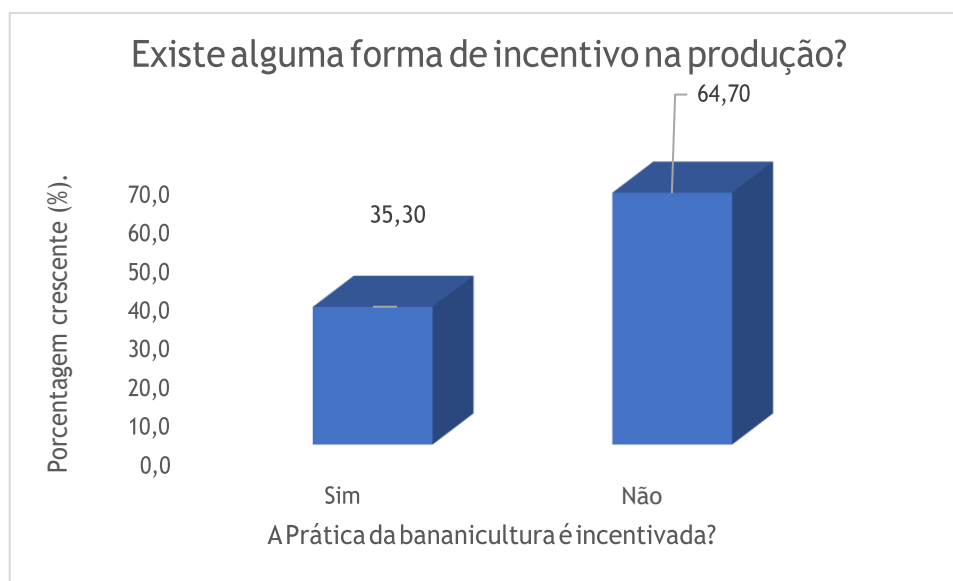


Figura 28 - Existe Alguma Forma de Incentivo na Produção?

A Figura 33, tem relação com a pergunta anterior, pois dos entrevistados que disseram que receberam ou recebem de alguma forma um incentivo para a produção da banana, cerca de 66,00%, afirmaram, que este incentivo teve a sua origem vinculada ao governo Estadual, seguido por 18,90% do governo federal, e por fim, cerca de 15,10% do governo municipal.

Esses resultados, chamam muito a atenção para uma real necessidade de um maior apoio por parte da união, ou seja, do governo federal, visto que, o desenvolvimento de quaisquer práticas em um estado, afeta de forma positiva ou negativa a todo o país, sendo que se o impacto for de forma positiva, irá gerar, mais empregos e conseqüentemente capital e desenvolvimento para todo o país, e se for um impacto negativo vai gerar um transtorno para todos o país.

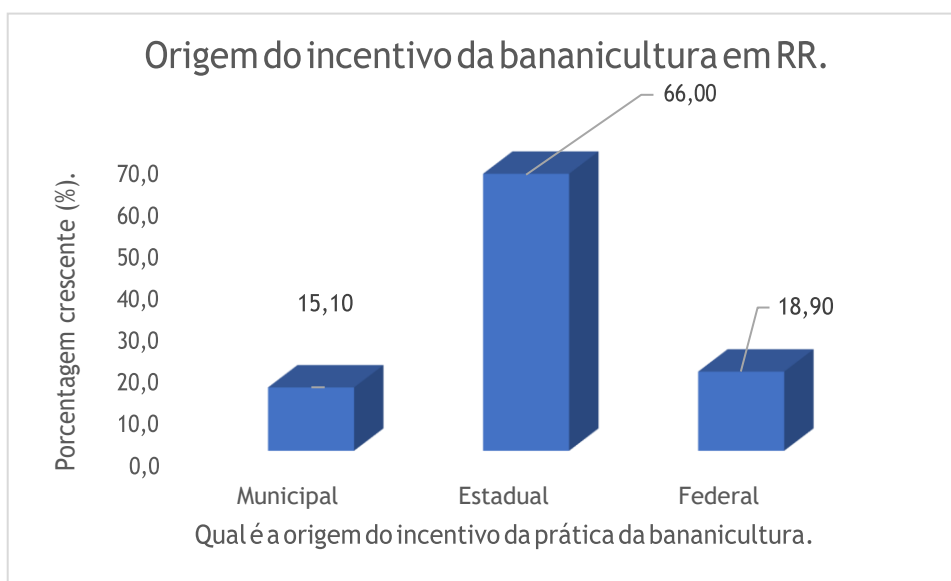


Figura 29 - Origem do Incentivo da Bananicultura no estado de Roraima

Ainda relacionado com as questões anteriores das Figuras 32 e 33, a Figura 33 por sua vez, vem para mostrar, qual seria a maior e melhor forma de incentivo aplicada principalmente pelo governo Estadual. A Figura 34, é bem clara em confirmar, que cerca de aproximadamente 88,70% do apoio aos agricultores, ainda é oriundo de recursos financeiros como empréstimos de bancos para a compra de máquinas, terrenos ou ampliação da mão de obra.

Também referente a Figura 34, somente cerca de aproximadamente 11,30%, dos entrevistados, relataram alguma forma de apoio no contexto estrutural e administrativo, o que vem perdendo força ao longo dos últimos anos para o setor de recursos financeiros que ainda é a forma mais utilizada atualmente.

O Brasil de uma forma geral, ainda é um país que necessita de políticas públicas de cultivo e manejo não somente da banana, mas dos diversos tipos de outras culturas.

Segundo os relatos dos entrevistados, a burocracia e a demora em se conseguir incentivos na produção agrícola, é um dos principais fatores que tornam a agricultura em Roraima ainda precária e limitada, onde também se percebeu, que se houvesse uma maior facilidade ao acesso de investimentos sejam financeiros ou estruturais, isso acarretaria em um conseqüente aumento na produção, aumentando-se assim por exemplo o número de empregados e alavancando novas oportunidades de emprego no estado.

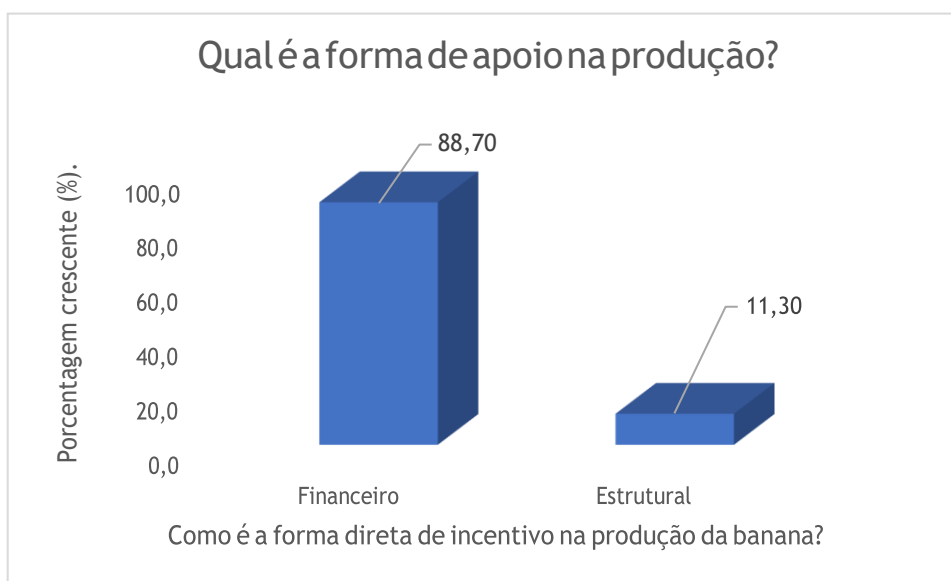


Figura 30 - Qual é a Forma de Apoio na Produção da Prática da Bananicultura?

Vale destacar ainda, que Roraima, exporta boa parte da sua produção de bananas tanto para outros estados como o Amazonas, e para outros países como a Venezuela e a Guiana Inglesa. A Figura 35, demonstra claramente, que o maior destino das bananas produzidas em Roraima, o que equivale a cerca de aproximadamente 60,00% da produção total, é a própria região norte, como é o caso do estado do Amazonas, seguido por 38,00% local, e 2,00% internacional. Mesmo Roraima fazendo fronteira com outros países, a burocracia na legislação dos países envolvidos, e a dificuldade de escoamento da produção, gera uma exportação mínima, e que poderia sim ser melhorada e incentivada pelos governos municipal, estadual e federal.

Ainda com relação as questões envolvidas na Figura 35, a grande maioria dos entrevistados, alertaram que fatores como uma energia confiável e estável, água de irrigação bombeada e disponível de forma simplificada, estradas asfaltadas, e pontes construídas, levaria a produção não só de banana, mas de todas as frutíferas da região a um nível de produtividade máxima e distribuição rápida e eficiente.

Muitos agricultores ainda questionaram, que uma parte significativa da produção é perdida, devido ao transporte indevido, principalmente pelas horas perdidas na estrada, o que deixa o produto mais caro, colocando-se o lucro dos produtores em risco.

Pode-se perceber ainda diante disto, que a atuação do poder público, nas políticas do campo, se faz indispensável para uma melhoria de todo o escoamento do que se é produzido no estado de Roraima.

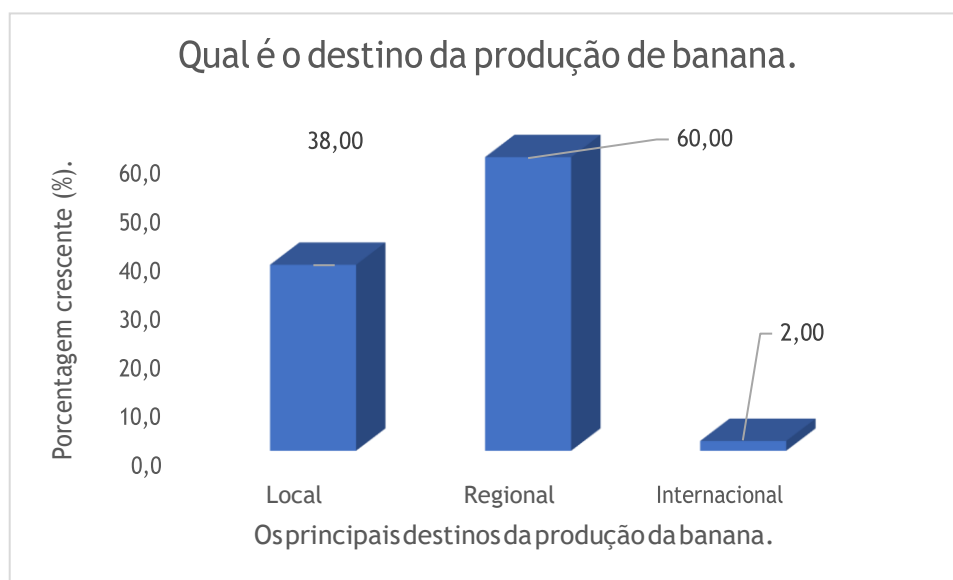


Figura 31 - Qual é o Destino da Produção de Banana

### 5.1.3 Microrganismos Endofíticos e Produtividade

Quanto ao terceiro e último tópico de perguntas do questionário, que é referente por sua vez ao conhecimento dos entrevistados com relação a presença de microrganismos em geral, onde inicialmente, se tinha como objetivo principal, o conhecimento geral da relação dos microrganismos, com o sucesso ou não da cultura da banana, e em seguida, mais especificamente compreender de certa maneira, os microrganismos específicos denominados de endofíticos como as bactérias e os fungos.

A Figura 36, com relação ao conhecimento geral a respeito de microrganismos na relação da produtividade com a banana, foi relatado, pelos entrevistados, que cerca de aproximadamente 68,70% não tinham nenhum conhecimento sobre esse assunto, nem de forma mínima, seguido por 26,70% com muito conhecimento e 4,70% com pouco conhecimento.

Tais resultados, apontam ainda, para uma real necessidade por parte dos pesquisadores para esclarecer eventuais dúvidas das pessoas sobre os microrganismos, deixando bem claro, que alguns microrganismos, podem afetar de forma negativa a plantação e todo o desenvolvimento da agricultura, porém, no

entanto, existem outros tipos de microrganismos que podem causar fatores positivos no resultado final da prática, nesse caso específico, da prática da bananicultura no estado de Roraima.

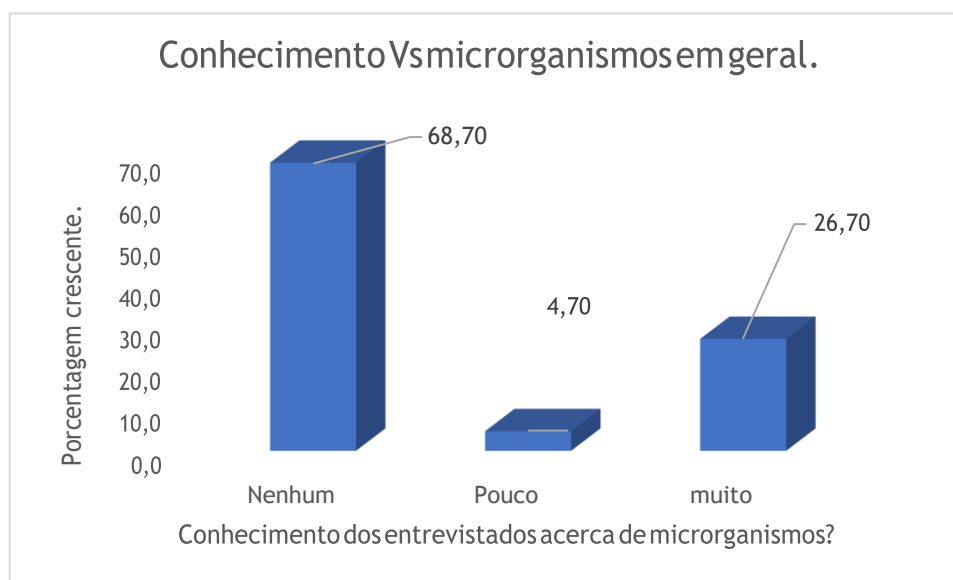


Figura 32 - Conhecimento Vs Microrganismos em Geral

A Figura 37, apresentou um resultado bem preocupante, porém, no entanto já esperado. Os fungos endofíticos, ainda não são bem conhecidos. No meio científico, é uma área do conhecimento ainda relativamente nova, tal qual, diante destes fatores, e como consequência, já era de se imaginar, o não conhecimento dos agricultores quanto a esses grupos de microrganismos, onde os resultados, apresentaram, que cerca de aproximadamente 95,30% dos entrevistados nunca ouviram falar nesses tipos de microrganismos, seguido por uma minoria de aproximadamente de cerca de 4,70%, que já tinham de alguma forma ouvido a respeito desses microrganismos.

Esses resultados, obrigam os pesquisadores a começarem a atuar, não somente dentro dos laboratórios de forma individual, em busca de inúmeros resultados, mas se faz necessário também, e primordialmente, de se estudar o lado social, cultural e pessoal das comunidades que geram as matérias primas de pesquisa, como neste caso específico, as folhas da bananeira. Vale ainda ressaltar, e explicar para as pessoas, qual é o objetivo com o seu estudo, naquela determinada região, para a comunidade científica.

Também se percebe, que o pouco conhecimento a respeito de fungos endofíticos, por sua vez, vem de uma consequência do pouco conhecimento dos microrganismos de uma forma geral, pois se as pessoas entrevistadas não tinham nem o conhecimento dos microrganismos em geral, que na sua grande maioria causam danos e prejuízos a todo o processo de produção, muito menos, elas conheceriam os fungos e as bactérias que são essenciais para os vegetais, seja por exemplo na folha, raiz ou semente.

Outro fator muito relevante, e ainda a respeito da Figura 37, é que os agricultores se mostraram, interessados ao saber da provável e possível substituição da prática da utilização dos agrotóxicos, que atualmente, agridem de forma irreversível toda a matriz ambiental como o solo, a água e o ar, pelos microrganismos endofíticos. Diante disto, faz-se necessário, a presença do pesquisador para esclarecer e tirar as muitas dúvidas para todas as pessoas da comunidade agrícola em geral.

Muitos entrevistados, também ficaram interessados em acompanhar as novidades das pesquisas nas áreas de microbiologia e biotecnologia de endofíticos, para quem sabe, poderem futuramente, aderirem a uma prática mais limpa e que será bem-vinda para todas as pessoas que irão consumir alimentos com um menor teor de produtos químicos, e cada vez mais também, para um ambiente menos cheio de "venenos", o que de certa forma vem a prejudicar toda a forma de fauna e flora existente.

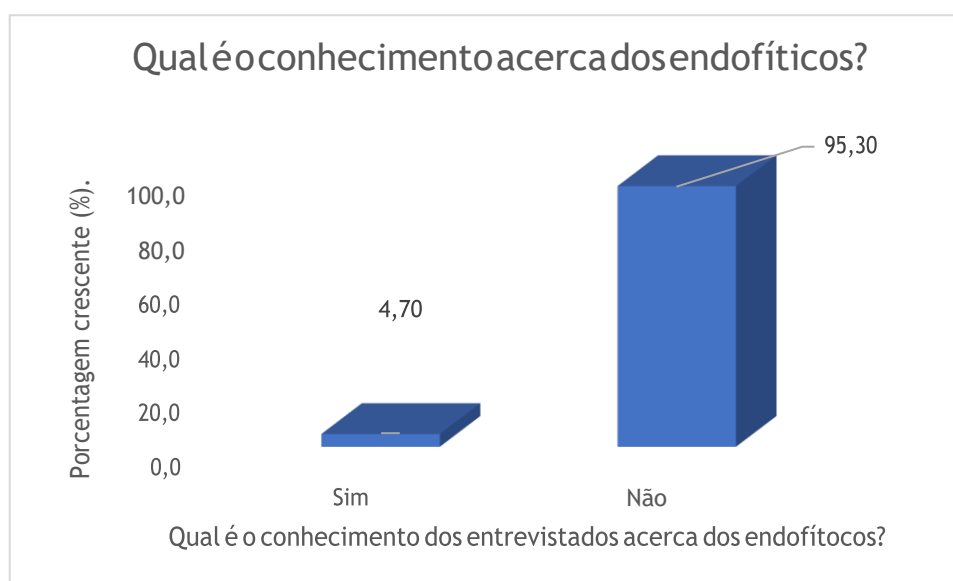


Figura 33 - Qual é o Conhecimento dos Entrevistados Acerca dos Endofíticos?



Para finalizar, a seção 3, referente ao questionário quanto ao entendimento dos microrganismos em geral, e mais específico os microrganismos endofíticos, para a comunidade, a Figura 38, demonstrou, um fator muito preocupante, onde cerca de aproximadamente 91,30% das pessoas, disseram, que os microrganismos endofíticos, são ruins para a agricultura em geral, e somente 8,70% afirmaram que os endofíticos são bons, e por isso são necessários para a cultura da banana nesse caso específico do estudo.

Vale ser lembrado, que antes dos entrevistados saberem realmente do que se tratava o método da pesquisa, eles imaginavam, que os endofíticos eram, mais uma classe de microrganismos causadores de doenças, pragas e danos para a toda a plantação.

Por isso, que diante disto, é que tais estudos, levam a uma reflexão da necessidade urgente de se formarem, mais pesquisadores, que estejam voltados, para cuidar e ajudar as pessoas, e não somente para viverem no individualismo de um laboratório, e na produção particularizada, pois a ciência, é uma dádiva que todos têm o direito de ter o acesso.

Por fim, vale ser lembrado, que os entrevistados após a aplicação dos questionários, foram esclarecidos quanto ao que realmente era o objetivo dessa terceira parte do trabalho, que por sua vez, era o de principalmente provocar nessas pessoas o interesse pela busca do conhecimento e da informação, que está acessível através de vários meios de comunicação e plataformas distintas.

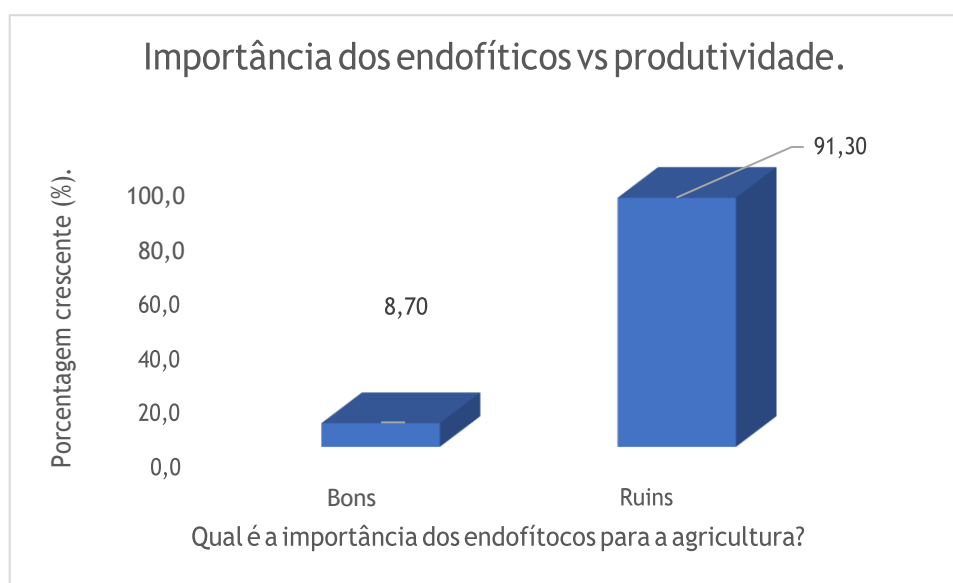


Figura 34 - Importância dos Endofíticos Vs Produtividade

## 5.2 PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE DNA

Os isolados bacterianos foram cultivados em 5 mL de TSB 10% líquido durante 24 h a 28 °C sob agitação a 150 rpm. 5 mL da cultura foram centrifugados por 5 min a 14.000 gr (gravidade) e as células ressuspensas em 500 µL de TE (10 mM Tris-HCl pH 8.0) foram centrifugadas e ressuspensas novamente em 500 µL TE com a adição de 0.5 g de esferas de vidro (0.1 mm de diâmetro-Sigma) e 30 µL de SDS a 10%. As amostras foram agitadas durante 2 minutos em Vortex. Ao material celular foram adicionados 500 µL de fenol, homogeneizados por inversão e centrifugados por 10 min a 14.000 rpm. A fase aquosa foi extraída uma vez com fenol-clorofórmio na proporção de (1:1) e uma vez somente com o clorofórmio-álcool isoamílico (24:1), depois o DNA foi precipitado com 1/10 de volume de NaCl 5 M (Molar) e 0,6 volume de álcool isopropanol (3 minutos à temperatura ambiente) e recolhido por centrifugação. (10 minutos a 14.000 gr (gravidade)). O precipitado resultante de DNA foi lavado com etanol a 70%, seco a 37 °C e ressuspensão em 50 µL de água milli-Q esterilizada. O DNA total foi analisado por eletroforese em gel de agarose (0,8% p/v) em 1x tampão Tris-Ácido Acético-EDTA (TAE) (40 mM de Tris-acetato; 1 mM EDTA) e para a visualização do DNA foi utilizado syber na aplicação das amostras no gel de agarose 1%. Os isolados de fungos foram cultivados em 50 mL do meio líquido BDA (200 g de caldo de batata e 20 g de dextrose em 1 L de água, pH 6,0) durante 5 a 7 dias a 28 °C. Após este período de crescimento do micélio, todo o conteúdo foi filtrado em papel de filtro em bomba a vácuo para remover o excesso de meio de cultura. Subsequentemente, todo o micélio foi macerado com nitrogênio líquido até obter um pó homogêneo que foi submetido a extração de DNA. O DNA extraído, assim como sua quantificação, foi determinado por meio de eletroforese em gel de agarose a 1,0% (p /v), onde esse gel foi colocado em luz ultravioleta (figura 15). É importante destacar que esse processo de extração de DNA, é uma etapa supersensível e cirúrgica no processo de análise, onde cabe ao pesquisador tomar o maior cuidado possível para não perder o material de DNA durante o procedimento de extração desse DNA.

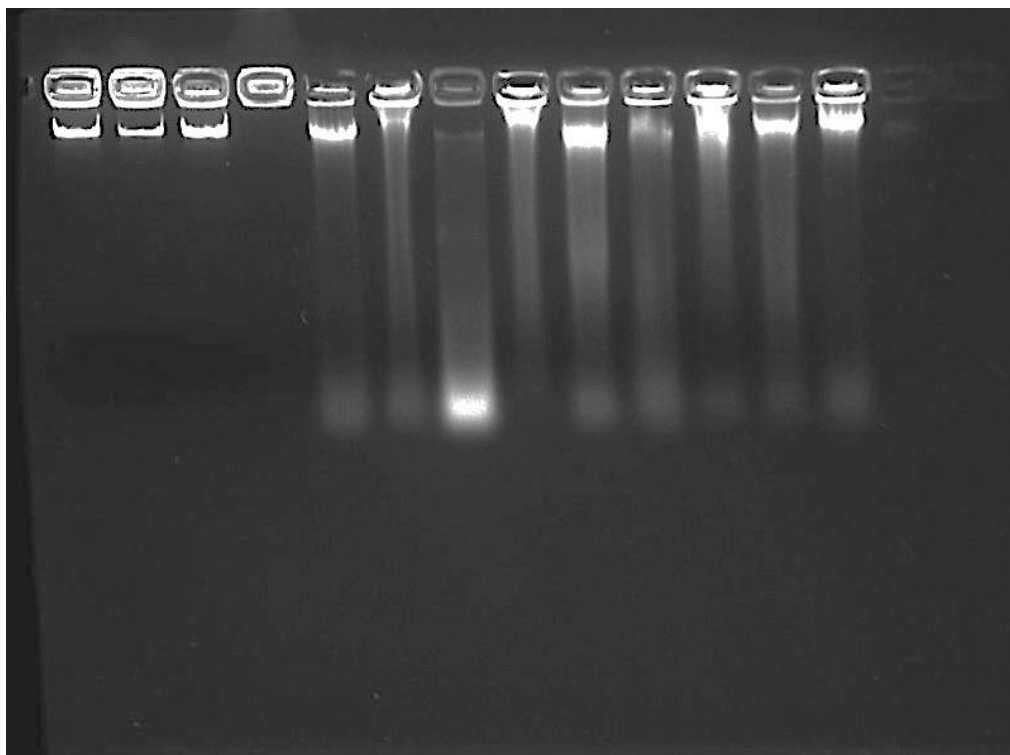


Figura 35 - Extração de DNA das Bactérias Endofíticas de Folhas das Bananas (Tipo Prata)

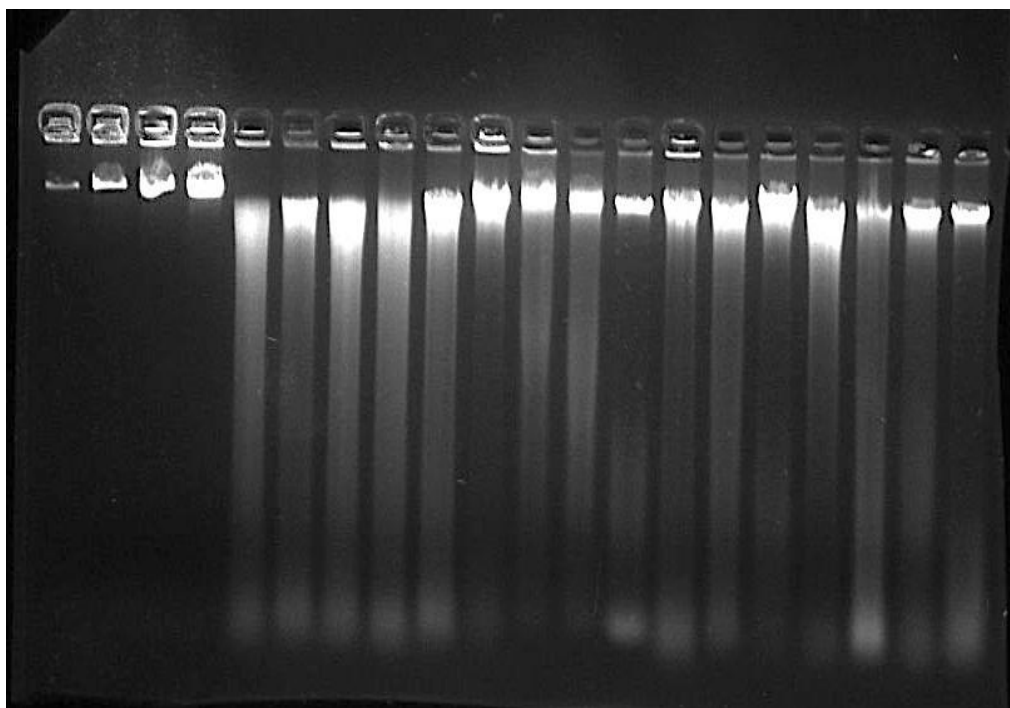


Figura 36 - Extração de DNA dos Isolados de Fungos Endofíticos das Folhas das Bananas (Tipo Prata)

### 5.2.1 Amplificação e Sequenciamento do Gene 16S rRNA e da Região ITS das Cepas Endofíticas

Uma amostra de 27 bactérias e 24 isolados fúngicos foram selecionadas para um sequenciamento parcial do gene 16S rRNA e da região ITS, respectivamente. A amplificação dos fragmentos bacterianos foi realizada em um volume final de 50 µl contendo 1 µl (0,5-10,0 ng) de DNA total, 0,2 mM de primer P27F (5'-GAGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3'), 0,2 mM de primer 1492R (5'-TACGGYTACCTTGTTACGACT-3') (Welsburg et al., 1991), 0,2 mM de cada dNTP, 0,02 mg mL<sup>-1</sup> de BSA, 3,75 mM de MgCl<sub>2</sub> e 0,05 U de Taq DNA-polimerase (Fermentadas). A reação foi submetida a um termociclador de temperatura controlada realizando uma desnaturação inicial a 94 °C durante 4 minutos, 35 ciclos adicionais de desnaturação a 94 °C durante 30 segundos cada, emparelhamento a 63 °C durante 1 minuto e estendido a 72 °C durante 1 minuto, seguido de uma extensão final a 72 °C durante 10 minutos. Após a amplificação, os produtos de PCR foram visualizados por eletroforese em gel de agarose (1,5% p/v) em tampão TAE 1x.

A região amplificada foi a região ITS utilizando os iniciadores ITS-1 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3') e ITS-4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') (WHITE et al., 1990). Em um volume final de 50 mL contendo 1x Tampão (50 mM KCl, 20 mM Tris-HCl, pH 8,4); (3,7 mM de MgCl<sub>2</sub>, 1 mM de dNTP, 0,05 U-1 de DNA polimerase Taq-Invitrogen), 0,2 mM de iniciador ITS-1, 0,2 mM de iniciador ITS-4 e, aproximadamente 5 ng de DNA.

As reações foram realizadas em um termociclador (Veriti® Thermocycler, Applied Biosystems, Waltham, EUA), onde foi programado para uma etapa inicial de desnaturação de 94 °C por 5 minutos, seguido de 30 ciclos de desnaturação a 94 °C por 30 segundos, 55 °C durante 30 s e 72 °C durante 30 s e uma extensão final a 72 °C durante 7 minutos.

O fragmento amplificado (aproximadamente 600 pb) foi visualizado em electroforese em gel de agarose a 1,2%. O gel foi visualizado e fotodocumentado sob luz UV. Subsequentemente, os fragmentos amplificados foram purificados com o protocolo utilizando Peg 800 e sequenciados por Sanger, utilizando o iniciador 1387R (Heuer et al., 1997) e o iniciador ITS4 (White et al., 1990).

As análises das sequências foram realizadas utilizando a ferramenta BLAST de alinhamento de sequências, que foi comparado junto ao banco de dados do site do Centro Nacional de Informações sobre Biotecnologia (NCBI) (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>).

Como podemos observar na figura 17 amplificação do DNA ribossomal das bactérias endofíticas isoladas da folha da banana foram referentes aos números da esquerda para a direita (2, 3, 4, 10, 12, 20, 22, 24 e 28). E na figura 18 podemos observar a amplificação do DNA dos fungos endofíticos utilizando a região ITS.

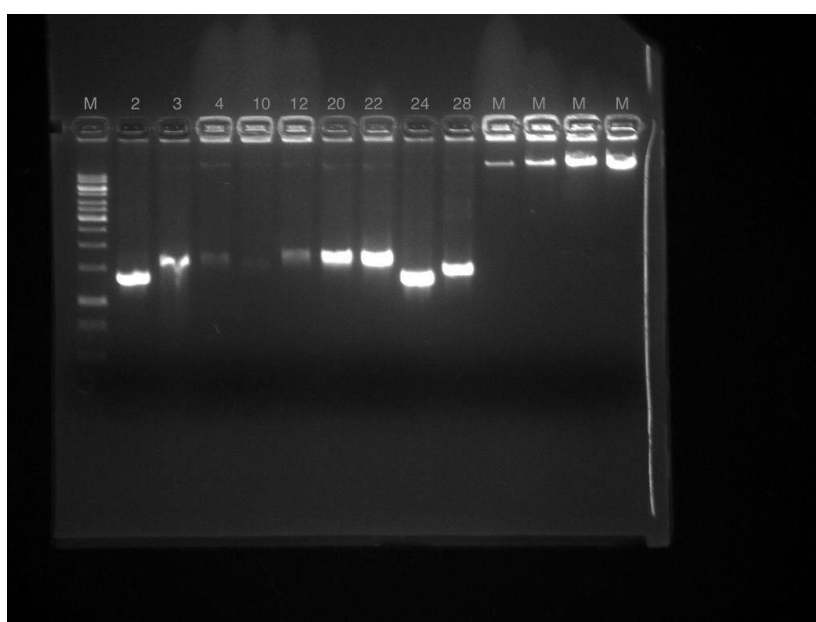


Figura 37 - Amplificação do DNA Ribossomal (16S rDNA) das Bactérias

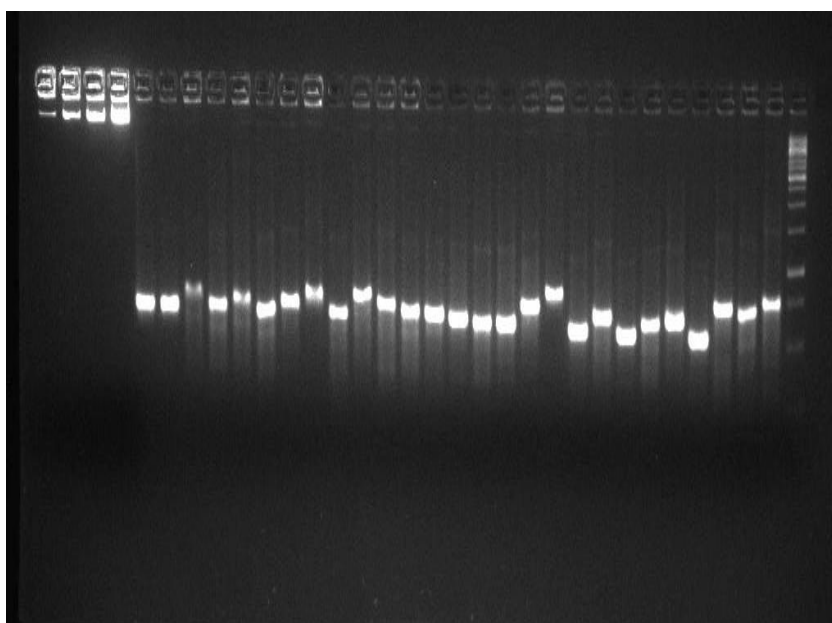


Figura 38 - Amplificação da Região ITS dos Fungos Endofíticos da Folha da Banana

### 5.3 ISOLAMENTO, PURIFICAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE FUNGOS E BACTÉRIAS ENDOFÍTICAS

#### 5.3.1 Amplificação e Sequenciamento de Fungos Endofíticos

Após a purificação, vinte e quatro colônias de fungos endofíticos foram selecionadas com base na sua morfologia e no seu respectivo exame microscópico e posteriormente foram sequenciadas. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 10 a seguir. Apenas semelhanças no intervalo entre 96 a 100% foram incluídas como isolados identificados. Os fungos isolados e identificados pertenciam aos seguintes 11 gêneros destacados logo a seguir: *Aspergillus*, *Peniophora*, *Meyerozyma*, *Saccharicola*, *Hypocreales*, *Nigrospora*, *Byssochlamys*, *Periconia*, *Myrothecium*, *Acrocalymma* e *Peroneutypa*. A espécie *Aspergillus versicolor* foi a encontrada com maior frequência neste estudo.

Tabela 10 - Características Genéticas de Colônias Isoladas de Fungos Endofíticos de Folhas de Banana e Sequenciadas a Partir da Região de ITS

Código da Cepa	Região ITS		
	Melhores Acessos do BLAST NCBI	Identidade (%)	Número Acesso NCBI
FFB01	<i>Aspergillus versicolor</i>	97%	MH453585
FFB02	<i>Aspergillus versicolor</i>	99%	MH453586
FFB03	<i>Aspergillus versicolor</i>	98%	MH453587
FFB04	<i>Aspergillus versicolor</i>	99%	MH453588
FFB05	<i>Aspergillus versicolor</i>	99%	MH453589
FFB06	<i>Aspergillus versicolor</i>	99%	MH453590
FFB07	<i>Aspergillus</i> sp.	99%	MH453591
FFB08	<i>Peniophora crassitunicata</i>	98%	MH453592
FFB09	<i>Peniophora crassitunicata</i>	97%	MH453593
FFB10	<i>Meyerozyma guilliermondii</i>	99%	MH453594
FFB11	<i>Aspergillus versicolor</i>	99%	MH453595
FFB12	<i>Peniophora crassitunicata</i>	99%	MH453596
FFB13	<i>Peniophora</i> sp.	99%	MH453597
FFB14	<i>Saccharicola</i> sp	99%	MH453598
FFB15	<i>Hypocreales</i> sp.	100%	MH453599
FFB16	<i>Peniophora crassitunicata</i>	100%	MH453600
FFB17	<i>Nigrospora zimmermanii</i>	99%	MH453601
FFB18	<i>Byssochlamys spectabilis</i>	99%	MH453602
FFB19	<i>Periconia</i> sp.	98%	MH453603
FFB20	<i>Myrothecium</i> sp.	98%	MH453604
FFB21	<i>Acrocalymma vagum</i>	98%	MH453605
FFB22	<i>Byssochlamys spectabilis</i>	96%	MH453606
FFB23	<i>Peniophora</i> sp.	99%	MH453607
FFB24	<i>Peroneutypa scoparia</i>	99%	MH453608

### 5.3.2 Amplificação e Sequenciamento de Bactérias Endofíticas

Após o plaqueamento de alíquotas diluídas de bactérias endofíticas obtidas a partir de folhas maceradas de bananeiras, foi obtido um total de  $9,4 \times 10^3$  colônias.g<sup>-1</sup> de tecidos foliares ideais. De todas as placas baseadas em características de colônia morfológica, foram escolhidas bactérias que representam cerca de 2% do total de bactérias, baseadas principalmente na sua forma, aspecto e cor da colônia. As colônias escolhidas foram ainda purificadas e as culturas armazenadas foram mantidas a uma temperatura de -80 °C em glicerol. Tais amostras ideais foram selecionadas para o processo de isolamento e posterior sequenciamento de DNA. Os resultados são mostrados na Tabela 11 a seguir. Apenas semelhanças no intervalo de 97 a 99% foram incluídas como isolados identificados. Das 27 bactérias identificadas, encontraram-se 13 gêneros destacados a seguir: *Serratia*, *Pantoea*, *Streptococcus*, *Neisseria*, *Bacillus*, *Arsenicococcus*, *Sphingobacterium*, *Herbaspirillum*, *Lactococcus*, *Variovorax*, *Pseudorhodoferax*, *Stenotrophomonas*, *Brevibacterium*. Os gêneros mais encontrados foram *Herbaspirillum*, *Serratia* e *Bacillus*.

Tabela 11 - Características Genéticas de Colônias Isoladas de Bactérias Endofíticas de Folhas de Banana e Sequenciadas a Partir de Região do Gene 16S rRNA

Código da Colônia	16S rRNA gene		
	Melhores Acessos do BLAST NCBI	Identidade (%)	Número de Acesso NCBI
BFB01	<i>Serratia marcescens</i>	98%	MH447310
BFB02	<i>Pantoea cypripedii</i>	99%	MH447302
BFB03	<i>Serratia marcescens</i>	99%	MH447309
BFB04	<i>Serratia marcescens</i>	98%	MH447308
BFB05	<i>Streptococcus</i> sp.	98%	MH447328
BFB06	<i>Neisseria</i> sp.	99%	MH447327
BFB07	<i>Bacillus</i> sp.	98%	MH447326
BFB08	<i>Arsenicococcus bolidensis</i>	99%	MH447325
BFB09	<i>Bacillus circulans</i>	99%	MH447324
BFB10	<i>Arsenicococcus</i> sp.	97%	MH447307
BFB11	<i>Sphingobacterium multivorum</i>	99%	MH447323
BFB13	<i>Bacillus cereus</i>	99%	MH447322
BFB14	<i>Bacillus circulans</i>	99%	MH447321
BFB15	<i>Herbaspirillum</i> sp.	99%	MH447320
BFB16	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	99%	MH447319
BFB17	<i>Herbaspirillum</i> sp.	99%	MH447318
BFB18	<i>Neisseria</i> sp.	99%	MH447317

BFB19	<i>Herbaspirillum</i> sp.	99%	MH447316
BFB20	<i>Pseudorhododerax_aquiterrae</i>	98%	MH447306
BFB21	<i>Variovorax</i> sp.	97%	MH447305
BFB22	<i>Pseudorhododerax_aquiterrae</i>	99%	MH447315
BFB23	<i>Herbaspirillum</i> sp.	98%	MH447304
BFB24	<i>Herbaspirillum</i> sp.	99%	MH447314
BFB25	<i>Herbaspirillum</i> sp.	99%	MH447313
BFB26	<i>Herbaspirillum</i> sp.	99%	MH447303
BFB27	<i>Stenotrophomonas_maltophilia</i>	99%	MH447312
BFB28	<i>Brevibacterium_permense</i>	99%	MH447311

### 5.3.3 Estudos Comparativos em Folhas de Banana

A microbiota endofítica é encontrada praticamente em todas as plantas hospedeiras estudadas até o momento (Azevedo & Araújo, 2007). Muitas bactérias e fungos endofíticos são hoje considerados benéficos para seus hospedeiros. Vários trabalhos já foram publicados mostrando microrganismos endofíticos de bananas (Tabelas 12 e 13). Bactérias e fungos endofíticos isolados da banana tendem a produzirem um aumento na promoção do crescimento dessas plantas (Andrade et al., 2014; Kartick et al., 2017; Muthuri et al., 2012; Souza et al., 2017; Thomas & Soly, 2009) onde pragas bacterianas, fúngicas, nematoides e insetos prejudiciais a essas plantas são boqueados pelos endofíticos e não consegue se desenvolverem (Su et al., 2017; Souza et al., 2014; Thangalevu e Gopi, 2015; Zakaria & Rahman, 2011). A maioria dos estudos relacionados ao isolamento de endófitos de hospedeiros vegetais é realizada em culturas submetidas ao uso de fertilizantes e produtos químicos visando dessa forma aumentar a produção e a redução de doenças e pragas. Até onde nós sabemos, a presente pesquisa pode ser a primeira a isolar fungos e bactérias endofíticas de bananas cultivadas organicamente sem o uso de fertilizantes e outros produtos químicos. A utilização de produtos químicos como fungicidas ou outros, poderia fornecer o isolamento de microrganismos que são benéficos para seus hospedeiros.



Tabela 12 - Estudos Descrevendo a Principal Diversidade de Linhagens de Gêneros Fúngicos Isolados de Folhas de Bananeira (*Musa* sp.)

Most common fungi genus isolated from Banana leaves	Management	Country	References
<i>Alternaria, Aspergillus, Cordana, Curvularia, Drehslera, Epicoccum, Fusarium, Glomerella, Humicola, Nigrospora, Periconia, Phomopsis, Phylosticta, Trichoderma, Xylaria</i>	Convventional	Brazil <sup>a</sup>	Pereira et al. (1999)
<i>Xylaria, Guignardia, Colletotrichum, Deightoniella, Pyriculariopsis, Dactylaria</i>	Convventional	Thailand <sup>a</sup>	Photita et al. (2001)
<i>Gloeosporium, Myxosporium, Deightoniella, Alternaria, Sphaceloma, Aureobasidium, Melida, Uncinula, Penicillium, Aspergillus, Sarcinella, Cladosporium, Cephalosporium, Paecilomyces, Fusarium, Spicaria, Meliola</i>	Convventional	China <sup>a</sup>	Cao et al. (2002)
<i>Fusarium</i>	Convventional	Malaysi <sup>b</sup>	Ting et al. (2008)
<i>Trichoderma</i>	Convventional	India <sup>b</sup>	Thangavelu & Gopi (2015)
<i>Fusarium</i>	Convventional	Malaysi <sup>b</sup>	Zakaria & Rahman (2011)

Nota. <sup>a</sup>Diversidade Fúngica; <sup>b</sup>Controle Fusarium.

Tabela 13 - Estudos Descrevendo as Principais Diversidades de Linhagens de Bactérias Isoladas de Folhas de Bananeira (*Musa* sp.)

Most common bacterium genus isolated from Banana leaves	Management	Country	References
<i>Enterobacter, Klebsiella, Rhizobium</i>	Conventional	México	Martinez et al. (2003)
<i>Serratia</i>	Wild	Malásia	Ting et al. (2008)
<i>Agrobacterium, Klebsiella, Pseudacidovorax</i>	Conventional	Índia	Thomas & Soly (2009)
<i>Pseudomonas, Bacillus, Streptomyces</i>	Conventional	China	Su et al. (2017)
<i>Pantoea, Pseudomonas, Serratia, Klebsiella, Rhizobium, Microbacterium, rhodococcus, Bacillus</i>	Conventional	Índia	Karthik et al. (2017)
<i>Agrobacterium, Rhizobium, Aneurinebacillus, Bacillus, Enterobacter, Klebsiella, Lysinibacillus, Micrococcus, Paenibacillus, Sporolacto bacillus</i>	Conventional	Brazil	Souza et al. (2013)
<i>Bacillus</i>	Conventional	Brazil	Souza et al. (2017)
<i>Arthrobacter, Brevibacterium, Corynebacterium, Curtobacterium, Kocuria, Kytococcus, Micrococcus, Naumanella, Rothia, Brevundimonas, Enterobacter, Klebsiella, Pseudomonas, Serratia, Sphingomonas, Bacillus, Staphylococcus</i>	Conventional	Índia	Sekhar & Thomas (2015)
<i>Serratia, Pseudomonas, Rahnella, Enterobacter, Klebsiella, Yersinia, Evingella</i>	Conventional	Kenya	Muthari et al. (2012)

Na presente pesquisa, vários microrganismos ainda não foram descritos como endofíticos de banana por outros autores. É claro que isso também pode ser resultado do uso de diferentes cultivares de banana, diferentes climas e regiões e o uso distinto de órgãos e tecidos vegetais como folhas e pontas das raízes, entre outros. No entanto, as distintas diferenças encontradas devido à falta de produtos químicos e processos inibindo ou reduzindo a diversidade microbiana não podem ser

descartadas. Entre as bactérias e os fungos endofíticos isolados desse estudo utilizando as bananas orgânicas, vários gêneros e espécies foram registrados pela primeira vez tanto em fungos, quanto em bactérias. Evidentemente, estudos futuros devem ser conduzidos com esses microrganismos isolados na tentativa de detectar a promoção do crescimento de plantas, redução de doenças e pragas e outros usos benéficos como a produção de substâncias antimicrobianas, enzimas e compostos de usos biotecnológicos. Entretanto, entre os gêneros e espécies recém-isolados das bananas orgânicas utilizadas na presente pesquisa, alguns estão relacionados a usos benéficos e biotecnológicos, como por exemplo o gênero *Herbaspirillum*, que foi o mais frequentemente detectado nessa pesquisa, onde tal espécie é conhecida pela capacidade de produzir e fixar nitrogênio e também na promoção do crescimento de hospedeiros vegetais (Ebeltagy et al., 2011).

Outros gêneros de bactérias também frequentemente encontrados nesse estudo foi a *Serratia* e o *Bacillus*, que já foram isolados em outros estudos de banana e hospedeiros vegetais, onde tais resultados mostraram-se capazes de promover o crescimento das plantas (Tabela 13). Outros gêneros de bactérias isolados como *Pantoea* e *Variovorax* também são importantes para fins biotecnológicos, como estimuladores de crescimento de plantas, produção de enzimas e degradação de poluentes (Quecine et al., 2012; Satola et al., 2013). Entre os fungos isolados de banana orgânica, o mais frequentemente registrado e pela primeira vez em bananas foi o *Aspergillus versicolor*, que é conhecido por produzir propriedades antibacterianas, fungicidas e inseticidas, além da produção de enzimas (Domsch, 2001).

Outros isolados fúngicos como o gênero *Hypocreales* também são citados como um possuidor de propriedades de controle biológico. Outros gêneros encontrados como *Pericônia* estão relacionados como patógenos a vários hospedeiros vegetais. Estes, isolados de endofíticos nesse estudo, podem não ser formas patogênicas podendo serem utilizados como controladores de formas patogênicas como relacionadas em *Fusarium* endofítico que é capaz de controlar formas patogênicas de *Fusarium oxysporum* em bananeira (Tabela 12). Futuros estudos podem ser realizados para testarem as propriedades dos fungos e das bactérias isoladas no presente estudo, onde podem ser citados como exemplo, os hormônios de crescimento e de produção vegetal, a solubilização de fosfato, a

capacidade de fixar nitrogênio e bem como a detecção de possíveis propriedades prejudiciais que poderiam danificar o seu uso na promoção do crescimento biológico.

## 6 CONCLUSÕES

Os resultados apresentados através da aplicação dos questionários poderão ser de relevância para o conhecimento e desenvolvimento para a bananicultura no estado de Roraima com manutenção e qualidade do produto amenizando possíveis perdas e conseqüentemente diminuindo os possíveis prejuízos econômicos.

- Se faz necessário um maior número de estudos que se preocupem com o lado social da pesquisa;
- Roraima tem um grande potencial na bananicultura;
- O conhecimento das pessoas (Agricultores, etc...); quanto a os microrganismos em geral é muito baixo;
- O conhecimento quanto a dos endofíticos é ainda mais raro;
- É necessário um compromisso social com as pessoas;
- Os questionários (Pré-teste) devem/podem ser melhorados.

Quanto ao isolamento de fungos e bactérias endofíticas de folhas de bananeira de plantas submetidas a produção orgânica no estado de Roraima revelou a presença de novas espécies de microrganismos ainda não obtidos de bananeiras. Algumas delas poderão ter valor biotecnológico no controle de pragas e doenças específicas para o gênero *Musa* bem como podem ser usadas como promotoras de crescimento na bananeira.

- Gêneros de bactérias como a *Serratia* e o *Bacillus* são capazes de promover o crescimento de plantas;
- Gêneros de bactérias isolados como *Pantoea* e *Variovorax* também são importantes para fins biotecnológicos, como estimuladores de crescimento de plantas, produção de enzimas e degradação de poluentes;
- Entre os fungos isolados de banana orgânica, o mais frequentemente registrado e pela primeira vez em bananas foi o *Aspergillus versicolor*, que é conhecido por produzir propriedades antibacterianas, fungicidas e inseticidas, além da produção de enzimas;
- Outros isolados fúngicos como o gênero *Hypocreales* também são citados como um possuidor de propriedades de controle biológico;
- O gênero fúngico *Pericônia* estão relacionados como patógenos a vários hospedeiros vegetais.

## Referências bibliográficas

- AHMAD, S. et al. **Effect of temperature on the ripening behavior and quality of banana fruit**. *International Journal of Agriculture and Biology*, Pakistan, v. 3, n. 2, p. 224-227, 2001. Disponível em: <[http://fspublishers.org/ijab/pastissues/IJABVOL\\_3\\_NO\\_2/19.pdf](http://fspublishers.org/ijab/pastissues/IJABVOL_3_NO_2/19.pdf)>. Acesso em: 13 out. 2012.
- AKI, A.; PEROSA, M. Y. **Aspectos da produção e consumo de flores e plantas ornamentais no Brasil**. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, Campinas, v. 8, n. 1/2, p. 13-23, 2002.
- ALLOWAY, B. J. **Heavy metals in soil**. Ed 2 Chapman & Hill, 1995.
- ALMEIDA, F. R. F. **Yes, nós temos banana**. *Conjuntura Econômica*, Rio de Janeiro, v. 49, n. 10, p. 54-55, 2015.
- ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M.; FONSECA, M. L.; MAGALHAES, C. E. C.; LOPES, M. F. G.; LEMOS, T. L. G. **Avaliação de macro e micronutrientes em frutas tropicais cultivadas no nordeste brasileiro**. *Ciência da Tecnologia de Alimentos*, v. 29, n. 3, p. 581-586, 2009.
- ALVES, A. B.; LIMA, K. N.; VIEIRA, B. A. H. **Cultivo da banana em Roraima - Boa vista: Embrapa Roraima**. (Embrapa Roraima. Documentos, 01- banana. 2. Cultivo. 3. Roraima. I. Título II. Serie). p. 90, 2007.
- ALVES, E. J. **A cultura da banana: Aspectos técnicos, sócio econômicos e agroindustriais**. 2aed. EMBRAPA. Serviço de Produção de Informação-SP. Brasília, 1999.
- ALVES, E. J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: Embrapa-SP, p. 585, 1997.
- AMNUAYKANJANASIN, A.; PUNYA, J.; PAUNGMOUNG, P.; RUNGROD, A.; TACHALEAT, A.; PONGPATTANAKITSHOTE, S.; CHEEVADHANARAK, S.; TANTICHAROEN, M. **Diversity of Type I polyketide synthase genes in the wooddecay fungus *Xylaria* sp. BCC 1067**. *FEMS Microbiology Letters*, v. 251, p. 125-136, 2005.
- ANDRADE, J.C. **Análise da produção de banana orgânica no município de Itapajé - Ceará, Brasil**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, (Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). 106p, 2005.
- ANDRADE, L. F., SOUZA, G. L. O. D., NIETSHE, S, PEREIRA, M. C. T., & PEREIRA, D. F. G. S. **Analysis of the abilities of endophytic bacteria associated with banana tree roots to promote plant growth**. *Journal of Microbiology*, 52, 27-34, 2014.
- ARAÚJO, W. L. **Guia prático: isolamento e caracterização de microrganismos endofíticos**. Piracicaba: CALQ. p. 167, 2010.

ARAUJO, W. L., QUECINE, M. C., LACAVA, P. T., AGUILAR-VILDOSO, C. I., MARCON, J., LIMA, A. O. S., ... AZEVEDO, J. L. **Micro-organismos endofíticos: Aspectos teóricos e práticos de isolamento e caracterização** (p. 257). Santarém Editora UFOPA, 2014.

ARAÚJO, W. L.; MACCHERONI, J.; W., AGUILAR-VILDOSO, C. I., BARROSO, P. A. V.; SARIDAKIS, H. O., AZEVEDO, J. L. **Variability and interactions between endophytic bacteria and fungi isolated from leaf tissues of Citrus rootstocks.** *Canadian Journal of Microbiology*, v. 47, n. 3, p. 229-236, 2001.

ARECHAVALETA, M.; BACON, C. W.; HOVELAND, C. S.; RADCLIFFE, D. E. **Effect of the tall fescue endophyte on plant response to environmental stress.** *Agronomy Journal*, Madison, v. 81, n. 1, p. 83-90, 1989.

ARNOLD, A. E.; HERRE, E. A. **Canopy cover and leaf age affect colonization by tropical fungal endophytes: ecological pattern and process in *Theobroma cacao* (Malvaceae).** *Mycologia*, New York, v. 95, n. 3, p. 388-398, 2003.

ARX, J. A.; MÜLLER, E. **Die Gattungen der amersporen Pyrenomyceten.** *Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz*, Wabern-Bern, v. 11, n. 1, p. 1-434, 1954.

ASSUMPÇÃO, L. C.; LACAVA, P. T.; DIAS, A. C. F.; AZEVEDO, J. L.; MENTEN, J. O. M. **Diversidade e potencial biotecnológico da comunidade bacteriana endofítica de sementes de soja.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 44, n. 5, p. 503-510, 2009.

ASSUNÇÃO, M. M. C. **Fungos endófitos isolados de folhas de bananeira (*Musa sp.*) e seleção de antagonistas a fitopatógenos dessa cultura.** Tese (Doutorado em Biologia de fungos) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 172f, 2010.

AZEVEDO, J. L. **Botânica: uma ciência básica ou aplicada?** *Revista brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 225-229, 1999.

AZEVEDO, J. L. **Microrganismos endofíticos.** In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. (Ed.) **Ecologia microbiana.** Jaguariúna: EMBRAPA, p. 117-137, 1998.

AZEVEDO, J. L.; ARAUJO, W. L. **Diversity and applicatios of endophytic fungi isolated from tropical plants in Ganguli,B.N Desmuckh, S.K. (eds.) Fungi Multifaceted microbes.** Anamaya Publishers, New Delhi, India and CRC Press, Boca Raton, USA pp. 189-207, 2007.

AZEVEDO, J. L.; MACCHERONI, Jr. W.; PEREIRA, J. O.; ARAÚJO, W. L. **Endophytic microorganisms: a review on insect control and recent advances on tropical plants.** *Electronic Journal of Biotechnology*, Chile, v. 3, n. 1, p. 40-65, 2000.

BALDOTTO, L. E. B.; BALDOTTO, M. A.; OLIVARES, F. L.; VIANA, A. P.; BRESSAN-SMITH, R. **Seleção de bactérias promotoras de crescimento no**

**abacaxizeiro cultivar Vitória durante a aclimatização.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 34, n. 2, p. 349-360, 2010.

BAN, Y.; TANG, M.; CHEI, H.; XU, Z.; ZHANG, H.; YANG, Y. **The response of dark septate endophytes (DSE) to heavy metals in pure culture.** Plos One, & Ed. Special 10. October, 2012.

BARGUIL, B. M.; PESSOA, W. R. L. S.; OLIVEIRA, S. M. A.; COELHO, R. S. B. **Ocorrência de *Pestalotiopsis neglecta* em *Ananas lucidus*.** *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 34, n. 1, p. 96, 2008.

BARRETO, A. N.; GOES, E. S.; SILVA, J. F.; ALMEIDA, A. M. **Uso do tanque classe “A” na determinação da lâmina de irrigação para a cultura da bananeira.** In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA (Brasília, DF). Síntese tecnologias geradas pelo Sistema Embrapa. Brasília, p. 694, 2013.

BARRETTI, P. B.; SOUZA, R. M.; POZZA, A. A. A.; POZZA, E. A.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, J. T. **Aumento da eficiência nutricional de tomateiros inoculados com bactérias endofíticas promotoras de crescimento.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 1541-1548, 2008.

BARRETTI, P. B.; SOUZA, R. M.; POZZA, E. A. **Bactérias endofíticas como agentes promotores do crescimento de plantas de tomateiro e de inibição *in vitro* de *Ralstonia solanacearum*.** *Ciência agrotécnica*, Lavras, v. 32, n. 3, p. 731-739, 2009.

BARUFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de tecnologia de alimentos.** São Paulo: Atheneu, p. 317, 1998.

BELITZ, H. D.; GRAOSCH, W.; SCHIEBERLE, P. **Food Chemistry.** Springer-Verlag Berlin. 2nd Ed., 1999.

BENCHIMOL, R. L.; CHU, E. Y.; YUITIMUTO, R.; DIAS-FILHO, M. B. **Controle da fusariose em plantas de pimenta-do-reino com bactérias endofíticas: sobrevivência e respostas morfofisiológicas.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1343-1348, 2000.

BENZON, H. R. L., MENDOZA, D. M., COSICO, W. C., & TORRETA, N. K. **The effect of endophytic bacterial inoculation on banana, *Musa acuminata* cv. Lakatan.** *Philippine Journal of Crop Science*, 39, 12-21, 2014.

BILLS, G. F.; CRHRISTENSEN, M.; POWELL, M.; THORN, G. **Saprobic soil fungi.** Biodiversity of fungi - Inventory and monitoring methods Elsevier Academic Press, Oxford, 2004.

BITTENCOURT, J.; QUEIROZ, M. R.; NEBRA, S. A. **Avaliação econômica da elaboração de bananapassa proveniente de cultivo orgânico e convencional.** 2004.

BORÉM, A.; MILACH, S. K. **O Melhoramento de Plantas na Virada do Milênio.** *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*, n. 7, p. 68-72, 1999.

BORGES, A. J. S.; TRINDADE, A. V.; MATOS, A. P.; PEIXOTO, M. F. S. **Redução do mal-do-panamá em bananeira-maçã por inoculação de fungo micorrízico arbuscular.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 1, p. 35-41, 2007.

BORGES, A. L.; CALDAS, R. C.; SOUZA, L. da S.; SANTOS, A. M. dos; NASCIMENTO, C. A. C. **Cultivares de bananeiras sob manejo orgânico do solo.** 1. Crescimento vegetativo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA Cabo Frio. Anais Cabo Frio: SBF/UENF/ UFRuralRJ, v. 19, p. 520-520, 2006.

BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G. **Nutrição Calagem e Adubação.** In: Cordeiro, Z.J.M. (ed.) *Banana. Produção: aspectos técnicos.* Brasília, Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000.

BORGES, A. L.; SILVA, J. T. A. **Adubação e nutrição da bananeira.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA. **Anais.** Registro: SBF/APTA-SP/ABAVAR, v. 7, p. 14-36, 2010.

BRAGA, G. U. L. DESTÉFANO, R. H. R.; MESSIAS, C. L. **Protease production during growth and autolysis of submerged *Metarhiziumanisopliae* cultures.** *Revista de Microbiologia*, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 107-113, 1999.

BRAGA, M. F.; SÁ, M. E. L.; MUSTAFÁ, P. C. **Avaliação de protocolo para multiplicação in vitro de bananeira (*Musa* sp.) cv. Caipira (AAA).** *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 23, n. 2, p. 215-219, 2001.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Atenção Básica. Departamento de Atenção Básica. **Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição. Manual operacional para profissionais de saúde e educação.** Promoção da alimentação saudável nas escolas. Brasília, 2008.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H.; VON ENDE, C. A. **Field and laboratory methods for general ecology.** 4 ed. Boston: WCB McGraw-Hill, p. 273, 1998.

BROWN, K. B.; HYDE, K. D.; GUEST, D. I. **Preliminary studies on endophytic fungal communities of *Musa* acuminate species complex in Hong Kong and Australia.** *Fungal Divers*, v. 1, p. 27-51, 1998.

BUAINAIN, M. A.; BATRALHA, O. M. **Cadeia produtiva de frutas.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Brasília-DF, janeiro, 2007.

CAFÊU, M. C.; SILVA, G. H.; TELES, H. L.; BOLZANI V. S.; YOUNGI, A. R. M. C. M.; PFENNING, L. H. **Substâncias antifúngicas de *Xylaria* sp., um fungo endofítico isolado de *Palicourea marcgravii* (Rubiaceae).** São Paulo, *Química Nova*, v. 28, n. 6, p. 991-995, 2005.



CALDENTEY, P.; CALDENTEY, P. **Sistema agroalimentario y enclaves bananeros en América Central.** *Revista de Estudios Agro-Sociales*, Madrid, n. 164, p. 141-161, 2013.

CAMARANO, A. A.; ABRAMOVAY, R. **Êxodo rural, envelhecimento em masculinização no Brasil - Panorama dos últimos 50 anos IPEA.** Texto para discussão nº 621, 1999.

CAO, L. X.; YOU, J. L.; ZHOU, S.N. **Endophytic fungi from *Musa acuminata* leaves and roots in South China.** *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 18, n. 2, p. 169-171, 2002.

CAO, R.; LIU, X.; GAO, K.; MENDGEN, K.; KANG, Z.; GAO, J.; DAI, Y.; WANG, X. **Mycoparasitism of endophytic fungi isolated from reed on soilborne phytopathogenic fungi and production of cell wall-degrading enzymes *in vitro*.** *Current Microbiology*, v. 59, n. 6, p. 584-592, 2009.

CARMO, G. A.; MEDEIROS, J. F.; TAVARES, J. C.; SILVA, F. V. **Desenvolvimento vegetativo das bananeiras pacovan e marmelo sob diferentes níveis de salinidade.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., Fortaleza, 2010.

CARRIJO, O. A.; SILVA, W. L. C.; MAROUELLI, W. A.; SILVA, H. R. **Tendências e desafios da fertirrigação no Brasil.** In: FOLEGATTI. Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças. Coord. Guaíba: Agropecuária, p. 155-170, 1999.

CARRIM, A. J. I.; BARBOSA, E. C.; VIEIRA, J. D. G. **Enzymatic activity of endophytic bacterial isolates of *Jacaranda decurrens* Cham. (Carobinha-do-campo).** *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v. 49, n. 3, p. 353-359, 2006.

CARROLL, G. C. **Fungal endophytes in stems and leaves: From latent pathogen to mutualistic symbiont.** *Ecology*, v. 69, p. 2-9, 1988.

CARROLL, G. C. **The biology of endophytism in plants with particular reference to woody perennials.** In: Fokkema, N.J.; Heavel, J.; Van der, H. (Eds.) *Microbiology of the phylloplane*. London, Cambridge University Press, p. 205-222, 1986.

CARROLL, G. C.; PETRINI, O. **Patterns of substrate utilization by some endophytes from Coniferous foliage.** *Mycologia*, v. 75, p. 75-63, 1983.

CARVALHO, A. C. B.; FERNANDES, M. G.; SANTOS, E. J. V.; MELO, A. F. M.; MEDEIROS, I. A.; DINIZ, M. F. F. M. **Avaliação legal da propaganda e publicidade de medicamentos fitoterápicos anunciados na Paraíba (Brasil).** *Acta Farm. Bonaerense*, v. 23, n. 3, p. 413-417, 2004.

CARVALHO, G. F. **Consumo de frutas: um estudo exploratório.** Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, UNESP (Dissertação de Mestrado em Ciências, 229p, 1998.

CARVALHO, M. J.; MIRANDA, L. D. **As exportações brasileiras de frutas: um panorama atual**. Universidade de Brasília, Brasília-DF-Brasil, 2010.

CARVALHO, T. M. **Sistemas e Ambientes Denudacionais e Agradacionais, uma primeira aproximação para o estado de Roraima, Norte da Amazônia**. *Revista Acta Geográfica*, v. 8, n. 16, p. 77-98, 2014.

CARVALHO, T.M.; CARVALHO, C.M. **Sistemas de Informações Geográficas Aplicadas à descrição de habitats**. *Acta Scientiarum*, v. 34, n. 1, p. 79-90, 2012.

CASTRO, C. E. F. **Cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais**. In: *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, Campinas, v.4, n.1/2, p. 46, 1998.

CASTRO, C. E. F. **Helicônia para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA-SPI, p. 44, 1995.

CASTRO, C. E. F. **Inter-relações das famílias das Zingiberales**. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, Campinas, v. 1, n. 1, p. 02-11, 1995.

CASTRO, C. E. F.; GRAZIANO, T. T. **Espécies de Heliconia (heliconiaceae) no Brasil**. In: *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, Campinas, v. 3, n. 2, p.15-28, 1997.

CASTRO, N. R.; COELHO, R. S. B.; LARANJEIRA, D.; COUTO, E. F.; SOUZA, M. B. R. **Ocorrência, métodos de inoculação e agressividade de *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense* em *Heliconia* sp.** *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 34, n. 2, p.127-130, 2008.

CAVALCANTE, A. T.; MOURA, R. J. M.; MAAZE, U. C.; REIS, O. V. **Efeito de espaçamento, adubação e calagem em bananeira-Comprida (planta-mãe)**. Atuação do IPA no âmbito do Pólo Nordeste. Recife, PE: IPA, v. 1, 2011.

CAVALCANTE, C. M. **Análise Metodológica da Economia Institucional**. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro Niterói: p. 120, 2007.

CAYON, D. G.; FRANCO, G. **Altas densidades de siembra**. *InfoMusa*, Montpellier, v. 3, n. 1, p. 12-25, 2014.

CHILLET, M.; HUBERT, O.; RIVES, M. J.; LAPEYRE, B. L. **Effects of the physiological age of bananas on their susceptibility to wound anthracnose due to *Colletotrichum musae***. *Plant Disease*, v. 90, p. 1181-1185, 2006.

CLAY, K. **Fungal endophytes of grasses**. *Annual review of ecology and systematics*, California, v. 21, p. 275-297, 1990.

COELHO, E. F.; OLIVEIRA, A. S.; COSTA, E. L.; BORGES, A. L.; BORGES, A. L.; COELHO, E. F.; TRINDADE, A. V. **Aspectos básicos da fertirrigação em fruteiras tropicais**. Cruz das Almas: *Embrapa Mandioca e Fruticultura*, p. 9-14, 2002.

COLLADO, J.; PLATAS, G.; PAULUS, B.; BILLS, G. F. **High-throughput culturing of fungi from plant litter by a dilution-to-extinction technique.** *Fems Microbiology Ecology*, v. 60, n. 3, p. 521-533, 2007.

COMPANT, S.; CLÉMENT, C.; SESSITSCH, A. **Plant growth-promoting bacteria in the rhizo- and endosphere of plants: Their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization.** *Soil Biology and Biochemistry*, v. 42, n. 5, p. 669-678, 2010.

COMPANT, S.; DUFFY, B.; NOWAK, J.; CLEMENT, C.; BARKA, E. A. **Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future Prospects.** *Applied and Environmental Microbiology*, Washington, v. 71, n. 9, p. 4951-4959, 2005.

CONTI, P. **Diversidade e atividade antimicrobiana de microrganismos endofíticos da planta medicinal *Borreria verticillata* (L.) G.F.W. Meyer. Pernambuco, Brasil.** (Dissertação de Mestrado em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife/PE, 73p, 2007.

CORDEIRO, Z. J. M. C. **Cultivo da banana para o Projeto Formoso. Embrapa Mandioca e Fruticultura Sistema de Produção.** 2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaFormoso/irrigacao.htm>: Acesso em: 18 agosto de 2015.

CORDEIRO, Z. J. M.; MESQUITA, A. L. M. **Manejo integrado das pragas, doenças e plantas daninhas.** In: Cordeiro, Z. J. M. (ed.) *Banana Fitossanidade*. Brasília, 2000.

CORDEIRO, Z. M.; MOREIRA, R. S. A. **Bananicultura brasileira.** In: REUNIÃO INTERNACIONAL DA ACORBAT, Joinville. Anais. Joinville: ACORBAT/ACAFRUTA, v. 1, p. 36-47, 2006.

COSTA, A. N.; COSTA, A. F. S.; ARAÚJO, J. B. S.; MANGARAVITE, J. C. S.; VENTURA, J. A.; MIRANDA, V. **Recomendações técnicas para o cultivo de banana orgânica.** Vitória, ES: Incaper, p. 48, Documentos, 144p, 2006.

COSTA, C. R. **Fungos associados às plantas ornamentais tropicais no Distrito Federal.** Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade de Brasília, 98f, 2007.

COSTA, E. L.; SILVA, J. T. A.; SILVA, E. B.; LIMA, L. A.; MAENO, P.; MENDES, J. O.; SILVA, P. B. **Desenvolvimento e produção da bananeira (*Musa sp.*) 'Prata-Anã' em diferentes parcelamentos de fertirrigação em solo arenoso do perímetro irrigado do Gortuba no norte de Minas Gerais.** CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA 29, 2014, Fortaleza. Anais. Fortaleza: SBEA/UFC, 2000 a. eas 182. 1 CD ROM, 2014.

COSTA, I. P. M. W. **Fungos endofíticos isolados de vegetais do manguesal do Rio Paripe, Ilha de Itamaracá.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. 72f, 2003.

COSTA, J. A. V. **Compartimentação do Relevo do estado de Roraima**. In: Roraima em Foco, Boa Vista, Roraima, Ed. UFRR, p 77-107, 2008.

COTTYN, B.; DEBODE, J.; REGALADO, E.; MEW, T. W.; SWINGS, J. **Phenotypic and genetic diversity of rice seed-associated bacteria and their role in pathogenicity and biological control**. *Journal of Applied Microbiology*, v. 107, p. 885-897, 2009.

COUGHLAN, A. T.; ANDERSON, E.; STERN, L. W.; EL-ANSARY, A. I. **Canais de Marketing e Distribuição**. Tradução: Lúcia Simonini. 6 ed. Porto Alegre: Bookman, p. 461, 2012.

CUBIT, J. D. **Herbivory and the seasonal abundance of algae on a high intertidal rocky shore**. *Ecology*, New York, v. 65, n. 6, p. 1904-1917, 1984.

DANTAS, A. C. V. L.; DANTAS, J. L. L.; ALVES, E. J. **Estrutura da planta**. In: ALVES, E. J. (Org.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Cruz das Almas: Embrapa CNPMF, p. 47- 60, 2014.

DANTAS, J. L. L.; SHEPHERD, K.; SOARES, F. W. S.; CORDEIRO, Z. J. M.; SILVA, S. D.; SOUZA, A. **Classificação botânica, origem, evolução e distribuição geográfica**. In: Alves, E.J. (eds.) **A Cultura da Banana. Aspectos técnicos socioeconômicos e agroindustriais**. 2º ed. Revisada. Brasília. EMBRAPA-SPI/Cruz das Almas. EMBRAPA-CNPMF, 1999.

DE BARY, A. **Morphologie Physiologie der Pilze**. *Flechten und myxomyceten* (Vol II). Holmeister's of Physiological Botany, Leipzig, 1866.

DELVAUX, B. **Soils**. In: **Gowen, S. Bananas and plantains**. London: Chapman & Hall, v. 3, p. 230-257, 1995.

DOBRANIC, J. K.; JOHNSON, J. A.; ALIKHAN, Q. R. **Isolation of endophytic fungi from eastern larch (*Larix laricina*) leaves from New Brunswick, Canada**. *Canadian Journal of Microbiology*, v. 41, p. 194-198, 1995.

DOMSCH, K. H. **Compendium of soil fungi**. IHK-VERLAG, Eching, 2001.

DONATO, S. L. R.; ARANTES, A. M.; SILVA, S. O.; CORDEIRO, Z. J. M. **Comportamento fitotécnico da bananeira 'Prata-Ana' e de seus híbridos**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 44, p. 1608-1615, 2009.

DONATO, S. L. R.; SILVA, S. O.; LUCCA F. O. A.; LIMA, M. B.; DOMINGUES, H.; ALVES, J. S. **Comportamento de variedades e híbridos de bananeira (*Musa sp.*), em dois ciclos de produção no sudoeste da Bahia**. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 28, n. 1, 2006.

EBELTAGY, A., ISHIOKA, K., SATO, T., SUZUKI, H., YE, B., YAMADA, T., ... MINAMISAWA, K. **Endophytic colonization and in plant nitrogen fixation by a *Herbaspirillum sp.* isolated from wild rice species**. *Applied and Environmental Microbiology*, 67, 5285-5292, 2011.

EGEWARTH, H. **Historicidade do Movimento Cooperativista**: Módulo I, 28-31 de março. Apostila do Curso MBA em Cooperativa - Universidade Federal de Roraima. f. Notas de aulas, 83p, 2012.

EMBRAPA - **EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA**. **Jornal do Endofítico, Embrapa meio ambiente**. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/endofiticos/introducao.html>>. Acesso em: 18/09/2015.

EMBRAPA - **EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - Epagri. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina**. 2008-2009.

EMBRAPA. **Projeto: Diversidade de Microrganismos Endofíticos e seu Potencial Biotecnológico**. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/endofiticos/introducao.html>> acessado em: 30 de agosto de 2016.

ETHUR, L. Z.; BLUME, E.; MUNIZ, M. F. B.; FLORES, M. G. V. **Seleção de antagonistas fúngicos a *Fusarium solani* e *Fusarium oxysporum* em substrato comercial para mudas**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1794-1797, 2007.

FAETH, S. H.; GARDNER, D. R.; HAYES, C. J.; JANI, A.; WITTLINGER, S. K.; JONES, T. A. **Temporal and spatial variation in alkaloid levels in *Achnatherum robustum*, a native Grass infected with the endophyte *Neotyphodium***. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v. 32, n. 2, p. 307-324, 2006.

FAO (**FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION**). (2015). Retrieved June 16, 2018, from <http://www.fao.org>.

FAO (**FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION**). Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 02 nov. 2014.

FAO (**FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION**). Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 05 nov. 2015.

FAURÉ, S.; NOYER, J. L.; CARREEL, F.; HORRY, J. P.; BAKRY, F.; LANAUD, C. **Maternal inheritance of chloroplast genome and paternal inheritance of mitochondrial genome in bananas (*Musa acuminata*)**. *Current Advances in Genetics*, v. 25, p. 265-269, 1994.

FILHO, H. M. **Metodologia para estudo das relações de mercado em sistemas agroindustriais**. Brasília: IICA, 2008.

FIORAVANÇO, J. C. **Comercio internacional de productos hortofrutícolas: estudio de la competitividad de Brasil en el mercado de frutas tropicales de la Unión Europea**. Tese (Doutorado) - UPV, Valência, 410p, 2000.

FOLEGATTI, M. V. Apresentação. In: FOLEGATTI, M. V. **Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças**. Guaíba: *Agropecuária*, p. 7-8, 1999.

FONTES, P. S. F.; CARVALHO, A. J. C.; CEREJA, B. S.; MARINHO, C. S.; MONNERAT, P. H. **Avaliação do estado nutricional e do desenvolvimento da bananeira-prata-anã (*Musa sp.*) em função da adubação nitrogenada.** *Revista Brasileira Fruticultura, Jaboticabal*, v. 1, n. 25, p. 156-159, 2003.

FORCHETTI, G.; MASCIARELLI, O.; ALEMANO, S.; ALVAREZ, D.; ABDALA, G. **Endophytic bacteria in sunflower (*Helianthus annuus* L.): isolation characterization, and production of jasmonates and abscisic acid in culture medium.** *Applied Microbiology and Biotechnology*, v. 76, p. 1145-1152, 2007.

FRANCO, E. M. S., DEL'ARCO, J. O., RIVETTI, M. **Capítulo II Geomorfologia. Folha NA.20 Boa Vista e parte das folhas NA.21 Tumucumaque, NB.20 Roraima e NB.21.** In: RadamBrasil, Levantamento de Recursos Naturais. DNPM, Projeto Radam Brasil, Rio de Janeiro, RJ. p.137-180, 2005.

FREITAS, A. **Estudos Sociais - RORAIMA: Geografia e História.** 1 ed. São Paulo: Corprint Gráfica e Editora Ltda., 1998.

FURLANETO, F. P. B.; MARTINS, A. N. M.; GOLDONI, C. L.; ESPERANCINI, M. S. T. **Custo de produção e rentabilidade da cultura da banana "Maçã" (*Musa sp.*) na região do Médio Paranapanema, estado de São Paulo.** *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 35, n. 12: p. 19-25, 2005.

FURLANETO, F. P. B.; MARTINS, A. N., ESPERANCINI, M. S. T. **Análise econômica da bananicultura, cultivares do subgrupo *Cavendish*, na região do Médio Paranapanema, estado de São Paulo.** *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 22-29, 2007.

GAMBOA, M. A.; LAUREANO, S.; BAYMAN, P. **Measuring diversity of endophytic fungi in leaf fragments: Does size matter?** *Mycopathologia*, v. 156, n. 1, p. 41-45, 2002.

GANGADEVI, V.; MUTHUMARY, J. **Isolation of *Colletotrichum gloeosporioides*, a novel endophytic taxol-producing fungus from the leaves of a medicinal plant, *Justicia gendarussa*.** *Mycologia Balcanica*, Bulgária, v. 5, p. 1-4, 2008.

GANGADEVI, V.; MUTHUMARY, J. **Taxol production by *Pestalotiopsis terminaliae*, an endophytic fungus of *Terminalia arjuna* (arjun tree).** *Biotechnology and Applied Biochemistry*, v. 52, p. 9-5, 2009.

GARBEVA, P.; VAN O. L. S.; VAN, V. J. W. L.; VAN, E. J. D. **Analysis of endophytic bacterial communities of potato by plating and denaturing gradient gel electrophoresis (DGE) of 16S rDNA based PCR fragments.** *Microbial Ecology*, v. 41, p. 369-383, 2001.

GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J. C. R. **Sigatoka-negra: desafio para a bananicultura brasileira.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 7. Registro. Anais. Registro: SBF/ APTA-SP/ABAVAR, p. 327-335, 2010.

GEORGE, E. D.; HALL, M. A.; KLERK, G. **Plant Propagation by tissue culture, vol. 1 - The background**. Philadelphia: Springer, 504p, 2008.

GIRI, R.; DUDEJA, S. S. **Root Colonization of Root and Nodule Endophytic Bacteria in Legume and Non Legume Plants Grown in Liquid Medium**. *Journal of Microbiology Research and reviews*, v. 1, n. 6, p. 75-82, 2013.

GOLD, C. S.; MESSIAEN, S. **The banana weevil *Cosmopolites sordidus***. Montpellier, INIBAP, p. 4, 2000.

GOLDING, J. B. **Relationships between respiration, ethylene, and aroma production in ripening banana**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 47, n. 4, p. 1646-1651, 1999.

GOMES, E. W. F.; WILLADINO, L.; CAMARA, T. R.; MEUNIER, I.; ARAÚJO, B. D. S.; SILVA, S. O. E. **Efeitos da salinidade sobre diferentes variedades de bananeira (*Musa sp.*) em estágio inicial de desenvolvimento**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, Fortaleza, p. 16, 2014.

GONZAGA, N. L.; PEREIRA, J. R.; SILVA, D. J. **Banana irrigada (*Musa sp.*). Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2a aproximação**. 2. ed. Recife, PE: IPA, p. 115, 2008.

GOOGLE EARTH-MAPAS. [Http://mapas.google.com](http://mapas.google.com). Consulta realizada em 07/11/2017.

GRAMACHO, K. P. **Cacao breeding in Bahia, Brazil - strategies and results**. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Londrina, v. 1, p. 73-81, 2011.

GRIGOLETTI JUNIOR, R. A.; SANTOS, A. F.; AUER, C. G. **Perspectivas do uso do controle biológico contra doenças florestais**. *Revista Floresta*, v. 30, p. 155-165, 2000.

GUBA, E. F. **Monograph of Pestalotia and Monochaetia**. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts USA, p. 342 p, 1961.

GUERRA, A. G.; ZANINI, J. R.; NATALE, W.; PAVANI, L. C. **fertirrigação da bananeira com nitrogênio e potássio aplicados por microaspersão**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2012, Belém. **Anais**. Belém: SBF, 2002. 1 CD ROM, 2012.

GUO, B. H.; WANG, Y. C.; ZHOU, X. W.; HU, K.; TAN, F.; MIAO, Z. Q.; TANG, K. X. **An endophytic Taxolproducing fungus BT2 isolated from *Taxus chinensis* var. mairei**. *African Journal of Biotechnology*, Bowie, v. 5, n. 10, p. 875-877, 2006.

GUO, L. D.; HYDE, K. D.; LIEW, E. C. Y. **Identification of endophytic fungi from *Livistona chinensis* based on morphology and rDNA sequences**. *New Phytologist* v. 147, n. 03, p. 617-630, 2000.

HANSON, P. H. J.; HALLMANN, J.; QUADT-HALLMANN, A.; MAHAFFEE, W. F.; KLOEPPER, J. W. **Control biológico de insectos, Turrialba, C.R. Centro Agronómico Tropical de investigación y Ense.anza (CATIE)** (Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE no. 208). Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). El cultivo del plátano (*Musa AAB Simmonds*, p. 40, 1993.

HARDOIM, P. L.; HARDOIM, C. P. C.; OVERBEEK, L. S. V.; ELSAS, J. D. V. **Dynamics of Seed-Borne Rice Endophytes on Early Plant Growth Stages.** *PLoS ONE*, v. 7, n. 2, p. 30438, 2012.

HARDY, J. T. **Climate Change: Causes, effects, and solutions.** England: John Wiley & Sons, 2003.

HASHIMOTO, J. M.; MARTINS, A. N. **Duas décadas da Estação Experimental de Agronomia - APTA Médio Paranapanema (histórico, presente e perspectivas).** *Campinas: Bananicultura, Instituto Agrônomo*, p. 115-119, 2007.

HATA, K.; ATARI, R.; SONE, K. **Isolation of endophytic fungi from leaves of *Pasania edulis* and their within-leaf distributions.** *Mycoscience*, v. 43, n. 5, p. 369-373, 2002.

HERSHKOVITZ, M. A.; LEWIS, L. A. **Deep-level diagnostic value of the rDNA-ITS region.** *Molecular Biology and Evolution*, v. 13, n. 9, p. 1276-1295, 1996.

HEUER, H., KRSEK, M., BAKER, P., SMALLA, K., & WELLINGTON, E. M. **Analysis of Actinomicete communities by specific amplification of genes encoding 16S gRNA and gel electrophoretic separation in denaturing gradients.** *Applied and Environmental Microbiology*, 63, 3233-3241, 1997.

HINZ, R. H. **Doenças da bananeira.** In: CURSO DE BANANICULTURA, 15., Itajaí. **Palestras.** Itajaí: Epagri, p. 121-151, 2007.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.** Disponível em <[www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)> Acesso em: 02/05/2015, às 14:20:40h.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.** Disponível em <[www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)> Acesso em: 14/10/2016, às 11:41:40h.

JEGER, M. J.; EDEN-GREEN, S.; JOHANSON, A.; WAILER, L. M.; BROWN, A. E. **Banana Diseases.** Gowen, S., Chapman, H. (eds.) **Bananas and Plantains.** London, p. 317-381, 2015.

JENNY, C.; CARREL, F.; TOMEKPE, K.; PERRIER, X.; DUBOIS, C.; HORRY, J.P.; MONTCEL, H.T. **Les bananiers.** In: **CENTRE DE COOPÉRATION INTERNATIONALE EN RECHERCHE AGRONOMIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT.** Diversité génétique des plantes tropicales. Montpellier: CIRAD, p. 113-129, 1999.



JESUS, S. C.; FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L. **Caracterização física e química de frutos de diferentes genótipos de bananeira.** *Bragantia*, Campinas, v. 63, n. 3, p. 315-323, 2004.

JHA, P. N.; GUPTA, G.; JHA, P.; MEHROTRA, R. **Association of Rhizospheric/Endophytic Bacteria with Plants: A Potential Gateway to Sustainable Agriculture Greener.** *Journal of Agricultural Sciences*, v. 3, n. 2, p. 73-84, 2013.

JIMENEZ, M.; LOERIECO, A.; BOTTAGLIO, A. **Ocorrence and pathogenicity of Fusarium species in banana fruits.** *Journal of Phytopathology*, v. 137, p. 214-220, 1993.

JOHNSON, G. I.; SANGCHOTE, S. **Control post-harvest disease of tropical fruits: challanges for the 21st century.** In: *Postharvest handling of tropical fruits*, Australia, Proceedings, Sidney, p.140-161, 1994.

JOSHEE, S.; PAULUS, B. C.; PARK, D.; JOHNSTON, P. R. **Diversity and distribution of fungal foliar endophytes in New Zealand Podocarpaceae.** *Mycological Research*, v. 113, p. 1003-1015, 2009.

KAEMMER, D.; AFZA, R.; WEISING, K.; KAHL, G.; NOVAK, F. J. **Oligonucleotide and amplification fingerprinting of wild species and cultivars of banana (*Musa sp.*).** *Bio/Technology*, v. 10, p. 1030-1035, 1992.

KARTHIK, M., PUSHPAKANTH, R., KRISHNAMOORTHY, R., & SENTHIKUMAR, M. **Endophytic bacteria associated with banana cultivars and their inoculation effect on plant growth.** *The journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 92, 568-576, 2017. <https://doi.org/10.1080/14620316.2017.1310600>

KAVINO, M., & MANORANJITHAN, S. K. **In vitro bacterization of banana (*Musa sp.*) with native endophytic and rhizospheric bacterial isolates.** Novel ways to combat Fusarium wilt. *European Journal of Plant Pathology*, 151, 371-387, 2018.

KIMATI, H. L.; AMORIM, A.; BERGAMIN F. L. E. A.; CAMARGO, J. A. M.; REZENDE. (Eds.). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas.** 3. ed. São Paulo: *Agronômica Ceres*, v. 2, p. 705, 1997.

KIMMONS, C. A.; GWINN, K. D.; BERNARD, E. C. **Nematode reproduction on endophyte-infected and endophyte-free tall fescue.** *Plant Disease*, Saint Paul, v. 74, n. 2, p. 757-761, 1990.

KISS, L. **A review of fungal antagonists of powdery mildews and their potential as biocontrol agents.** *Pest Management Science*, v. 59, n. 04, p. 475-483, 2003.

KOHL, V. K. **As ênfases estratégicas de empresas agroalimentares: estudo de casos na região de Pelotas- RS.** Tese (Doutorado em Administração) - Escola de Administração. PPGA/UFRGS, 2004.

KUKLINSKY, S. J., ARAUJO, W. L., MENDES, R., GERALDI, I. O., PIZZIRANI KLEINER, A. A., & AZEVEDO, J. L. **Isolation and characterization of soybean associated bacteria and their potential for plant growth promotion.** *Environmental Microbiology*, 6, 1244-1251, 2004.

KUMAR, K. V. K.; YELLAREDDYGARI, S. K. R.; REDDY, M. S.; KLOEPFER, J. W.; LAWRENCE, K. S.; ZHOU, X. G.; SUDINI, H.; GROTH, D. E.; RAJU, S. K.; MILLER, M. E. **Efficacy of *Bacillus subtilis* MBI 600 against sheath blight caused by *Rhizoctonia solani* and on growth and yield of rice.** *Rice Science*, v. 19, n. 1, p. 55-63, 2012.

KUSS, A. V.; KUSS, V. V.; LOVATO, T.; FLORES, M. L. **Fixação de nitrogênio e produção de ácido indolacético in vitro por bactérias diazotróficas endofíticas.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 10, p. 1459-1465, 2007.

LACAP, D. C.; HYDE, K. D.; LIEW, E. C. Y. **An evaluation of the fungal 'morphotype' concept based on ribosomal DNA sequences.** *Fungal Diversity*, v. 12, n. 53-66, 2003.

LANGHE, E. **Banana and plantain: the earliest fruit crops?** In: INIBAP (International Network for the Improvement of Banana and Plantain). Networking banana and plantain: annual report, 1995.

LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M.; PINHO, R. S. C. **Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*.** *Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas*, Chapadinha, v. 4, n. 2, p. 12-20, 2010.

LARRAN, S.; MÓNACO, C.; ALIPPI, H.E. **Endophytic fungi in leaves of *Lycopersicon esculentum* Mill.** *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 17, p. 181-184, 2001.

LASLO, E.; GYÖRGY, E.; MARA, G.; TAMÁS, E.; ÁBRAHÁM, B.; LÁNYI, S. **Screening of plant growth promoting rhizobacteria as potential microbial inoculants.** *Crop Protection*, v. 40, p. 43-48, 2012.

LEITE, M. A. S.; JUNIOR, A. G. S. **Diagnóstico da Competitividade da Cadeia de Produção de Banana, Limão e Anonáceas no Norte de Minas Gerais.** Instituto Brasil de Estudos, Pesquisa e de Gestão Estratégica de Competências. Viçosa - MG, 2006.

LI, H. Y.; DONG, W.; He, C. M.; ZHOU, Z. P.; MEI, T. **Diversity and heavy metal tolerance of endophytic fungi from six dominant plant species in a Pb-Zn mine wasteland in China.** *Fungal ecology*, v. 5, p. 309-315, 2012a.

Li, H. Y.; WEI, D. C.; SHEN, M.; ZOU, Z. P. **Endophytes and their role in phytoremediation** *Fungal Diversity*. v. 54, p.11-18, 2012b.

LI, J.; STROBEL, G.; SIDHU, R.; HESS, W. M.; FORD, E. J. **Endophytic taxol-producing fungi from bald cypress, *Taxodium distichum*.** *Microbiology*, Great Britain, v. 142, p. 2223-2226, 1996.

LICHTEMBERG, L. A. **Banana: produção, colheita e pós - colheita.** *Informe Agropecuário*, v. 20, n. 196, p. 73-90, 1999.

LICHTEMBERG, L. A. **Manejo da banana na colheita e em pós-colheita.** In: CURSO DE BANANICULTURA, 15., 2007, Itajaí. **Palestras.** Itajaí: Epagri, p. 152-192, 2007a.

LICHTEMBERG, L. A. **Tratos culturais em bananicultura.** In: CURSO DE BANANICULTURA, 15., 2007, Itajaí. **Palestras.** Itajaí: Epagri, p. 53-73, 2007b.

LICHTEMBERG, L. A.; HINZ, R. H. **Atualidades na colheita e pós-colheita da banana.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 7, Registro. **Anais.** Registro: SBF/APTA-SP/ ABAVAR, p. 59-99, 2010.

LICHTEMBERG, L. A.; PEREIRA, M. C. N. **Colheita e pós-colheita.** In: GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J.C.R. (Ed.). **A Cultura da bananeira na região Norte do Brasil.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 289-310, 2010.

LICHTEMBERG, L. A.; VILLAS B. E. V. B.; DIAS, M. S. C. **Colheita e pós-colheita da banana.** *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 29, n. 245, p. 92-110, 2008.

LIMA, D. C. **A bananicultura na área de proteção ambiental da serra de maranguape e suas implicações no ambiente físico, humano e na biodiversidade.** Brasil. (Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Fortaleza-CE, Universidade Federal do Ceará, 107p, 2005.

LIN, X.; LU, C. H.; HUANG, Y. J.; ZHENG, Z. H.; SU, W. J.; SHEN, Y. M. **Endophytic fungi from a pharmaceutical plant, Camptotheca acuminata: Isolation, identification and bioactivity.** *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, v. 23 n. 7, p. 1037-1040, 2007.

LOCKHART, B. E. L.; OLSZEWSKI, N. E. **Serological and genomic heterogeneity of Banana streak badnavirus: implications for virus detection in Musa germplasm.** Breeding banana and plantain for resistance to diseases and pests. Proceedings of the International Symposium on Genetic Improvement of Bananas for resistance to diseases and pests Montpellier, França; CIRADFLHOR & INIBAP, p.105-113, 2013.

LOGUERCIO, L. L.; CARVALHO, A. C.; NIELLA, G. R.; SOUZA, J. T.; POMELLA, A. W. V. **Selection of *Trichoderma stromaticum* isolates for efficient biological control of witches broom disease in cacao.** *Biological Control*, Orlando, v. 51, n.1049-9644, p.130-139, 2009.

LOPES, V. L.; MONTEIRO, W. R.; PIRES, J. L.; CLEMENT, D.; YAMADA, M. M.; LUZ, J. S.; SILVA, R. L. O.; SILVEIRA, E. B.; CAVALCANTE, U. M. T. **Atividade enzimática de fungos endofíticos e efeito na promoção do crescimento de mudas de maracujazeiro-amarelo.** *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 19, n. 2, p. 128-134, 2006.

LYSAK, M.; DOLEZELOVA, M.; DOLEZEL, J. **Flow cytometric analysis of nuclear genome size in *Musa* sp.** In: MALUSZYSKA, J. (Ed.) *Plants cytogenetics*. Katowice: *Wydawnictwo Uniwersytetu Slaskiego*, p. 178-183, 1998.

MACKU, C.; JENNINGS, W. G. **Production of volatiles by ripening bananas.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 35, p. 845-848, 1987.

MAGALHÃES, W. C. S.; MISSAGIA, R. V.; COSTA, F. A. F.; COSTA, M. C. M. **Diversidade de fungos endofíticos em candeia *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish.** *Cerne*, v. 14, n. 3, p. 267-273, 2008.

MALBURG, J. L. **Nutrição e adubação da bananeira.** In: CURSO DE BANANICULTURA, Itajaí. Palestras. Itajaí: *Epagri*, v. 15, p. 74-98, 2007.

MANICA, I. **Nutrição, adubação e irrigação.** In: *Fruticultura: 4. Banana*. Porto Alegre: Cinco continentes, p. 160-197, 1997.

MAPA - MINISTERIO DA AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO. **Evolução do mercado mundial de frutas: Banana.** Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 01 jun 2015.

MARANCA, G. **Fruticultura comercial Manga e Abacate.** São Paulo: Nobel, p.81-133, 1980.

MARIANO, R. H. **Produtividade de *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Sing. em função dos métodos de isolamento e produção de inoculantes.** Araraquara, Brasil. Dissertação em Biotecnologia. Instituto de Química do Campus de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 134p, 1997.

MARIANO, R. L. R.; SILVEIRA, E. B.; ASSIS, S. M. P.; GOMES, A. M. A.; NASCIMENTO, A. R. P.; DONATO, V. M. T. S. **Importância de bactérias promotoras de crescimento e de biocontrole de doenças de plantas para uma agricultura sustentável.** *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica*, Recife, v. 1, p. 89-111, 2004.

MARTINEZ, L., CABALLERO-MELADO, J., OROZCO, J., & MARTINEZ-ROMERO, E. **Diazotrophic bacteria associated with banana (*Musa* sp.).** *Plant and Soil*, 257, 35-47, 2003.

MARTINI, S. V. **Processamento: Produtos Caracterização e Utilização.** *Série Frutas Tropicais*. Banana. ITAL, Campinas, n. 3, 1990.

MASCARENHAS, G. C. C. **Banana: comercializacao e mercados.** In: *Informe Agropecuário*. v. 20, n. 196, p. 97-108, 2015.

MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S. **Banana Pós - Colheita.** 1 ed. Bahia: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011.

MATTEI, A. **Variations in the emission of volatiles from the banana, *Musa cavendishii*, in course of ripening and as a function of temperature.** *Physiologie Vegetale*, v. 22, p. 721-738, 2013.

MATTHIESEN, M. L.; BOTEON, M. **Análise dos Principais Pólos Produtores de Banana no Brasil.** Disponível em: <[www.cepea.esalq.usp.br/pdf/Banana\\_Sober.doc](http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/Banana_Sober.doc)>. Acessado em: 08 março de 2016.

MEDEIROS, M. A.; VILELA, N. J.; FRANÇA, F. H. **Eficiência técnica e econômica do controle biológico da traça-do-tomateiro em ambiente protegido.** *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 24, n. 2, p. 180-184, 2006.

MEDEIROS, P. V. Q.; LEITE, G. A.; MEDEIROS, E. V.; MORAES, P.L.D.; LIMA, L.M.; XAVIER, I.F.; SILVA, K.J.P. **Incidência, frequência de isolamento e identificação de fungos em frutas de banana comercializadas no município de Mossoró/RN.** XX Congresso Brasileiro de Fruticultura 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture. 12 a 17 de outubro de 2008-Centro de Convenções-Vitória/ES, 2008.

MEDINA, J. C.; BLEINROTH, E. W.; MARTIN, Z. J.; TRAVAGLINI, D. A.; OKADA, M.; QUAST, D. G.; HASHIZUME, T.; MORETTI, V. A.; BICUDO, N. L.C.; ALMEIDA, L.A.S.B.; RENESTO, O. V. **Banana: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos.** 2º ed. Campinas, SP. ITAL, 1995.

MEISTER, B.; KRAUSS, J.; HÄRRI, S. A.; SCHNEIDER, M. V.; MULLER, C. B. **Fungal endosymbionts affect aphid population size by reduction of adult life span and fecundity.** *Basic and Applied Ecology*, Jena, v. 7, p. 244-252, 2006.

MI. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Frutisérie, Brasília, novembro, 145p, 2002.

MENDES, B. M. J.; FILIPPI, S. B.; DEMÉTRIO, C. G. B.; RODRIGUEZ, A. P. M. **A statistical approach to study the dynamics of micropropagation rates, using banana (*Musa sp.*) as an example.** *Plant Cell Reports*, v. 18, p. 967-971, 1999.

MENDONÇA, J. C.; PENTEADO, L. A. C.; GODOY, L. J. G. **Nutrição e adubação da cultura da banana no Vale do Ribeira.** In: WORKSHOP SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO NA CULTURA DA BANANA, 2006, Pariqueira-Açu. Anais. Pariqueira-Açu: UNESP, POTAFÓS, APTA, p. 58-77, 2006.

MENESES, M. E.; COSTA, M. L.; COSTA, J. A. V. **Os lagos do lavrado de Boa Vista - Roraima: fisiografia, físico-química das águas, mineralogia e química dos sedimentos.** *Revista Brasileira de Geociências*, v. 37, n. 3, p. 478-489, 2015.

MESQUITA, L. A. P. MENDES, P. L. **Estevane de Paula Pontes. Agricultura familiar e estratégias: a participação feminina na reprodução socioeconômica e cultural.** *Espaço em Revista*, Universidade Federal de Goiás, GO, vol. 14, n. 1, p. 14-23, 2012.

MILANEZ, J. M. **Manejo e controle da broca-da-bananeira**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 7, 2010, Registro. **Anais**. Registro: SBF/APTA-SP/ABAVAR, p. 264-272, 2010.

MILANEZ, J. M. **Pragas da bananeira**. In: CURSO DE BANANICULTURA, 15., 2007, Itajaí. **Palestras**. Itajaí: Epagri, p. 99-120, 2007.

MIRANDA, E. J. F. **Odour-active compounds of banana passa identified by aroma extract dilution analysis**. *Flavour and Fragrance Journal*, v. 16, n. 4, p. 281-285, 2001.

MOORE, L. E. **Fundamentals of the fungi**. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 574 p, 1996.

MORAES, W. S.; PEREIRA, T. G.; CARNEIRO, O. L. G. **A situação atual da sigatoka-negra no Sudeste brasileiro**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 7., 2010, Registro. **Anais**. Registro: SBF/APTA-SP/ABAVAR, p. 43-58, 2010.

MORAES, W. S.; ZAMBOLIM, L. L.; JULIANA, D. **Incidência de fungos em pós-colheita de banana 'Prata an.' (*Musa AAB*)**. *Summa phytopathologica*, v. 32, n. 1, p. 67-70, 2006.

MOREIRA, R. S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. 2.ed. São Paulo: Fundação Cargill, 1999.

MOREIRA, R. S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, 335p, 1987.

MOREIRA, R. S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. São Paulo: Fundação Cargill, 1 CD-ROM, 2015.

MOREIRA, R. S.; CORDEIRO, Z. J. M. **A história da banana no Brasil**. In: **REUNIÃO INTERNACIONAL DA ACORBAT**, 17., 2006. Joinville. **Anais**. Joinville: *ACORBAT/ACAFRUTA*, v. 1, p. 48-82, 2006.

MORTON, I. D.; MACLEOD, A. J. **Food Flavours**. 1 ed. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1990.

MOURA, A. B.; ROMEIRO, R. S.; NEVES, M. C. P. **Bioensaio para avaliação massal de actinomicetos antagonistas a *Ralstonia solanacearum*, em tomateiro**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 33, n. 12, p. 2065-2072, 1998.

MOURA, R. J. M.; JÚNIOR, J. F. S.; SANTOS, V. F. S. S.; GOUVEIA, J. **Espaçamento para o cultivo da bananeira 'Comprida Verdadeira' (*Musa AAB*) na zona da mata sul de Pernambuco (1o Ciclo)**. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 24, p. 3, 2002.

MOURA, R. J. M.; SILVA, J. J. F. **Banana. In: Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco.** 2a aproximação. Recife: IPA, p. 114, 1998.

MUCCIARELLI, M.; SCANNERINI, S.; BERTEA, C.; MAFFEI, M. ***In vitro* and *in vivo* peppermint (*Mentha piperita*) growth promotion by nonmycorrhizal fungal colonization.** *New Phytologist*, Oxford, v. 158, p. 579-591, 2003.

MULLER, E. J. A.; ARX, P. N. **Die Gattungen der didymosporen Pyrenomyceten.** *Beitr. Kryptogamenfl. Schweiz, Wabern- Bern*, v. 11, n. 2, p.01-922, 1962.

MUTHURI, C., NYAMBURA, N. C., & MATIRU, C. **Isolation and identification of endophytic bacteria of bananas (*Musa* sp.) in Kenya and their potential as biofertilizers for sustainable banana production.** *African Journal of Microbiology Research*, 6, 6414-6422, 2012.

NASCENTE, A. S. **A fruticultura no Brasil.** Porto Velho: Embrapa/ de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia. 2003.

NEVES, M. F. **Um modelo para planejamento de canais de distribuição no setor de alimentos.** 1997. 297 f. Tese (Doutorado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. São Paulo, 2015.

NILSSON, R. H.; KRISTIANSSON, E.; RYBERG, M.; HALLENBERG, N.; LARSSON, K.; SHY, H. **Intraspecific ITS variability in the kingdom fungi as expressed in the international sequence databases and its implications for molecular species identification.** *Evolutionary Bioinformatics*, v. 04, p. 193-201, 2008.

NILSSON, R. R. M.; ABARENKOV, K. S. E.; KRISTIANSSON, E. **The ITS region as a target for characterization of fungal communities using.** 2009.

NOGUEIRA, R. I.; TORREZAN, R. **Processamento e utilização. In: ALVES, E.J. org. A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais.** 2 ed., rev. Brasília: Embrapa-SPI/Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, p. 545-585, 2009.

NOVAK, F. J. ***Musa* (banana and plantatins).** In: HAMMERSCHLAG, F. A.; LITZ, R. E. (Ed.) **Biotechnology of perennial fruits crops.** Wellingford: CAB International, p. 449-476, 1992.

OKI, Y.; SOARES, N.; BELMIRO, M. S.; CORRÊA, J. A.; FERNANDES, G. W. **Influência dos fungos endofíticos sobre os herbívoros de *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae).** *Neotropical Biology and Conservation*, Sao Leopoldo, v. 4, n. 2, p. 83-88, 2009.

OLIVEIRA, A.; SANTOS, M. H. M.; SILVEIRA, E. B.; GOMES, A. M. A.; MARIANO, R. L. R. **Biocontrole da mancha-aquosa do melão pelo tratamento de sementes com bactérias epifíticas e endofíticas.** *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 24, p. 373-377, 2006.

ORTIZ, R. *Musa* genetics. In: GOWEN, S. (Ed.) **Bananas and plantains**. London: Chapman & Hall, p. 253-257, 1995.

ORTIZ, R.; MADSEN, S.; VUYLSTEKE, D. **Classification of plantain landraces and banana cultivars using a phenotypic distance index of quantitative descriptors**. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 96, p. 904-911, 1998.

ORTIZ, R.; VUYLSTEKE, D. **Effect of the parthenocarpy gene *P1* and ploidy on fruit and bunch traits of plantain-banana hybrids**. *Heredity*, v. 75, p. 460-465, 1995a.

ORTIZ, R.; VUYLSTEKE, D. **Inheritance of albinism in banana and plantain (*Musa* sp.) and its significance in breeding**. *HortScience*, v. 29, p. 903-905, 1994b.

ORTIZ, R.; VUYLSTEKE, D. **Inheritance of black sigatoka disease resistance in plantain-banana (*Musa* sp.)**. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 89, p. 146-152, 1994a.

ORTIZ, R.; VUYLSTEKE, D. **Inheritance of dwarfism in plantain (*Musa* sp., AAB group)**. *Plant Breeding*, v. 114, p. 466-468, 1995b.

OVREAS, L.; FORNEY, L. DAAE, F. L.; TORSVIK, V. **Distribution of bacterioplankton in meromictic lake Saelenvannet, as determined by denaturing gradient gel electrophoresis of PCR-Amplified gene fragments coding for 16S rRNA**. *Applied and Environmental Microbiology*, Washington, v. 63, n. 9, p. 3367-3373, 2014.

PATTERSON, C. G.; POTTER, D. A.; FANIN, F. F. **Feeding deterrence of alkaloids from endophyte-infected grasses to Japanese beetle grubs**. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, v. 61, n. 3, p. 285-289, 1991.

PAULILLO, L.F.; PESSANHA, L. **Segurança alimentar e políticas públicas: conexões, implicações e regionalização**. Ed: Edufscar, 2002.

PAULUS, B.; GADEK, P.; HYDE, K. D. **Estimation of microfungus diversity in tropical rainforest leaf litter using particle filtration: The effects of leaf storage and surface treatment**. *Mycological Research*, v. 107, n. 6, p. 748-756, 2003.

PBMH. PIF - Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura e Produção Integrada de Frutas. **Normas de classificação de banana**. São Paulo: CEAGESP, 2006. (Documentos, 29).

PEIXOTO NETO, P. A. S.; AZEVEDO, J. L.; ARAÚJO, W. L. **Microrganismos endofíticos**. *Biotechnology Ciência & Desenvolvimento*, Brasília, v. 29, p. 62-77, 2002.

PENNA, E. B. S. **Microrganismos endofíticos de erva-mate (*Ilex paraguariensis*, ST.HIL.) e variabilidade genética em *Phyllosticta* sp. por RAPD**. Curitiba, (Dissertação de Mestrado-Universidade Federal do Paraná, 123f, 2000).



PEREIRA, J. O.; VIEIRA, M. L. C.; AZEVEDO, J. L. **Endophytic fungi from *Musa acuminata* and their reintroduction into axenic plants.** *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 15, n. 1, p. 37-40, 1999.

PEREIRA, M. C. T.; SALOMÃO, L. C. S.; SILVA, S. O.; CECON, P. R.; PUSCHMANN, R.; JESUS, O. N.; CERQUEIRA, R. C. **Suscetibilidade à queda natural e caracterização dos frutos de diversos genótipos de bananeiras.** *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 26, n. 3, 2004.

PESSOA, W. R. L. S.; OLIVEIRA, S. M. A.; DANTAS, S. A. F.; TAVARES, S. C. C. H.; SANTOS, A. M. G. **Efeito da temperatura e período de molhamento sobre o desenvolvimento de lesões de *Colletotrichum musae* em banana.** *Summa Phytopathology*, v. 33, n. 2, p. 147-151, 2007.

PETRINI, J. O. **Fungal endophytic of tree leaves.** In: ANDREWA, J.; HIRANO, S. S. *Microbial Ecology of leaves*, Spring Verlag, p. 179-197, 1991.

PETRINI, L. E.; PETRINI, O. **Xylariaceous fungi as endophytes.** *Sydowia*, v. 38, p. 216-234, 1985.

PETRINI, L. E.; SIEBER, T. N.; TOTI, A. **Ecology, metabolite production, and substrate utilization in endophytic fungi.** *Natural Toxins*, v. 1, p. 185-196, 1992.

PHOTITA, W.; LUMYONG, S.; LUMYONG, P.; HYDE, K. D. **Endophytic fungi wild banana (*Musa acuminata*) at Doi Suthep Pui National Park, Thailand.** *Mycological Research*, v. 105, p. 1508-1513, 2001.

PIMENTEL, R. M. A.; GUIMARÃES, F. N.; SANTOS, V. M.; RESENDE, J. C. F. **Qualidade pós-colheita dos genótipos de banana PA42-44 e Prata-Anã cultivados no norte de Minas Gerais.** *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 32, n. 2, 2010.

PINHEIRO, A. C. M. **Qualidade pós-colheita de banana 'maçã' submetida ao 1-mcp.** Dissertação - (Mestrado em Ciência de Alimentos), Departamento de Ciência dos alimentos, Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, 60p, 2004.

PINO, F. A. **A Cultura da Banana no estado de São Paulo.** Instituto de Economia Agrícola, 2006.

PINTO, J. M.; FLORI, J. E.; FARIA, C. M. B.; SILVA, D. J.; SOARES, J. M. **Aplicação de nitrogênio e potássio via fertirrigação em bananeira.** 2010.

PIZZOL, S. J. S.; ELEUTÉRIO, R. C. **Participação do Brasil no mercado externo de bananas.** *Preços Agrícolas*, Piracicaba, v. 14, n. 162, p. 41, 2014.

PLOETZ, R. **Black Sigatoka of banana: the most important disease of a most important fruit.** *The Plant Health Instructor*. 2001. Disponível em: <<http://www.apsnet.org/publications/apsnetfeatures/Pages/blacksigatoka.aspx>>. Acesso em: 18 mar. 2016.

POCASANGRE, L.; SIKORA, R. A.; VILICH, V.; SCHUSTER, R. P. **Encuesta sobre los hongos endofíticos del banano de América Central y el cribado para el control biológico del nematodo barrenador (*Radopholus similis*)**. *Infomusa*, v. 9 n. 1, p. 3-5, 2000.

PROMPUTTHA, I.; LUMYONG, S.; DHANASEKARAN, V.; MCKENZIE, E. H.; HYDE, K. D.; JEEWON, R. **A phylogenetic evaluation of whether endophytes become saprotrophs at host senescence**. *Microbial Ecology*, v. 53, n. 4, p. 579-590, 2007.

QUECINE, M. C., ARAUJO, W. L., ROSSETTO, P. B., FERREIRA, A., TSUI, S., LACAVA, P. T., ... PIZZIRANI-KLEINER, A. A. **Sugarcane growth promotion by endophytic bacteria. *Pantoea agglomerans*. *Applied Environmental Microbiology*, 78, 7511-7518, 2012.**

RAKOTONIRIANA, E. F.; MUNAUT, F.; DECOCK, C.; RANDRIAMAMPIONONA, D.; ANDRIAMBOLOLONIAINA, M.; RAKOTOMALALA, T.; RAKOTONIRINA, E.; J. RABEMANANTSOA, C.; CHEUK, K.; RATSIMAMANGA, S. U.; MAHILLON, J.; EL-JAZIRI, M.; QUETIN-LECLERCQ, J.; CORBISIER, A. M. **Endophytic fungi from leaves of *Centella asiatica*: Occurrence and potential interactions within leaves**. *Antonie Van Leeuwenhoek*, v. 93, n. 1-2, p. 27-36, 2008.

RANGEL, A.; PENTEADO, L. A. C.; TONET, R. M. **Cultura da banana**. 2ªed. Campinas: CATI, 2002.

RAPS, A.; VIDAL, S. **Indirect effects of an unspecialized endophytic fungus on specialized plant - herbivorous insect interactions**. *Oecologia*, Berlin, v. 114, p. 541-547, 1998.

REDMAN, R. S.; DUNIGAN, D. D.; RODRIGUEZ, R. J. **Fungal symbiotic: from mutualismo to parasitism, who controls the outcome, host or invade?** *New Phytologist*, Cambridge, v. 151, p. 705-716, 2001.

REINHOLD-HUREK, B.; HUREK, T. **Living inside plants: bacterial endophytes**. *Curr Opin Plant Biol*, v. 14, n. 4, p. 435-443, 2011.

REYES, W.; ARMIJOS L. F. **Densidades de siembra en plátano cv. Barraganete (AAB) en El Carmen, Ecuador**. In: REUNIÓN DE LA ACORBAT, 13. Guayaquil. **Memorias**. Guayaquil: CONABAN, p. 68-69, 1998.

RIDELL, R. W. **Permanent stained mycological preparations obtained by slide culture**. *Mycologia*, v. 1, n. 42, p. 265. 1950.

RIEDEL, W. E.; KIECKHEFER, R. E.; PETROSKI, R. J.; POWELL, R. G. **Naturally occurring and synthetic loline alkaloid derivatives: insect feeding behavior modification and toxicity**. *Journal of Entomological Science*, Tifton, v. 26, n. 5, p. 122-129, 1991.

ROCHA, A. L. C.; ECKERT, C. **Um projeto antropológico: o estudo da memória do trabalho na cidade moderno-contemporânea**. In: ECKERT, C.; ROCHA, A. L.

C. (Org.) *Etnografias do trabalho, narrativas do tempo*. Porto Alegre: Marcavisual, p. 16-51, 2015.

ROCHA, R.; LUZ, D. E.; ENGELS, C.; PILEGGI, S. A. V.; JACCOUD FILHO, D. S.; MATIELLO, R. R.; PILEGGI, M. **Selection of endophytic fungi from comfrey (*Symphytum officinale* L.) for *in vitro* biological control of the phytopathogen *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.).** *Brazilian Journal of Microbiology*, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 73-78, 2009.

RODRIGUES, A.; MUELLER, U. G.; ISHAK, H. D.; BACCI, M. J.; PAGNOCCA, F. C. **Ecology of microfungal communities in gardens of fungus-growing ants (*Hymenoptera: Formicidae*): a year-long survey of three species of attine ants in Central Texas.** *FEMS Microbiology Ecology*, Amsterdam, v. 78, n. 2, p. 244-255, 2011.

RODRIGUES, K. F. **The foliar endophytes of the Amazonian palm *Euterpe oleracea*.** *Mycologia*, v. 86, n. 3, p. 376-385, 1994.

RODRIGUES, K. F.; PETRINI, O. **Biodiversity of Endophytic Fungi in Tropical Regions.** Hyde, K.D (ed.) *Biodiversity of Tropical Microfungi*. Hong Kong, China, Hong Kong University Press, p. 57-69, 1997.

RODRIGUES, K. F.; SAMUELS, G. **Fungal Endophytes of *Spondias mombin* leaves in Brazil.** *Journal of Basic Microbiology*, v. 39, p. 131-135, 1999.

RODRIGUES, M. G. V. **Tratos Culturais e manejo de restos da bananeira.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 7. Registro. Anais. Registro: SBF/APTA-SP/ABAVAR, p. 357-386, 2010.

RODRIGUEZ, R. J.; WHITE J. J. F.; ARNOLD, A. E.; REDMAN, R. S. **Fungal endophytes: diversity and functional roles.** *New Phytologist*, Cambridge, v. 182, n. 2, p. 314- 330, 2009.

ROGERS, J. D. **The Xylariaceae: systematic, biological and evolutionary aspects.** *Mycologia*, v. 71, p. 1-42, 1979.

ROSENBLUETH, M.; MARTÍNEZ-ROMERO, E. **Bacterial Endophytes and Their Interactions with Hosts.** *MPMI*, v. 19, n. 8, p. 827- 837, 2006.

ROUSSET, F. **Equilibrium values of measure of population subdivision for stepwise mutation process.** *Genetics*, v. 142, p. 1357-1362, 1996.

ROWAN, D. D.; GAYNOR, D. L. **Isolation of feeding deterrent against stem weevil from ryegrass infected with the endophyte *Acremonium loliae*.** *Journal of Chemical Ecology*, New York, v. 12, n. 3, p. 647-658, 1986.

RUBINI, M. R.; SILVA-RIBEIRO, R. T.; POMELLA, A. W. V.; MAKI, C. S.; ARAÚJO, W. L.; SANTOS, D. R.; AZEVEDO, J. L. **Diversity of endophytic fungal community of cacao (*Theobroma cacao* L.) and biological control of *Crinipellis***

**perniciosa, causal agente of Witches' Broom Disease.** *International Journal of Biological Sciences*, Bethesda, v. 1, p. 24-33, 2005.

RYAN, R. P.; GERMAINE, K.; FRANKS, A.; RYAN, D. J.; DOWLING, D. N. **Bacterial endophytes: recente developments and applications.** *FEMS Microbiology Letters*, Amsterdam, v. 278, p. 1-9, 2008.

SAENGPOOK, C.; KETSA, S.; VAN DOORN, W. G. **Effects of relative humidity on banana fruit drop.** *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v. 45, n. 1, p. 151-154, 2007.

SAIKKONEN, K.; ION, D.; GYLLENBERG, M. **The persistence of vertical transmitted fungi in Grass metapopulation.** *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, Edinburgh, v. 269, n. 1498, p. 1397-1403, 2002.

SANTOS, L. S.; OLIVEIRA, M. N.; GUILHON, G. M. S. P.; SANTOS, A. S.; FERREIRA, I. C. S.; LOPESJÚNIOR, M. L.; ARRUDA, M. S. P.; SAILVA, M. N.; SOUZA F. A. P. S.; RODRIGUES F. E.; OLIVEIRA, M. C. F. **Potencial herbicida da biomassa e de substâncias químicas produzidas pelo fungo endofítico *Pestalotiopsis guepinii*.** *Planta Daninha*, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 539-548, 2008.

SATOLA, B., WUBBELER, J. H., & STEINBUCHER, A. **Metabolic characteristics of the species *Variovax parasevus*.** *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97, 541-560, 2013.

SCHMIDT, C. B. **A cultura prática da bananeira Nanica no Litoral Norte Paulista.** São Paulo: Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do estado de São Paulo, 186p, 1934.

SCHULZ, B.; BOYLE, C. **The endophyte continuum.** *Mycological Research*, Cambridge, v. 109, n. 6, p. 661-686, 2005.

SEAPA. **Secretaria de estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Roraima**, 2012. Disponível em <http://www.seapa.rr.gov.br/>, acesso em 07 de setembro de 2016.

SEBASTIANES, F. L. S. **Diversidade genética e potencial biológico de fungos endofíticos de manguesais do estado de São Paulo.** Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luíz de Queiroz", 150f, 2010.

SECEX - **Secretária do Comércio Exterior.** Acessado em 20 de junho de 2015.

SEKHAR, A. C., & THOMAS P. **Isolation and identification of shoot-tip associated endophytic bacteria from banana Grand naime and testing for antagonistic activity *Oxysporum* f. sp, cubense.** *American Journal of Plant Sciences*, 6, 943-954, 2015.

SGROY, V.; CASSÁN, F.; MASCIARELLI, O.; DEL PAPA, M. F.; LAGARES, A.; LUNA, V. **Isolation and characterization of endophytic plant growth-promoting (PGPB) or stress homeostasis-regulating (PSHB) bacteria associated to the**

halophyte *Prosopis strombulifera*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v. 85, p. 371-381, 2009.

SHILS, M. E.; OLSON, J. A.; SHIKE, M. **Modern nutrition in health and disease**. 8<sup>a</sup> ed. Philadelphia, Lea & Febiger, 2v, 1994.

SHIOMI, H. F.; MELO, I. S.; MINHONI, M. T. A. **Seleção de bactérias endofíticas com ação antagônica a fitopatógenos**. *Scientia Agrária*, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 535-538, 2008.

SHIOMI, H. F.; SILVA, H. S. A.; MELO, I. S.; NUNES, F. V.; BETTIOL, W. **Bioprospecting endophytic bacteria for biological control of coffee leaf rust**. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 63, n. 1, p. 32-39, 2006.

SILVA, C. S. **Avaliação econômica das perdas de banana no mercado varejista: um estudo de caso**. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal (SP)*, v. 25, n. 2, p. 229-34, ago. 2003.

SILVA, C. S.; NUNES, P. O.; MESCOUTO, C. S. T.; MULLER, R. C. S.; PALHETA, D. C.; FERNANDES, K. G. **Avaliação do uso da casca do fruto e das folhas de *Caesalpinia férrea* Martius como suplemento nutricional de Fe, Mn e Zn**. *Ciência e Tecnologia e Alimentos*, v. 30, n. 3, p. 751-754, 2010.

SILVA, J. R. C.; SOUZA, R. M.; ZACARONE, A. B.; SILVA, L. H. C. P.; CASTRO, A. M. S. **Bactérias endofíticas no controle e inibição *in vitro* de *Pseudomonas syringae* pv *tomato*, agente da pinta bacteriana do tomateiro**. *Ciência e agrotecnologia*, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1062-1072, 2008.

SILVA, J. T. A.; Carvalho, J. G. **Avaliação nutricional da bananeira Prata-Anã (ABB) sob irrigação no semiárido do Norte de Minas Gerais, pelo método DRIS**. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 29, n. 4, p. 731-739, 2005.

SILVA, R. L. O.; LUZ, J. S.; SILVEIRA, E. B.; CAVALCANTE, U. M. T. **Fungos endofíticos em *Annona* sp.: isolamento, caracterização enzimática e promoção do crescimento em mudas de pinha (*Annona squamosa* L.)**. *Acta Botânica Brasílica*, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 649-655, 2006.

SILVA, S. O.; FLORES, J. C. O.; LIMA N. F. P. **Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira em quatro ciclos de produção**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 11, p. 1567-1574, 2002.

SIMMONDS, J. H. **Studies in the latent phase of *Colletotrichum* species, concerning ripe rots of tropical fruits**. *Queensland Journal of Agricultural Sciences*, v. 20, p. 373-424, 1963.

SIMMONDS, N. W. **Los plátanos**. Barcelona: Blume, 539p, 1973.

SOUSA, A. F. **Noções de Geografia e História de Roraima**. Manaus: Gráfica Palácio Real, 1999.

SOUSA, C. S.; SOARES, A. C. F.; GARRIDO, M. S. **Produção de mudas de tomateiro em substrato orgânico inoculado e incubado com estreptomicetos.** *Bragantia*, Campinas, v. 68, n. 1, p. 195-203, 2009.

SOUZA, A. Q. L.; SOUZA, A. D. L.; ASTOLFI FILHO, S.; BELÉM, P. M. L.; SARQUIS M. I. M.; PEREIRA, J. O. **Atividade antimicrobiana de fungos endofíticos isolados de plantas tóxicas de amazônia: *Palicourea longiflora* (aubl.) Rich e *Strychnos cogens* benth.** *Acta amazônica*, v. 31, p. 185-195, 2004.

SOUZA, A. S.; JUNGHANS, T. G. **Introdução a micropropagação de plantas.** Cruz das Almas: Embrapa-CNPMP, 152p, 2006.

SOUZA, A., CRUZ, J. C., SOUZA, N. R., PROCOPIO, A. R., & SILVA, G. F. **Endophytic bacteria from banana cultivars and their antifungal activity.** *Genetics and Molecular Research*, 13, 8661-8670, 2014. <https://doi.org/10.4238/2014.October.27.8>

SOUZA, G. L. O. D., SILVA, D. F., NIETSHE, S., XAVIER, A. A., & PEREIRA, M. C. T. **Endophytic bacteria used as bioinoculants in micropropagated banana seedlings.** *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39, 2017. <https://doi.org/10.1590/0100-2945201732>

SOUZA, J. S.; FILHO, P. **Aspectos socioeconômicos.** In: Alves, E.J. (ed.) **A cultura da Banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais.** Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPMP, p. 507-524, 1999.

SOUZA, J.; FILHO, P. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais.** Brasília: EMBRAPA-SPL, cap. 18, p. 525-543, 1997.

SOUZA, M. L. **Utilização de microrganismos na agricultura.** *Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento*, Brasília, v. 4, n. 21, p. 28-31, julho de 2001.

SOUZA, S. A., XAVIER, A. A., COSTA, M. R., CARDOSO, A. M. S., PEREIRA, M. C. T., & NIETSHE, S. **Endophytic bacterial diversity in banana Prata Anã (*Musa sp.*)/roots.** *Genetics and Molecular Biology*, 36, 252-264, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1415-47572013000200016>

SOUZA, V. S.; LORENZI, H. **Botânica sistemática - guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II.** Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 640p, 2005.

SPEEDING, C. R. W. **Ecología de los sistemas agrícolas.** Madrid: Blume, p. 89-103, 1979.

SREEKANTH, D.; SYED, A.; SARKAR, S.; SARKAR, D.; SANTHAKUMARI, B.; AHMAD, A.; KHAN, M. I. **Production, purification, and characterization of Taxol and 10-DABIII from a new Endophytic Fungus *Gliocladium sp.* Isolated from the Indian Yew Tree, *Taxus baccata*.** *Journal of Microbiology and Biotechnology*, Oxford, v. 19, n. 11, p. 1342-1347, 2009.

STAMFORD, T. L. M.; ARAÚJO, J. M.; STAMFORD, N. P. **Atividade enzimática de microrganismos isolados do jacatupé (*Pachyrhizus erosus* L. Urban).** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 18, n. 4, 1998.

STOLF, E. C. **Efeito de re-inoculações de fungos endofíticos sobre o controle do nematóide cavernícola da bananeira (*Radopholus similis*).** Relatório (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Catarina, 50f, 2006.

STONE, J. K.; POLISHOOK, J. D.; WHITE, J. F. **Endophytic fungi Biodiversity of fungi. - Inventory and monitoring methods.** Elsevier Academic Press, Oxford, 2004.

STROBEL, G. A. **Microbial gifts from rain forests.** Symposium contribution. *Canadian Journal of Plant Pathology*, v. 24, p. 14-20, 2002.

STROBEL, G. A.; DAISY, B. **Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products.** *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, New York, v. 67, p. 491-502, 2003.

STURTZ, A. V.; MATHESON, B. G. **Populations of endophytic bacteria which influence host-resistance to *Erwinia*-induced bacterial soft rot in potato tubers.** *Plant and Soil*, Dordrecht, v. 184, n. 2, p. 265-271, julho de 1996.

SU, L., SHEN, Z., RUAN, Y., TAO, C., CHAO, Y., LI, R., & SHEN, Q. **Isolation of antagonistic endophytes from banana roots against *Meloidogyne javanica* and their effects on soil nematode community.** *Frontiers of Microbiology*, 8, 2070, 2017. <https://doi.org/10.3389/micb.2017.02070>

TEIXEIRA, L. A. J. **Fertirrigação da bananeira.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 7, Registro. **Anais.** Registro: SBF/ APTA-SP/ABAVAR, p. 243-249, 2010.

TEIXEIRA, M. A.; MELO, I. S.; VIEIRA, R. F.; COSTA, F. E. C.; HAKAKAVA, R. **Microrganismos endofíticos de mandioca de áreas comerciais e etnovarietades em três estados brasileiros.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 1, p. 43-49, 2007.

TEJESVI, M. V.; NALINI, M. S.; MAHESH, B.; PRAKASH, H. S.; KINI, K. R.; SHETTY, H. S.; SUBBIAH, V. **New hopes from endophytic fungal secondary metabolites.** *Boletín de la Sociedad Química de México*, Querétaro, v. 1, n. 1, p. 19-26, 2007.

TÉZENAS, M. H. **Plantain bananas.** London: CTA/McMillan, (Série The Tropical Agriculturist). (Original em francês. Tradução de Paul Skinner, 106p, 1987).

THANGAVELU, R., & GOPI, M. **Combined application of native *Trichoderma* isolates possessing multiple functions for the control of *Fusarium* wilt disease in banana cv. Grand Naine.** *Biocontrol Science and Technology*, 25, 1147-1164, 2015. <https://doi.org/10.1080/09583157.2015.1036727>

THOMAS, T., & SOLY, T. A. **Endophytic bacteria associated with growing shoottips of banana (*Musa sp.*) cv. Grand Naine and the affinity of endophytes to the host.** *Microbial Ecology*, 58, 952, 2009.

TING, A. S. Y., MEON, S., KADIR, J., RADU, S., & SINGH, G. **Endophytic microorganisms as potential growth promoters of banana.** *Biocontrol*, 53, 541-553, 2008. <https://doi.org/10.1007/s10626-007-9093-1>

TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas.** Brasília: EMBRAPA, 509p, 1998.

UNTERSEHER, M.; SCHNITTLER, M. **Dilution to extinction cultivation of leaf inhabiting endophytic fungi in beech (*Fagus sylvatica* L.) – diferente cultivation techniques influence fungal biodiversity assessment.** *Mycological Research*, v. 113, n. 5, p. 645-654, 2009.

VANZOLINI, P. E.; CARVALHO, C. M. **Two sibling and sympatric species of *Gymnophthalmus* in Roraima, Brasil Sauria: Teiidae.** *Papéis Avulsos de Zoologia* v. 37, p. 73-226, 2011.

VARMA, A.; VERMA, S.; SUDAH, S. N.; FRANKEN, P. ***Piriformospora indica*, a cultivable plant-growthpromoting root endophyte.** *Applied and Environmental Microbiology*, v. 65, n. 6, p. 2741-2744, 1999.

VELOSO, H. P.; GÓES-FILHO, L.; LEITE, P. F.; BARROS-SILVA, S.; FERREIRA, H. C.; LOUREIRO, R. L.; TEREZO, E. F. M. **Capítulo IV - Vegetação: As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos, estudo fitogeográfico.** Folha NA.20 Boa Vista e parte das folhas NA.21 Tumucumaque, NB.20 Roraima e NB.21. In: *Projeto RadamBrasil*. Rio de Janeiro, RJ. p. 305-404, 2015.

VENTURA, J. A.; HINZ, R. H. **Controle das doenças da bananeira.** In: ZAMBOLIM, L. et al. (Ed.). **Controle de doenças de plantas: fruteiras.** Viçosa (MG): *Suprema Gráfica e Editora*, v. 2, p. 839-937, 2002.

VERMA, V. C.; GOND, S. K.; KUMAR, A.; KHARWAR, R. N.; STROBEL, G. **The endophytic mycoflora of bark, leaf, and stems tissues of *Azadirachta indica* A. Juss (Neem) from Varanasi (Índia).** *Microbial Ecology*, New York, v. 54, n. 1, p. 119-125, 2009.

VERZIGNASSI, J. R.; HOMECHIN, M.; VIDA, J. B. **Microrganismos endofíticos.** Semina: *Ciências Agrárias*, Londrina, v. 17, n. 1, p. 93-98, 1996.

VISALAKCHI, S.; MUTHUMARY, J. **Taxol (anticâncer drug) producing endophytic fungi: an overview.** *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, India, v. 1, n. 3, p. 1-9, 2010.

WANDERLEY, Maria de Nazareth Baudel. **Em Busca da Modernidade Social. Uma Homenagem a Alexander V. Chayanov.** Campinas: UNICAMP, 1989.



WANG, B.; PRIEST, M. J.; DAVIDSON, A.; BRUBAKER, C. L.; WOODS, M. J.; BURDON, J. J. **Fungal endophytes of native *Gossypium* species in australia.** *Mycological Research*, v. 111, n. 3, p. 347-354, 2007.

WANG, J.; LI, G.; LU, H.; ZHENG, Z.; HUANG, Y.; SU, W. **Taxol from *Tubercularia* sp. strain TF5, na endophytic fungus of *Taxus mairei*.** *FEMS Microbiology Letters*, Amsterdam, v. 193, p. 249-253, 2000.

WELSBURG, W. C., BARNS, S. M., DALE, A. P., & LANE, D. J. **16S ribosomal DNA amplification for phylogenetic study.** *Journal of Bacteriology*, 173, 697-703, 1991.

WHITE, J. F.; MORROW, A. C.; MORGAN-JONES, G. **Endophyte-Host associations in forage grasses XII A fungal endophyte of *Trichachne insularis* belonging to pseudocercosporella.** *Mycologia*, New York, v. 82, n. 2, p. 218-226, 1990.

WHITE, T. J.; BURNS, T.; LEE, S.; TAYLOR, J. **Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal rRNA genes for phylogenetics.** In: INNIS, M. A.; GELFAND, D. H.; SNINSKY, J. J.; WHITE, T. J. (Eds.) **PCR Protocols: a guide to method and applications** San Diego: Academic Press, p. 315-352, 1990.

WILSON, D. **Endophyte the evolution of a term, and clarification of its use and definition.** *Oikos*, Copenhagen, v. 73, n. 2, p. 274-276, 1995.

WTO (**World Trade Organization**). International trade statistics, 2006.

ZAKARIA, L., & RAHMAN, N. H. A. **Endophytic *Fusarium* sp. From wild banana (*Musa acuminata*) roots.** *African Journal of Microbiology Research*, 5, 3600-3602, 2011.

ZHANG, X.; LI, J.; QI, G.; WEN, K.; LU, J.; ZHAO, X. **Insecticidal effect of recombinant endophytic bacterium containing *Pinellia ternata* agglutinin against white backed planthopper, *Sogatella furcifera*.** *Crop Protection*, v. 30, p. 1478-1484, 2011.

ZHANG, Y.; UM, J.; FENG, Y.; KANG, Y.; ZHANG, J.; GU, P. J.; WANG, Y.; MA, L.F.;

ZHU, Y. H. **Broad-spectrum antimicrobial epiphytic and endophytic fungi from marine organisms: Isolation, bioassay and taxonomy.** *Marine Drugs*, v. 7, n. 2, p. 97-112, 2009.

## ANEXO

**Trabalho submetido e aceito para publicação na revista “Journal of Agricultural Science” a partir de dados obtidos resultantes de pesquisas realizadas como parte da presente tese de doutorado.**

Journal of Agricultural Science; Vol. 10, No. 10; 2018  
ISSN 1916-9752 E-ISSN 1916-9760  
Published by Canadian Center of Science and Education

### Endophytic Bacterial and Fungi Associated to Banana Leaves (*Musa* spp.) Cultivated Under Organic Management

Carlos A. Souza Junior<sup>1,2</sup>, Joelma Marcon<sup>3</sup>, Pedro Avelino M. Andrade<sup>3</sup>, José Antonio Silva<sup>3</sup>, Maria Inez F. Faraldo<sup>3</sup>, Maria Carolina Q. Verdi<sup>3</sup>, Antonio A. Melo Filho<sup>4</sup> & João Lúcio Azevedo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> PPG BIONORTE, State University of Amazonas, Manaus, AM, Brazil

<sup>2</sup> LEDUCARR, Federal University of Roraima, Boa Vista, RR, Brazil

<sup>3</sup> School of Agriculture “Luiz de Queiroz”, University of São Paulo, SP, Brazil

<sup>4</sup> PPG BIONORTE, Federal University of Roraima, Paricarana Campus, Boa Vista, RR, Brazil

Correspondence: Carlos A. Souza Junior, LEDUCARR, Federal University of Roraima, CEP 69304-000, Boa Vista, RR, Brazil. E-mail: junior.asjr@gmail.com

Received: June 30, 2018 Accepted: August 2, 2018 Online Published: September 15, 2018  
doi:10.5539/jas.v10n10pxx URL: <https://doi.org/10.5539/jas.v10n10pxx>

#### Abstract

Banana as a domesticated plant has a long evolutionary history of cultivation and has become one of the most important fruit in a world widely market, devoted to its high nutritional characteristics. However, its biology and association with microbes are poorly understood. Then the objective of the present study was isolate the cultivable endophytic bacterial and fungal community associated to leaves of an organic banana plantation in the Brazilian Amazon state of Roraima. A total of 24 fungi and 27 bacteria isolates were selected. The taxonomical classification showed that the cultivable endophytic fungi community is affiliated to the following 11 genera: *Aspergillus*, *Peniophora*, *Meyerozyma*, *Saccharicola*, *Hypocreales*, *Nigrospora*, *Byssochlamys*, *Periconia*, *Myrothecium*, *Acrocalymma* and *Peroneutypa*. Regarding the bacterial isolates 13 genera were found: *Serratia*, *Pantoea*, *Streptococcus*, *Neisseria*, *Bacillus*, *Arsenicicoccus*, *Sphingobacterium*, *Herbaspirillum*, *Lactococcus*, *Variovorax*, *Pseudorhodofera*, *Stenotrophomonas* and *Brevibacterium*. Comparing the endophytic microorganisms isolated in the present research with previous studies already published, some new genera and species were detected. This could be due to use of organic cultivated bananas without the utilization of fertilizers and other chemical products. This could provide the isolation of bacteria and fungi which are benefic to their hosts but not yet previous found in banana.

**Keywords:** agriculture, Musaceae, organic plantation, Brazilian Amazon

#### 1. Introduction

Banana is one of the main fruits cultivated in the world, comprising a fruit largely exported and consumed in many tropical countries. Brazil is characterized as a gross producer being the fourth country in a scale of area planted (FAO, 2015). The expansion of banana cultivation mainly due to the high nutritional characteristics related to vitamins and minerals, and its production are mostly related to a great number of producers, however, in many cases is the most important source of income from small to big producers. Opposed to this high production, the development of banana in field has undergone several difficulties caused by attack from insect pests, microbial diseases that drive the lack of plants of good quality (Pereira et al., 1999; Su et al., 2017; Souza et al., 2013; Zakaria & Rahman, 2011; Kavino & Manoranitham, 2018).

The first to describe non-pathogenic fungi living inside plants was De Bary (1866) which named them as endophytes. After that, bacteria and other microorganisms were also found practically in all host plants studied.

From about 40 years ago the endophytic microbiota started to be considered as beneficial to their plant hosts protecting them against insect pests and also diseases caused by pathogenic bacteria, fungi and nematodes (Kavino & Manoranjithan, 2018; Su et al., 2017; Souza et al., 2014; Thangalevu & Gopi, 2015).

Other beneficial properties were also added as endophytes producing growth hormones, able to fix atmospheric nitrogen and causing phosphate solubilization (Karthik et al., 2017; Souza et al., 2013; Souza et al., 2017; Muthuri et al., 2012; Ting et al., 2008; Andrade et al., 2014; Benzon et al., 2014). In Brazil, the Roraima state located in the Amazon North region of the country is expanding the production of banana. The average production in this region is lower than that found in other parts of the country. The low productivity demands also use of agrochemicals which increase production costs. One alternative is the use of banana endophytes which could act as biological controllers and increase growth production as a sustainable and environmental safe practice to improve banana growth. As far as we know, related papers isolating endophytes from banana all over the world, utilize cultures subject to the use of fertilizers, insecticides, fungicides, nematicides and other antimicrobials in general.

In the present research we isolated endophytic, both bacteria and fungi, from organic cultures of banana. This probably provide ways to avoid the reduction in number and genera of isolated microorganisms increasing the probability to found beneficial ones which could increase productivity with reduction of economic costs and helping the ecological environmental conditions.

## 2. Material and Methods

### 2.1 Plant Material a Sampling Procedure

Banana leaves were collected in November 2017 from the São Pedro farm located in state of Roraima, city of Boa Vista, Amazonas region, Brazil 3°20'42.3" N 60°34'39.9" W. The rainfall during the month of collection was 00 mm, average temperature was 33.5 °C and the relative medium humidity was 44.0%.

### 2.2 Fungi Assessment and Culturing Conditions

The procedure described by Araujo et al. (2014), with modifications adapted to banana was used. Surface of 20 leaves, about 85 cm length and 20 cm wide with veins, were fragmented in smaller pieces and sterilized by immersion in 70% ethanol for 1 minute, sodium hypochlorite 3% for 4 minutes, and finally ethanol 70% for 30 sec. After surface sterilization the fragments were rinsed two times in autoclaved distilled water. The effectiveness of the method was verified by plating 0.1 mm of the final rinse in Petri dishes containing potato dextrose agar medium (BDA) supplemented with tetracycline to prevent bacterial growth. Only considered surface sterilized fragments were used for next fungal endophytic isolation. Smaller fragments of about 0.5 cm were then prepared from the previous fragments and placed on dish plates containing BDA medium as mentioned before. Five fragments were inoculated to each dish in a total of 250 fragments. The plates were incubated from 7 to 12 days at 28 °C. The colonization frequency was determined by the ratio between the number of fragments colonized by fungi and the total number of fragments used. Purification of isolates was performed using morphological characterization of distinct forms and their frequency. Single purified colonies were used for molecular identification. Both this procedure 2.2 and item 2.3 had as main objective to eliminate the microorganisms that live on the surface of the banana leaves, because the focus of this study and the line of research of this work were the endophytic microorganisms, which live inside the leaves that protect them against pathogenic invaders in general.

### 2.3 Bacterial Assessment and Culturing Conditions

The bacterial isolation was performed according to Araujo et al. (2014). The total of 5 g of leaves were macerated and placed in flasks containing 90 mL of phosphate buffer solution (PBS) containing NaCl, 9.0 g; KCl, 0.2 g; Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 1.44 g and KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 0.24 g distilled water 1000 mL, pH 7.4). Samples were incubated under agitation (150 rpm) for 30 minutes at 28 °C. Aliquots of 0.1 mL of three-fold serial dilutions were inoculated in duplicate onto petri dishes plates with 20 mL 10% triptone soy agar medium (TSA) including 50 µg.mL<sup>-1</sup> benomil to avoid fungal growth. The plates were incubated at 28 °C and colonies were counted starting from 48 hours incubation. Colonies were selected considering their color and shape, and purified being preserved in 15% glycerol at -80 °C to be used for molecular identification analysis.

### 2.4 DNA Isolation

The bacterial strains were cultured in 5 mL TSA 10% liquid for 24 h at 28 °C under 150 rpm stirring. 5 mL of the culture were centrifuged for 5 min at 14,000 g and the resuspended cells in 500 µL TE (10 mM Tris-HCl pH 8.0) were centrifuged and resuspended again in 500 µL TE with the addition of 0.5 g of glass beads (0.1 mm in diameter-Sigma) and 15 µL of 20% SDS. Cells were shaken in a homogenizer (Mine-Beadbeater™, Biospec Products) for 30 sec at 3500 bpm. To the cell lysate were added 500 µL of phenol, homogenized by inversion and centrifuged for 5 min at 14,000 g. The aqueous phase was extracted once with phenol-chloroform (1:1) and once with chloroform, then the DNA was precipitated with 1/10 volume of 5 M NaCl and 0.6 volume of isopropanol (3 minutes at room temperature) and collected by centrifugation (10 minutes at 14,000 g). The DNA precipitate was washed with 70% ethanol, dried at 37 °C and resuspended in 50 µL of sterilized milli-Q water. Total DNA was analyzed by agarose gel electrophoresis (0.8% w/v) in 1x TrisAcetateEDTA buffer (TAE) buffer

(40 mM de Tris-acetate; 1 mM EDTA) stained with ethidium bromide (EB) ( $0.5 \mu\text{g mL}^{-1}$ ), according to Kuklinsky et al. (2004).

The fungi strain were cultured onto fifth mL of the liquid medium BDA (200 g potato broth and 20 g dextrose in 1 L water, [pH 6.0]) for 5 to 7 days at 28 °C. After this period of culture growth and multiplication, the whole content was centrifuged at 20,000 g for 10 minutes to remove the excess culture medium. The precipitated was subjected to a filtration process for water elimination. Subsequently, approximately 100 mg was triturated in liquid nitrogen. The isolate was submitted to a DNA extraction using the Genomic Wizard complete DNA purification kit (Promega Corporation, Wisconsin, USA), following the manufacturer's instructions. The DNA extracted, as well as its quantification was determined by 1.2% agarose gel electrophoresis medium (w/v), the gel stained with an EB solution and visualized in ultraviolet light (DNr Bio-Imaging Systems Minibis pro 16 mm).

### 2.5 Amplification and Sequencing of the 16S rRNA Gene and ITS Region of the Endophytic Strains

A sample of 27 bacteria and 24 fungal strains were selected for a partial sequencing of the 16S rRNA gene and the ITS region, respectively. The amplification of the bacterial fragments was performed in a 25  $\mu\text{L}$  final volume containing 1  $\mu\text{L}$  (0.5-10.0 ng) of total DNA, 0.2 mM of P27F primer (5'-GAGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3'), 0.2 mM of 1492R primer (5'-TACGGYTACCTTGTTACGACT-3') (Welsburg et al., 1991), 0.2 mM of each dNTP, 0.02 mg  $\text{mL}^{-1}$  BSA, 3.75 mM  $\text{MgCl}_2$  and 0.05 U of Taq DNA polymerase (Fermentas). The reaction was subjected to a temperature-controlled thermal cycler performing an initial denaturation at 94 °C for 4 minutes, 35 additional cycles of denaturation at 94 °C for 30 sec each, annealing at 63 °C for 1 minute and primer extension at 72 °C for 1 minute, followed by a final extension at 72 °C for 10 minutes. After amplification, the PCR products were visualized by agarose gel electrophoresis (1.5% w/v) in 1x TAE buffer.

The ITS-DNA hypervariable region of the strain was amplified using primers ITS-1(5'-TCCGTAGGTGAAC CTGCGG-3') and ITS-4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') (WHITE et al., 1990). In a final volume of 50  $\mu\text{L}$  containing 1x Buffer (50 mM KCl, 20 mM Tris-HCl, pH 8.4); (3.7 mM  $\text{MgCl}_2$ , 1 mM dNTP, 0.05 U  $\mu\text{L}^{-1}$  Taq-Invitrogen DNA polymerase), 0.2  $\mu\text{M}$  ITS-1 primer, 0.2  $\mu\text{M}$  ITS-4 primer and, approximately 5 ng of DNA. The reactions were performed in a thermocycler (Veriti® Thermocycler, Applied Biosystems, Waltham, USA), programmed to an initial denaturation step of 94 °C for 5 minutes, followed by 30 cycles of denaturation at 94 °C for 30 sec, 55 °C for 30 sec and 72 °C for 30 sec and a final extension at 72 °C for 7 minutes.

The amplified fragment (approximately 600 pb), was visualized onto 1.2% agarose gel electrophoresis. The gel was stained in ethidium bromide solution and photodocumented under UV light. Subsequently, the amplified fragments were purified with the PCR kit GFX (Amersham Pharmacia Biotech) and Sanger sequenced.

The PCR products were purified using a Super Charger Switch Kit and Sanger sequenced using the 1387R primer (Heuer et al., 1997) and primer ITS4 (White et al., 1990). Analyses of sequences were performed with the basic sequence alignment BLAST program, which was run against the database on the National Center for Biotechnology Information (NCBI) website (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>).

## 3. Results

### 3.1 Amplification and Sequencing of Fungal Endophytes

After purification, twenty-four colonies were selected based on morphology and microscopic examination and further sequenced. The obtained results are presented in Table 1. Only similarities of 96 to 100% were included as identified isolates. The isolated and identified fungi belonged to the following 11 genera: *Aspergillus*, *Peniophora*, *Meyerozyma*, *Saccharicola*, *Hypocreales*, *Nigrospora*, *Byssochlamys*, *Periconia*, *Myrothecium*, *Acrocalymma* and *Peroneutypa*. The species *Aspergillus versicolor* was the most frequently found.

Table 1. Genetic characteristics of the endophytic fungi strains isolated from banana leaves and sequenced of the ITS region

Strain Code	ITS region		
	NCBI Best BLAST Hits	Identity (%)	Ac. Number NCBI
FFB01	<i>Aspergillus versicolor</i>	97%	MH453585
FFB02	<i>Aspergillus versicolor</i>	99%	MH453586
FFB03	<i>Aspergillus versicolor</i>	98%	MH453587
FFB04	<i>Aspergillus versicolor</i>	99%	MH453588
FFB05	<i>Aspergillus versicolor</i>	99%	MH453589
FFB06	<i>Aspergillus versicolor</i>	99%	MH453590
FFB07	<i>Aspergillus</i> sp.	99%	MH453591
FFB08	<i>Peniophora crassitunicata</i>	98%	MH453592
FFB09	<i>Peniophora crassitunicata</i>	97%	MH453593
FFB10	<i>Meyerozyma guilliermondii</i>	99%	MH453594
FFB11	<i>Aspergillus versicolor</i>	99%	MH453595

FFB12	<i>Peniophora crassitunicata</i>	99%	MH453596
FFB13	<i>Peniophora</i> sp.	99%	MH453597
FFB14	<i>Saccharicola</i> sp	99%	MH453598
FFB15	<i>Hypocreales</i> sp.	100%	MH453599
FFB16	<i>Peniophora crassitunicata</i>	100%	MH453600
FFB17	<i>Nigrospora zimmermanii</i>	99%	MH453601
FFB18	<i>Byssochlamys spectabilis</i>	99%	MH453602
FFB19	<i>Periconia</i> sp.	98%	MH453603
FFB20	<i>Myrothecium</i> sp.	98%	MH453604
FFB21	<i>Acrocalymma vagum</i>	98%	MH453605
FFB22	<i>Byssochlamys spectabilis</i>	96%	MH453606
FFB23	<i>Peniophora</i> sp.	99%	MH453607
FFB24	<i>Peroneutypa scoparia</i>	99%	MH453608

### 3.2 Amplification and Sequencing of Bacterial Endophytes

After plating diluted aliquots from endophytic bacteria obtained from macerated leaves of banana trees a total of  $9.4 \times 10^3$  colonies.g<sup>-1</sup> of fresh weight leaves tissues were obtained. From all plates based on morphological colony features bacteria representing about 2% of total bacteria were chosen, based mainly on shape, margin and colony color. Chosen colonies were further purified and stocked cultures were maintained at -80 °C in glycerol. Isolates were taken for DNA isolation and sequencing. The results are shown in Table 2. Only similarities of 97 to 99% were included as identified isolates. From 27 identified bacteria, 13 following genera were encountered: *Serratia*, *Pantoea*, *Streptococcus*, *Neisseria*, *Bacillus*, *Arsenicococcus*, *Sphingobacterium*, *Herbaspirillum*, *Lactococcus*, *Variovorax*, *Pseudorhodoferax*, *Stenotrophomonas*, *Brevibacterium* the most frequently genera found were *Herbaspirillum*, *Serratia* and *Bacillus*.

Table 2. Genetic characteristics of the endophytic bacteria strains isolated from banana leaves and sequenced of the 16S rRNA gene

Strain Code	16S rRNA gene		
	NCBI Best BLAST Hits	Identity (%)	Ac. Number NCBI
BFB01	<i>Serratia marcescens</i>	98%	MH447310
BFB02	<i>Pantoea cypripedii</i>	99%	MH447302
BFB03	<i>Serratia marcescens</i>	99%	MH447309
BFB04	<i>Serratia marcescens</i>	98%	MH447308
BFB05	<i>Streptococcus</i> sp.	98%	MH447328
BFB06	<i>Neisseria</i> sp.	99%	MH447327
BFB07	<i>Bacillus</i> sp.	98%	MH447326
BFB08	<i>Arsenicococcus bolidensis</i>	99%	MH447325
BFB09	<i>Bacillus circulans</i>	99%	MH447324
BFB10	<i>Arsenicococcus</i> _sp.	97%	MH447307
BFB11	<i>Sphingobacterium multivorum</i>	99%	MH447323
BFB13	<i>Bacillus cereus</i>	99%	MH447322
BFB14	<i>Bacillus circulans</i>	99%	MH447321
BFB15	<i>Herbaspirillum</i> sp.	99%	MH447320
BFB16	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	99%	MH447319
BFB17	<i>Herbaspirillum</i> sp.	99%	MH447318
BFB18	<i>Neisseria</i> sp.	99%	MH447317
BFB19	<i>Herbaspirillum</i> sp.	99%	MH447316
BFB20	<i>Pseudorhodoferax aquiterrae</i>	98%	MH447306
BFB21	<i>Variovorax</i> sp.	97%	MH447305
BFB22	<i>Pseudorhodoferax aquiterrae</i>	99%	MH447315

BFB23	<i>Herbaspirillum</i> sp.	98%	MH447304
BFB24	<i>Herbaspirillum</i> sp.	99%	MH447314
BFB25	<i>Herbaspirillum</i> sp.	99%	MH447313
BFB26	<i>Herbaspirillum</i> sp.	99%	MH447303
BFB27	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	99%	MH447312
BFB28	<i>Brevibacterium permense</i>	99%	MH447311

#### 4. Discussion

Endophytic microbiota is found practically in all plant hosts studied (Azevedo & Araujo, 2007). Many endophytic bacteria and fungi are nowadays considered beneficial to their hosts. Several papers are already published showing endophytic microorganisms from bananas (Tables 3 and 4). Isolated endophytic fungi and bacteria from banana produced increase growth promotion (Andrade et al., 2014; Kartick et al., 2017; Muthuri et al., 2012; Souza et al., 2017; Thomas & Soly, 2009), protect plants against prejudicial bacterial, fungal, nematodes and insect pests (Su et al., 2017; Souza et al., 2014; Thangalevu & Gopi, 2015; Zakaria & Rahman, 2011). Most of the studies related to isolation of endophytes from plant hosts are performed in cultures submitted to use of fertilizers and chemical products aiming increasing production and reduction of diseases and pests. As far as we know, the present research may be the first one to isolate endophytic fungi and bacteria from organic cultivated bananas without the use of fertilizers and other chemical products. This could provide the isolation of microorganisms which are benefic to their hosts but not yet isolated due to inhibition by chemical fungicides and other products.

**Table 3. Studies describing the main diversity of fungal genus strains isolated from banana leaves (*Musa* spp.)**

Most common fungi genus isolated from Banana leaves	Management	Country	References
<i>Alternaria, Aspergillus, Cordana, Curvularia, Dreshlera, Epicoccum, Fusarium, Glomerella, Humicola, Nigrospora, Periconia, Phomopsis, Phyllosticta, Trichoderma, Xylaria</i>	Conventional	Brazil <sup>a</sup>	Pereira et al. (1999)
<i>Xylaria, Guignardia, Colletotrichum, Deightonella, Pyriculariopsis, Dactylaria</i>	Conventional	Thailand <sup>a</sup>	Photita et al. (2001)
<i>Gloeosporium, Myxosporium, Deightonella, Alternaria, Sphaceloma, Aureobasidium, Melida, Uncinula, Penicillium, Aspergillus, Sarcinella, Cladosporium, Cephalosporium, Paecilomyces, Fusarium, Spicaria, Meliola</i>	Conventional	China <sup>a</sup>	Cao et al. (2002)
<i>Fusarium</i>	Conventional	Malaysi <sup>b</sup>	Ting et al. (2008)
<i>Trichoderma</i>	Conventional	India <sup>b</sup>	Thangavelu & Gopi (2015)
<i>Fusarium</i>	Conventional	Malaysi <sup>b</sup>	Zakaria & Rahman (2011)

Note. <sup>a</sup>Fungal Diversity; <sup>b</sup>Fusarium control.

**Table 4. Studies describing the main diversity of bacteria genus strains isolated from banana leaves (*Musa* spp.)**

Most common bacterium genus isolated from Banana leaves	Management	Country	References
<i>Enterobacter, Klebsiella, Rhizobium</i>	Conventional	Mexico	Martinez et al. (2003)
<i>Serratia</i>	Wild	Malaysia	Ting et al. (2008)
<i>Agrobacterium, Klebsiella, Pseudacidovorax</i>	Conventional	India	Thomas & Soly (2009)
<i>Pseudomonas, Bacillus, Streptomyces</i>	Conventional	China	Su et al. (2017)
<i>Pantoea, Pseudomonas, Serratia, Klebsiella, Rhizobium, Microbacterium, rhodococcus, Bacillus</i>	Conventional	India	Karthik et al. (2017)
<i>Agrobacterium, Rhizobium, Aneurinebacillus, Bacillus, Enterobacter, Klebsiella, Lysinibacillus, Micrococcus, Paenibacillus, Sporolacto bacillus</i>	Conventional	Brazil	Souza et al. (2013)
<i>Bacillus</i>	Conventional	Brazil	Souza et al. (2017)
<i>Arthrobacter, Brevibacterium, Corynebacterium, Curtobacterium, Kocuria, Kytococcus, Micrococcus, Naumanella, Rothia, Brevundimonas, Enterobacter, Klebsiella, Pseudomonas, Serratia, Sphingomonas, Bacillus, Staphylococcus</i>	Conventional	India	Sekhar & Thomas (2015)
<i>Serratia, Pseudomonas, Rahnella, Enterobacter, Klebsiella, Yersinia, Evingella</i>	Conventional	Kenya	Muthari et al. (2012)

In the present research several microorganisms were not yet described as banana endophytes by other authors. Of course, this could also be the result from the use of distinct banana cultivars, different climates and regions and distinct use of plant organs and tissues as leaves and, root tips among others. However, the distinct differences encountered as being due to the lack of chemical products and processes inhibiting or reducing the microbial diversity could not be discarded. Among the isolated endophytic fungi and bacteria from our results using the

organic bananas, several genera and species were recorded for the first time both in fungi (Tables 1 and 3) and in bacteria (Tables 2 and 4). Of course, future studies must be conducted with these isolated microorganisms in an attempt to detect plant growth promotion, reduction of diseases and pests and other beneficial uses as production of antimicrobials substances, enzymes and compounds of biotechnological uses. However, among the newly isolated genera and species from the organic bananas used in the present research, some are related to beneficial and biotechnological uses as for instance the bacterium genus *Herbaspirillum*, the most frequently detected in our research, known as including species capable of nitrogen fixation and promoting growth of plant hosts (Ebeltagy et al., 2011).

Other bacteria genera also frequently found in our study as *Serratia* and *Bacillus* which were already isolated from banana and other plant hosts and proved to be capable of plant growth promotion (Table 4). Other bacteria genera isolated as *Pantoea* and *Variovorax* are also important for biotechnological purposes as plant growth promoters, enzymes production and degradation of pollutants (Quecine et al., 2012; Satola et al., 2013). Among the isolated fungi from organic bananas the most frequently one and for the first time recorded in bananas was *Aspergillus versicolor* which is known to produce antibacterial, fungicidal and insecticidal properties besides enzymes production (Domsch, 2001).

Other fungal isolates as the genus *Hypocreales* are also cited as possessing biological controller properties. Other found genera as *Periconia* are related as pathogenic to several plant hosts. These, isolated as endophytic by us may be no pathogenic forms and could be used as controllers of pathogenic forms as related in endophytic *Fusarium* able to control *Fusarium oxysporum* pathogenic forms in banana (Table 3). Future studies may be conducted to test the properties of the fungi and bacteria isolated in the present study as growth hormones and production, phosphate solubilization, ability to fix nitrogen, as well detection of possible prejudicial properties which could impair their use in growth promotion and biological control among others.

## 5. Conclusion

Isolation of endophytic fungi and bacteria from banana plant plantation using organic practices, resulted in the presence of endophytic genera and species not yet reported from this host as compared to previous studies using conventional practices. The newly isolated endophytes could be tested for biotechnological approaches aiming increase in plant growth promotion, protection against pests and diseases. If successful, these endophytes would help increase production reducing the use of fertilizers and other chemical compounds with cost reduction and environmental ecological benefits.

## Acknowledgements

The authors thank for the funding support of São Paulo Research Foundation (FAPESP Grants Proc. 2015/01188-9 and the scholarship granted by CAPES).

## References

- Andrade, L. F., Souza, G. L. O. D., Nietshe, S, Pereira, M. C. T., & Pereira, D. F. G. S. (2014). Analysis of the abilities of endophytic bacteria associated with banana tree roots to promote plant growth. *Journal of Microbiology*, 52, 27-34.
- Araujo, W. L., Quecine, M. C., Lacava, P. T., Aguilar-Vildoso, C. I., Marcon, J., Lima, A. O. S., ... Azevedo, J. L. (2014). *Micro-organismos endofíticos: Aspectos teóricos e práticos de isolamento e caracterização* (p. 257). Santarém Editora UFOPA.
- Azevedo, J. L., & Araujo, W. L. (2007). Diversity and applications of endophytic fungi isolated from tropical plants. In B. N. Ganguli, & S. K. Deshmuckh (Eds.), *Fungi multifaceted microbes* (pp. 191-207). Anamaya Publishers, New Delhi.
- Benzon, H. R. L., Mendoza, D. M., Cosico, W. C., & Torreta, N. K. (2014). The effect of endophytic bacterial inoculation on banana, *Musa acuminata* cv. Lakatan. *Philippine Journal of Crop Science*, 39, 12-21.
- Cao, L. X., You, J. L., & Zhou, S. N. (2002). Endophytic fungi from *Musa acuminata* leaves and roots in South China. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 18, 169-171.
- De Bary, A. (1866). *Morphologie Physiologie der Pilze. Flechhten und myxomyceten* (Vol II). Holmeister's of Physiological Botany, Leipzig.
- Domsch, K. H. (2001). *Compendium of soil fungi*. IHK-VERLAG, Eching.
- Ebeltagy, A., Ishioka, K., Sato, T., Suzuki, H., Ye, B., Yamada, T., ... Minamisawa, K. (2011). Endophytic colonization and in plant nitrogen fixation by a *Herbaspirillum* sp. isolated from wild rice species. *Applied and Environmental Microbiology*, 67, 5285-5292.
- FAO (Food and Agriculture organization). (2015). Retrieved June 16, 2018, from <http://www.fao.org>
- Heuer, H., Krsek, M., Baker, P., Smalla, K., & Wellington, E. M. (1997). Analysis of Actinomicete communities by specific amplification of genes encoding 16S rRNA and gel electrophoretic separation in denaturing gradients. *Applied and Environmental Microbiology*, 63, 3233-3241.
- Karthik, M., Pushpakanth, R., Krishnamoorthy, R., & Senthikumar, M. (2017). Endophytic bacteria associated with banana cultivars and their inoculation effect on plant growth. *The journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 92, 568-576. <https://doi.org/10.1080/14620316.2017.1310600>

- Kavino, M., & Manoranjithan, S. K. (2018). *In vitro* bacterization of banana (*Musa* spp.) with native endophytic and rhizospheric bacterial isolates. Novel ways to combat Fusarium wilt. *European Journal of Plant Pathology*, *151*, 371-387.
- Kuklinsky, S. J., Araujo, W. L., Mendes, R., Geraldi, I. O., Pizzirani Kleiner, A. A., & Azevedo, J. L. (2004). Isolation and characterization of soybean associated bacteria and their potential for plant growth promotion. *Environmental Microbiology*, *6*, 1244-1251.
- Martinez, L., Caballero-Melado, J., Orozco, J., & Martinez-Romero, E. (2003). Diazotrophic bacteria associated with banana (*Musa* spp.). *Plant and Soil*, *257*, 35-47.
- Muthuri, C., Nyambura, N. C., & Matiru, C. (2012). Isolation and identification of endophytic bacteria of bananas (*Musa* spp.) in Kenya and their potential as biofertilizers for sustainable banana production. *African Journal of Microbiology Research*, *6*, 6414-6422.
- Pereira, J. O., Vieira, M. L. C., & Azevedo, J. L. (1999). Endophytic fungi from *Musa acuminata* and their reintroduction into axenic plants. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, *15*(1), 37-40.
- Photita, W., Lumyong, S., Lumyong, P., & Hyde, K. D. (2001). Endophytic fungi of wild banana (*Musa acuminata*) at Doi Suthep Pul National Park, Thailand. *Mycological Research*, *105*, 1508-1513.
- Quecine, M. C., Araujo, W. L., Rossetto, P. B., Ferreira, A., Tsui, S., Lacava, P. T., ... Pizzirani-Kleiner, A. A. (2012). Sugarcane growth promotion by endophytic bacteria. *Pantoea agglomerans*. *Applied Environmental Microbiology*, *78*, 7511-7518.
- Satola, B., Wubbeler, J. H., & Steinbuecher, A. (2013). Metabolic characteristics of the species *Variovax paraxesus*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, *97*, 541-560.
- Sekhar, A. C., & Thomas P. (2015). Isolation and identification of shoot-tip associated endophytic bacteria from banana Grand naine and testing for antagonistic activity *Oxysporum* f. sp. cubense. *American Journal of Plant Sciences*, *6*, 943-954.
- Souza, A., Cruz, J. C., Souza, N. R., Procopio, A. R., & Silva, G. F. (2014). Endophytic bacteria from banana cultivars and their antifungal activity. *Genetics and Molecular Research*, *13*, 8661-8670. <https://doi.org/10.4238/2014.October.27.8>
- Souza, G. L. O. D., Silva, D. F., Nietshe, S., Xavier, A. A., & Pereira, M. C. T. (2017). Endophytic bacteria used as bioinoculants in micropropagated banana seedlings. *Revista Brasileira de Fruticultura*, *39*. <https://doi.org/10.1590/0100-2945201732>
- Souza, S. A., Xavier, A. A., Costa, M. R., Cardoso, A. M. S., Pereira, M. C. T., & Nietshe, S. (2013). Endophytic bacterial diversity in banana Prata Anã (*Musa* spp.)/roots. *Genetics and Molecular Biology*, *36*, 252-264. <https://doi.org/10.1590/S1415-47572013000200016>
- Su, L., Shen, Z., Ruan, Y., Tao, C., Chao, Y., Li, R., & Shen, Q. (2017). Isolation of antagonistic endophytes from banana roots against *Meloidogyne javanica* and their effects on soil nematode community. *Frontiers of Microbiology*, *8*, 2070. <https://doi.org/10.3389/micb.2017.02070>
- Thangavelu, R., & Gopi, M. (2015). Combined application of native *Trichoderma* isolates possessing multiple functions for the control of Fusarium wilt disease in banana cv. Grand Naine. *Biocontrol Science and Technology*, *25*, 1147-1164. <https://doi.org/10.1080/09583157.2015.1036727>
- Thomas, T., & Soly, T. A. (2009). Endophytic bacteria associated with growing shoottips of banana (*Musa* spp.) cv. Grand Naine and the affinity of endophytes to the host. *Microbial Ecology*, *58*, 952.
- Ting, A. S. Y., Meon, S., Kadir, J., Radu, S., & Singh, G. (2008). Endophytic microorganisms as potential growth promoters of banana. *Biocontrol*, *53*, 541-553. <https://doi.org/10.1007/s10626-007-9093-1>
- Welsburg, W. C., Barns, S. M., Dale, A. P., & Lane, D. J. (1991). 16S ribosomal DNA amplification for phylogenetic study. *Journal of Bacteriology*, *173*, 697-703.
- White, T. J., Bruns, T., Lee, S., & Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In M. Innis, D. Gelland, J. Sansky, & T. J. White, (Eds.), *PCR protocols: A guide to methods and applications* (pp. 315-322). San Diego, Academic Press.
- Zakaria, L., & Rahman, N. H. A. (2011). Endophytic *Fusarium* spp. From wild banana (*Musa acuminata*) roots. *African Journal of Microbiology Research*, *5*, 3600-3602.

### Copyrights

Copyright for this article is retained by the author (s), with first publication rights granted to the journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).