

SHYRLENE OLIVEIRA DA SILVA



**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO E SOMBREAMENTO NA EMERGÊNCIA DE
PLÂNTULAS E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE**

Eucalyptus robusta Smith

RIO BRANCO - AC

2016

SHYRLENE OLIVEIRA DA SILVA

**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO E SOMBREAMENTO NA EMERGÊNCIA DE
PLÂNTULAS E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE**

Eucalyptus robusta Smith

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Dr. Josué Bispo da Silva.

RIO BRANCO - AC

2016

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

- S586p Silva, Shyrlene Oliveira da, 1990 -
 Influência da adubação e sobreamento na emergência de plântulas e desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus robusta Smith* / Shyrlene Oliveira da Silva – 2016.
 60 f.; Il; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Curso de Pós-graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, 2016.
 Incluem referências bibliográficas e anexos.
 Orientador: Prof. Dr. Josué Bispo da Silva.
1. Eucaliptos - Cultivo 2. Sementes fisiologia 3. Germinação I. Título.

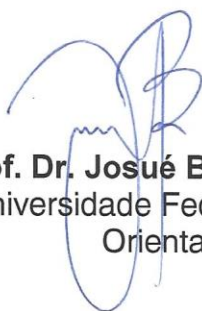
CDD: 634.97342

SHYRLENE OLIVEIRA DA SILVA

**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO E SOMBREAMENTO NA
EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS
DE *Eucalyptus robusta* Smith**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

APROVADA em 08 de abril de 2016



Prof. Dr. Josué Bispo da Silva
Universidade Federal do Acre
Orientador



Prof. Dr. Luis Pedro de Melo Píese
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre
Membro



Prof. Dr. Adalberto Hipólito de Sousa
Universidade Federal do Acre
Membro

RIO BRANCO - AC
2016

Aos meus pais
Lourival Carlos e Maria Das Dores
Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo seu infinito amor e por todas as oportunidades proporcionadas em minha vida.

Em especial, aos meus exemplos de vida, Lourival Carlos da Silva e Maria das Dores de O. da Costa, por toda dedicação e amor sempre.

Aos meus amigos, em especial Josiane Moura do Nascimento, que segurou minha mão e me guiou nos momentos mais difíceis dessa caminhada. A você minha amiga-irmã, minha eterna gratidão.

Ao meu orientador, professor Dr. Josué Bispo da Silva, pela maneira sábia de me orientar, pela dedicação, compreensão e humildade.

À Universidade Federal do Acre - UFAC, especialmente ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Agronomia, pela oportunidade de dar mais este passo na minha formação profissional e pessoal.

À CAPES pelo apoio financeiro concedido em forma de bolsa.

Ao Viveiro da Floresta, pela oportunidade de desenvolver as atividades em área de produção, bem como a ajuda dos seus funcionários, especialmente ao André Schatz Pellicciotti, pela amizade e ajuda.

Aos professores do Mestrado, pelos ensinamentos, sugestões e trocas de experiências em suas disciplinas.

A todos os colegas do Curso, principalmente ao Schumacher Andrade e Lucas Lopes por todos os momentos de aprendizado, compartilhamento de conhecimento, pela convivência e amizade.

Enfim, a todas as pessoas que participaram, direta ou indiretamente, para esta conquista.

Meus sinceros agradecimentos!

“Uma paixão forte por qualquer objeto assegurará o sucesso,
porque o desejo pelo objetivo mostrará os meios.”

William Hazlitt

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar o efeito da adubação e sombreamento sobre a germinação e desenvolvimento de mudas da espécie *Eucalytus* do gênero *robusta*, submetendo-os a cinco dosagens de adubação (0; 2,67, 5,33; 10,67 e 16,00 g.Kg de NPK) simulados por cinco níveis de sombreamento (0, 15, 30, 50 e 80%). As variáveis de analisadas foram: índice de velocidade de germinação (IVG), diâmetro do coleto (DC), comprimento da raiz (CR), comprimento da parte aérea (CPA), massa fresca da raiz (MFR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca parte aérea (MSPA) e número de folhas (NF) sobre o desenvolvimento das mudas. O experimento foi implantado no Viveiro da Floresta, em Rio Branco, Acre, no ano de 2015. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado - DIC. Os dados foram submetidos à análise de variância com comparação de médias pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade. Observou-se que mudas produzidas a pleno sol e sem adubação apresentam menor desenvolvimento e qualidade. As mudas que atingiram altura mais elevada foram as produzidas sob 30, 50 e 80% de sombreamento. A adubação influencia significativamente a produção de mudas, sendo a dosagem mínima de 5,33 g.kg de substrato, essencial para o maior crescimento das plântulas. A interação sombreamento x adubação foi significativa para todas as variáveis analisadas. O sombreamento ao nível de 50% e adubação com 10,67 g.Kg de osmocote proporcionou melhor desenvolvimento e qualidade de mudas de *E. robusta*.

Palavras chave: eucalipto, germinação, sombreamento, adubação.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of fertilization and shading on the germination and seedling development of Eucalytus kind of robust gender, subjecting them to five fertilization doses (0, 2.67, 5.33, 10.67 and 16, 00 g.Kg NPK) for five simulated shading levels (0, 15, 30, 50 and 80%). analyzed variables were: germination speed index (GSI), stem diameter (DC), root length (CR), shoot length (CPA), fresh root mass (MFR), fresh weight of aerial part (MFPA), dry root weight (MSR), dry mass (MSPA) and number of leaves (NF) on the development of seedlings. The experiment was established in the nursery of the Forest, in Rio Branco, Acre, in 2015. The experimental design was completely randomized - DIC. The data were submitted to analysis of variance with mean comparison by Scott Knott test at 5% probability. It was observed that seedlings grown in full sun and without fertilization have lower development and quality. The seedlings that have reached higher height were produced in 30, 50 and 80% shading. Fertilization significantly influence the production of seedlings, and the minimum dosage of 5.33 substrate g.kg essential for the further growth of seedlings. The interaction shading x fertilization was significant for all variables. Shading the level of 50% and fertilizer with 10.67 g.Kg of osmocote enhanced growth and quality *E. robusta* seedlings.

Keywords: eucalyptus, germination, shading, fertilization.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Dados climáticos durante o período de produção de mudas de eucalipto	26
Tabela 2.	Análise de variância e valores médios do índice de velocidade de germinação de sementes de <i>Eucalyptus robusta</i> em função de níveis de sombreamento e doses de Osmocote®	30
Tabela 3.	Valores médios de velocidade de germinação de sementes de <i>Eucalyptus robusta</i> em diferentes sombreamentos e doses de adubação	31
Tabela 4.	Análise de variância e valores médios do diâmetro do coleto em mudas de <i>Eucalyptus robusta</i> em função de níveis de sombreamento e doses de Osmocote®	33
Tabela 5.	Valores médios do diâmetro do coleto de plântulas de <i>Eucalyptus robusta</i> em diferentes sombreamentos e doses de adubação	33
Tabela 6.	Análise de variância e valores médios do comprimento da raiz em mudas de <i>Eucalyptus robusta</i> em função de níveis de sombreamento e doses de Osmocote®	34
Tabela 7.	Valores médios do comprimento de raiz de plântulas de <i>Eucalyptus robusta</i> em diferentes sombreamentos e doses de adubação	35
Tabela 8.	Análise de variância e valores médios do comprimento da parte aérea em mudas de <i>Eucalyptus robusta</i> em função de níveis de sombreamento e doses de Osmocote®	36
Tabela 9.	Análise de variância e valores médios do comprimento da parte aérea em mudas de <i>Eucalyptus robusta</i> em função de níveis de sombreamento e doses de Osmocote®	36
Tabela 10.	Análise de variância e valores médios da massa fresca da raiz em mudas de <i>Eucalyptus robusta</i> em função de níveis de sombreamento e doses de Osmocote®	37
Tabela 11.	Valores médios massa fresca da raiz de plântulas de <i>Eucalyptus robusta</i> em diferentes sombreamentos e doses de adubação	38
Tabela 12.	Análise de variância e valores médios massa fresca da parte aérea em mudas de <i>Eucalyptus robusta</i> em função de níveis de sombreamento e doses de Osmocote®	39
Tabela 13.	Valores médios massa fresca da parte aérea de plântulas de <i>Eucalyptus robusta</i> em diferentes sombreamentos e doses de adubação	39

Tabela 14.	Análise de variância e valores médios massa seca da parte aérea em mudas de <i>Eucalyptus robusta</i> em função de níveis de sombreamento e doses de Osmocote®	40
Tabela 15.	Valores médios massa seca da parte aérea de plântulas de <i>Eucalyptus robusta</i> em diferentes sombreamentos e doses de adubação	41
Tabela 16.	Análise de variância e valores médios número de folhas em mudas de <i>Eucalyptus robusta</i> em função de níveis de sombreamento e doses de Osmocote®	42
Tabela 17.	Valores médios número de folhas de plântulas de <i>Eucalyptus robusta</i> em diferentes sombreamentos e doses de adubação	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Sementes de <i>Eucalyptus robusta</i> Smith	53
Figura 2.	Sementes de <i>Eucalyptus robusta</i> Smith, obtidas através do Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais – IPEF	53
Figura 3.	Substrato comercial peneirado e pronto para ser misturado as doses de Osmocote®	54
Figura 4.	Plântulas de <i>Eucalyptus robusta</i> sombreadas 15 dias após a semeadura, em substrato misturado ao Osmocote®	54
Figura 5.	Vista geral do experimento, com plântulas de Eucalipto com 60 dias após a semeadura, destacando os níveis de sombreamento ..	55
Figura 6.	Plantas de <i>Eucalyptus robusta</i> com 90 dias após a semeadura, diferentes níveis de sombreamento. A - Pleno sol; B - 15%; C - 30%; D - 50% e E - 80%	55
Figura 7.	Plântulas de <i>Eucalyptus robusta</i> com 30 dias após semeadura, combinação sombreamento e adubação	56
Figura 8.	Medição do comprimento da raiz e da parte aérea de plântulas de <i>Eucalyptus robusta</i>	56
Figura 9.	Comparação entre plântulas a pleno sol e a 50% de sombreamento aos 70 dias após a semeadura	57
Figura 10.	Medidas de massa fresca da parte aérea das plântulas, 90 dias após a semeadura	58

LISTA DE SIGLAS

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CV - Coeficiente de Variação

DIC - Delineamento Inteiramente Casualizado

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IVE - Índice de Velocidade de Germinação

DC - Diâmetro do Coleto

CPR - Comprimento de Raiz

CPA - Comprimento Parte Aérea

IPEF - Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais

MFPA - Massa Fresca da Parte Aérea

MSPA - Massa Seca da Parte Aérea

MFR - Massa Fresca da Raiz

MSR - Massa Seca da Raiz

pH - Potencial Hidrogeniônico

SB - Soma de Base

UFAC - Universidade Federal do Acre

URA - Umidade Relativa do Ar

UV - Ultravioleta

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA	17
2.2 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA	19
2.3 GERMINAÇÃO	19
2.4 PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS	21
2.5 ADUBAÇÃO NA FORMAÇÃO DE MUDAS	22
2.6 SOMBREAMENTO	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO	25
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	25
3.3 AQUISIÇÃO DE SEMENTES	25
3.4 PREPARO DO SUBSTRATO	26
3.5 ADUBAÇÃO	26
3.6 SOMBREAMENTO	26
3.7 ANÁLISE DE CRESCIMENTO	27
3.7.1 Emergência de plântulas (EP)	27
3.7.2 Índice de velocidade de emergência (IVE)	27
3.8 VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS	28
3.8.1 Diâmetro do coleto (DC)	28
3.8.2 Comprimento da raiz (CR)	28
3.8.3 Comprimento da parte aérea (CPA)	28
3.8.4 Massa fresca da raiz (MFR)	28
3.8.5 Massa fresca da parte aérea (MSPA)	29
3.8.6 Massa seca da raiz (MSR)	29
3.8.7 Massa seca da parte aérea (MSPA)	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO	30
4.2 DIÂMETRO DO COLETO	32
4.3 COMPRIMENTO DA RAIZ	34
4.4 COMPRIMENTO DA PARTE AÉREA	35
4.5 MASSA FRESCA DA RAIZ	37
4.6 MASSA FRESCA DA PARTE AÉREA	38
4.7 MASSA SECA DA PARTE AÉREA	40

4.8 NÚMERO DE FOLHAS	41
5 CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS	45
ANEXOS	52

1 INTRODUÇÃO

Durante o processo de ocupação no Brasil, grande parte de sua vegetação, foi sendo derrubada para a extração da madeira e, posteriormente, expansão da agricultura, afetando a área de preservação vegetal brasileira. A saída então, uma vez que não se pode voltar no tempo e reverter a situação, é tentar recuperar a região devastada através do reflorestamento de áreas degradadas, que vem aumentando ao longo dos anos. A Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que institui o Novo Código Florestal Brasileiro, busca garantir a área de reserva legal (RL) com no mínimo 20% da área da propriedade e as áreas de preservação permanente (APP), para conservar margens de rios e nascentes, evitar o desmoronamento em áreas de alta declividade, entre diversos fatores.

A eucaliptocultura representa uma excelente alternativa para a regularização e recuperação ambiental com a implantação de florestas plantadas na região, devido à velocidade de desenvolvimento, fácil adaptação, potencial de produção e qualidade comercial, possibilitando o uso em diversas modalidades da indústria local, tais como: celulose, papel, madeira serrada, carvão vegetal, lenha, entre outros.

A área de florestas plantadas com eucalipto no país chegou ao recorde no ano de 2012, com 5.102.030 hectares. O monocultivo nessas áreas faz com que o eucalipto e o pinus (1.563.782 ha) dominem a produção sustentável, destacando-se das demais com produtividade média dos plantios de eucaliptos, em função da área plantada, de 40,7 m³.ano⁻¹, seguida de pinus, com 40,1 m³.ano⁻¹ (ABRAF, 2013).

A produção de mudas de eucalipto no Acre é direcionada à formação de florestas plantadas, porém ainda é insuficiente para suprir a demanda, tornando necessário importar mudas para realização dos plantios. Os problemas que a produção enfrenta estão relacionados a exigências nutricionais, condições climáticas e manejo inadequado. Portanto, paralelamente à busca por plantios florestais com níveis adequados de crescimento, impõe-se a necessidade de produzir mudas de qualidade silvicultural, melhora na economia e redução dos custos de produção.

A adaptação das plantas a diferentes ambientes é um processo lento, principalmente quando as condições são desfavoráveis ao crescimento. Para reduzir estes efeitos utilizam-se diferentes recursos para obter condições mínimas ao desenvolvimento em locais adversos.

O bom desempenho e a alta produção dos plantios florestais dependem, em sua maioria, da elevada qualidade das mudas plantadas, garantindo o desenvolvimento em condições adversas após o plantio efetivo a campo. As mesmas devem produzir árvores de crescimento volumétrico desejável na exploração e comercialização.

Com isso, um dos aspectos de relevância nesse setor, é a forma mais eficiente para a produção das mudas do gênero *Eucalyptus* no Estado, visando aprimorar a produção de mudas com o uso de técnicas adequadas para formação das plântulas, como utilização de espécies resistentes, adubações, irrigação, controle do nível de luminosidade e uso de substratos favoráveis ao desenvolvimento, sendo este, potencial ao enraizamento rápido e firme, além de facilitar e permitir a absorção todos os nutrientes necessários para as mudas, eliminando assim a má formação das plantas.

Considerando a importância desse gênero para o setor florestal acreano, torna-se necessário avaliar a influência de diferentes doses de adubação e níveis de no desenvolvimento na emergência e desenvolvimento de plântulas de eucalipto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O Brasil tem superfície de aproximadamente 8.515.767 km² (851,5 milhões de hectares), segundo dados do IBGE (2015). Deste total, 477,7 milhões ha são ocupadas por florestas naturais e 6,5 milhões são florestas plantadas. Dentre essas, a monocultura do gênero *Eucalyptus* é a mais expressiva, composta por 4,259 milhões ha, seguido por *Pinus* e outras espécies (ABRAF, 2012).

A cultura do eucalipto iniciou nos primeiros anos do século XX, apenas como árvore decorativa, quebra-vento e pelo seu extraordinário desenvolvimento, sendo usado para reflorestamento em larga escala apenas na década de 60 do mesmo século, por meio dos incentivos fiscais (VIANA, 2004). Sendo introduzida no Brasil com finalidade comercial em 1904, por Edmundo Navarro de Andrade, com o propósito dos plantios para produção de dormentes, postes e lenha para as locomotivas das estradas de ferro; alcançando os maiores índices de produtividade do mundo, devidos as condições ambientais favoráveis ao seu desenvolvimento e o emprego de modernas técnicas de manejo florestal (WILCKEN et al., 2008).

No Brasil, as principais espécies plantadas são o *E. grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla*, *E. viminalis*, híbridos de *E. grandis* X *E. urophylla*, *E. citriodora*, *E. camaldulensis*, outros (REMADE, 2003).

2.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA

Nos últimos anos a expansão da cultura do *Eucalyptus* sp. têm sido notável no Brasil, tornando-se um dos principais produtores de celulose no mercado internacional, tendo grande importância econômica, viabilizando empreendimentos tais como a indústria de painéis de madeira, mobiliários, papel e celulose, justificado pela demanda por produtos e energia renováveis (ABRAF, 2013). No aspecto ambiental, com manejo adequado, o cultivo do eucalipto possui funções importantes, relacionados ao aspecto de conservação da biodiversidade e recuperação de áreas degradadas promovendo-se a economia e sustentabilidade onde são cultivadas (HOBBS et al., 2003; LINDENMAYER; HOBBS, 2004).

Essas áreas apontadas como impróprias para a agricultura e pecuária, podem ser melhor aproveitadas para a silvicultura, sendo recomendável o aproveitamento das mesmas com o plantio de espécies florestais adequadas, ajudando assim a rápida recuperação das florestas e a capacidade produtiva dos solos (CARPANEZZI

et al., 1991). No Brasil, grande parte das espécies plantas em áreas degradadas são exóticas, principalmente dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, pelo fato de se desenvolverem de forma satisfatória na maioria das áreas utilizadas no país (GALVÃO, 2000).

Com isso, a regeneração artificial com a eucalipnocultura, estabelece uma população florestal pela ação humana, visando a produção, seja ela direta, indiretas ou ambas. Sendo o interesse maior do cultivo de eucalipto a produção para o abastecimento das indústria e das propriedades rurais. Desse modo, se fortalece cada vez mais o cultivo de eucalipto no país, buscando atender as necessidades socioambiental (FLOR, 2014).

Assim sendo, o plantio de eucalipto, quando realizado através de mudas sadias e com padrão de qualidade, pode garantir o sucesso das florestas plantadas, podendo ser adotado principalmente por pequenos produtores, devido a facilidade de manejo e melhor aproveitamento da área, com a redução do espaçamento. Para o cultivo de eucalipto, Rezende e Fonseca (1986), recomendam espaçamentos que variam de 2x2 m a 3x2 m, dependendo da finalidade da plantio, podendo o mesmo ser utilizado para fins de lenha, carvão, cerca, celulose, postes, vigas, escoras, esteios, serraria, etc.

O crescimento ordenado das plantas de eucalipto garante o melhor aproveitamento da área, resultando num maior número de plantas por unidade de área, facilitando também o acesso de máquinas utilizadas em atividades que variam desde o plantio até o corte.

O reflorestamento ou restabelecimento artificial da regeneração florestal, com a espécie *Eucalyptus* é relevante as perspectivas de rendimento e valor da cultura, permitindo fácil aceitação no mercado, inclusive o madeireiro e garantia de boa comercialização. Assim, a produção de eucalipto, apresenta alta produtividade e boa rentabilidade, dentro dos cultivos comerciais (FLOR, 2014).

É oportuno ressaltar que, o bom desempenho dos cultivos de eucalipto garante o atendimento de produtos florestais que se apresentam escassos no mercado, sejam eles a curto ou longo prazo. Sendo assim, fonte de renda em pequenas, médias e grandes propriedades rurais, evitando o êxodo rural e o desemprego e, simultaneamente, possibilitando inúmeros benefícios ao meio ambiente.

2.2 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA

O eucalipto é originário da Austrália, do gênero *Eucalyptus* e pertencente à família Myrtaceae. As espécies conhecidas são na maioria árvores típicas de florestas altas, podendo atingir alturas variáveis, mas também apresentam espécies arbustivas. Atualmente, foram identificadas cerca de 600 espécies adaptadas a diversas condições de solo e clima (MORA; GARCIA, 2000).

É classificado como vegetal do grupo das fanerógamas, divisão das angiospermas, classe das dicotiledôneas, ou seja, plantas com flores e que produzem frutos (SCARPINELLA, 2002).

Os eucaliptos são constituídos por flores, sem pétalas e sépalas, o que os diferencia das demais espécies. As inflorescências, os botões florais e os frutos são essenciais para a identificação das espécies existentes. São plantas perenifólias lenhosas, ou seja, árvores ou arbustos que podem apresentar altura superior a 100 m de altura (LAMPRECHT, 1990).

Segundo Mello et al. (2009), plantas do gênero *Eucalyptus* são eficientes na absorção de nutrientes e produção de biomassa vegetal, as quais possuem elevada eficiência fotossintética. A planta apresenta características de crescimento rápido, sistema radicular bem desenvolvido e facilidade de aclimação, tornando a espécie potencial na utilização em programas florestais e recuperação de áreas degradadas (SOARES et al., 2000).

2.3 GERMINAÇÃO

A germinação é definida como a emergência e o desenvolvimento do embrião da semente com suas estruturas essenciais, indicando a capacidade de produzir uma plântula normal em condições favoráveis (FOWLER; MARTINS, 2001). As condições favoráveis do ambiente que influenciam a germinação podem ser controláveis a partir do conhecimento dos fatores como: luz, temperatura, água, meio de crescimento, recipiente, nutriente, fauna e micro-organismos (FLORIANO, 2004).

A velocidade de germinação das sementes de eucalipto é influenciada preferencialmente pela temperatura e o tipo de substrato utilizado. Conforme as Regras para Análise de Sementes (RAS), temperaturas indicadas para germinação são variáveis de acordo com as espécies de *Eucalyptus*, podendo variar de 20 °C a

30 °C, para a maioria das espécies já analisadas (BRASIL, 2009). Na escolha do material para compor o substrato, deve-se observar fatores como: composição, porosidade, textura, capacidade de retenção de água, pureza, índices de fertilidade, e outros. Segundo Cetnarski Filho e Carvalho (2009), a resposta da germinação a esses fatores, é variável conforme a espécie, região de origem e tempo de armazenamento das sementes.

As sementes de *Eucalyptus* apresentam pequenas dimensões, o que dificulta o trabalho de semeio para produção de mudas (MOURA; GUIMARAES, 2003). Diversos trabalhos têm evidenciado correlação positiva na porcentagem de germinação e vigor com o tamanho de sementes de muitas espécies. Aguiar et al., (1979) afirmaram que o tamanho da semente é um dos fatores que influenciam sobre a rapidez de germinação, que estudando duas espécies de eucalipto, verificaram que sementes grandes e médias germinaram com maior rapidez do que as sementes pequenas, e ainda produziram. Carvalho e Nakagawa (2000) explicam que as sementes de maior tamanho produzem plântulas mais vigorosas em decorrência de terem sido bem nutridas durante o seu desenvolvimento, possuir embriões bem formados e maior quantidade de substâncias de reserva.

Por outro lado, Aguiar et al. (1979), que analisando duas espécies de eucaliptos (*E. grandis* e *E. urophylla*), concluíram que apesar do tamanho das sementes influenciar na velocidade de germinação, a capacidade de germinação não foi alterada. Porém, os resultados acima são contrários aos encontrados por Ferreira e Torres (2000), ao estudarem sementes de *Acacia senegal* (L.), verificaram que a porcentagem e o índice de velocidade de emergência não foram afetados pelo tamanho das sementes. Resultados semelhantes foram encontrados também para *Apuleia leiocarpa*, por Loureiro et al. (2004).

Mas independentemente do tamanho das sementes, estas apresentam a mesma capacidade de germinação e mudas que sementes menores, podendo desempenhar todo o seu potencial genético de produzir plântulas aproveitáveis (AGUIAR et al., 1979). Para Oliveira et al. (2005), em seu trabalho sobre *Dimocarpus logan*, a influência do tamanho da semente não interferiu no uso, que objetiva a propagação de mudas para fins comercial e no melhoramento da espécie.

Assim, para aperfeiçoar a produção de mudas oriundas de sementes, Aguiar et al. (1979) recomendam que as sementes sejam classificadas de acordo com o tamanho, de modo a evitar que as plântulas provenientes de sementes maiores

prejudiquem as de menor tamanho, já que emergem mais rápido. E ainda para maior aproveitamento do lote de sementes.

2.4 PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS

O sucesso de todo empreendimento florestal depende da qualidade da muda produzida, de modo que a demanda de produtos florestais seja de qualidade e em quantidades compatíveis para atender as exigências do mercado consumidor, e estes devem estar associadas a custos de produção reduzidos (MINAMI, 1995).

O processo de produção de mudas de eucalipto pode ser pelo método sexuado, por meio de sementes, ou assexuado, por meio de propagação vegetativa ou clonal, através do enraizamento de miniestacas, ambos com o uso de recipientes (MOURA; GUIMARÃES, 2003).

A produção comercial de mudas de eucalipto é parcialmente por propagação vegetativa. Entre as técnicas utilizadas estão a estaquia, micropropagação, microestaquia e a miniestaquia (MIRANDA, 2001). Sendo a miniestaquia sob condições controladas, a técnica mais empregada para a produção de mudas de *Eucalyptus* em escala comercial, seguida da técnica de microestaquia (CAVALCANTE FILHO, 2015; DUTRA et al., 2002; FERREIRA et al., 2004; MAFIA et al., 2005; MIRANDA et al., 2001; TITON et al., 2002; WENDLING e XAVIER, 2008). Porém, a técnica utilizada para formação das mudas depende das condições específicas da região, quanto ao clima e disponibilidade de matéria-prima para esta finalidade, de acordo com o capital disponível para o investimento, preferência e experiência do viveirista (DIAS et al., 2006).

Segundo Penchel et al. (1995), a produção de eucalipto por silvicultura clonal apresenta a vantagem de manter as características genéticas pouco herdáveis. Além de permitir melhoria na produtividade e qualidade das florestas (MIRANDA, 2001) e garantir a uniformidade dos povoamentos, melhor adaptação dos clones às condições locais (XAVIER et al., 2009), melhoria da qualidade da madeira e seus produtos (BERTOLUCCI e PENCHEL, 1993), dentre outras. Segundo Dias et al. (2006), para a produção de mudas são utilizados propágulos com materiais genéticos superiores, selecionados para determinada região, e conforme Titon et al. (2002), os propágulos devem apresentar maior grau de juvenilidade, posto que, aumentam os índices de enraizamento e reduz o tempo para formação da muda.

No caso de não ter material genético selecionado para uma região específica, recomenda-se o uso de sementes para produção de mudas, em razão do custo de produção ser inferior ao método de propagação vegetativa, conforme Dias et al. (2006), em seu trabalho de análise econômica quanto aos dois sistemas de produção de mudas, mostra que as variáveis relação benefício-custo, lucro anual e retorno líquido foram maiores para mudas de eucalipto produzidas através de sementes, quando comparada à produção por miniestacas.

Visto que as sementes devem ser adquiridas de fornecedores confiáveis e certificados, a fim de garantir o potencial germinativo destas e que sejam livres de agentes patogênicos, que possam interferir no desenvolvimento de mudas sadias.

2.5 ADUBAÇÃO NA FORMAÇÃO DE MUDAS

Segundo May (1984), o uso de fertilizantes, mesmo em substratos, é essencial na produção de mudas de espécies florestais, visto que a qualidade que e a disponibilidade dos elementos essenciais em quantidades ideais para o crescimento das plântulas.

A formação de mudas com deficiências ou excessos de nutrientes é ocasionada pela fertilização imprópria ou até mesmo desbalanceada, interferindo no desenvolvimento das plantas que se tornam menos resistentes à doenças e fatores de estresse físico ou hídrico.

A nutrição das mudas, por meio de fertilização do substrato induz melhor desenvolvimento e qualidade de mudas de espécies florestais, promovendo a boa formação do sistema radicular, melhor adaptação e sobrevivência após o plantio definitivo. Quando a adubação é realizada de maneira inadequada ou insuficiente o crescimento das mudas é menor, podendo apresentar antes que os sintomas de deficiências ou toxidez, ficando difícil a correção da fertilidade (CARNEIRO, 1995),

O estado nutricional desempenha papel importante no vigor das mudas, além do que a manipulação dos níveis de fertilização contribui para a melhoria dos valores dos parâmetros de avaliação de qualidade das mudas (CARNEIRO, 1995).

As deficiências minerais são facilmente detectadas nas mudas, mas mesmo que os sintomas não sejam visíveis os produtores de mudas devem preocupar-se com o seu estado nutricional, uma vez que o crescimento pode ser reduzido (CARNEIRO, 1995).

O sistema radicular desenvolve-se melhor nos substratos mais férteis, porém a parte aérea cresce proporcionalmente mais, resultando numa relação parte aérea/sistema radicular maior do que nos mais pobres (GONÇALVES et al., 2000).

A fertilização deverá ser bem balanceada, pois a sua falta ou excesso poderá produzir mudas menos resistentes às condições adversas encontradas após o plantio. O estado nutricional desempenha um importante papel no vigor das mudas, além do que a manipulação dos níveis de fertilização contribui para a melhoria dos valores dos parâmetros de avaliação do padrão de qualidade delas (CARNEIRO, 1995).

O maior crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* e de *E. urophylla*, em função da fertilização com gesso e NPK 4:14:8, foi associado com o decréscimo do pH e do teor de magnésio e com a elevação dos teores de fósforo, de cálcio e da relação cálcio:magnésio nos substratos (ARAÚJO, 1994).

Na produção de mudas por enraizamento de estacas o estado nutricional das plantas, fornecedoras dos propágulos, afeta consideravelmente o enraizamento (ASSIS, 1998; CHALFUN, 1989), porém estacas bem nutridas, mas com menores teores de nitrogênio enraízam melhor (FACHINELLO, 1986).

A fertilização feita em mistura com o substrato aumentou sensivelmente o enraizamento de estacas (ASSIS, 1986), apesar de que um método de fertilização de estacas de eucalipto que funcionou satisfatoriamente bem foi o utilizado no litoral que consiste na adubação de cobertura 21 dias após o estaqueamento (PAIVA e GOMES, 1995), porém a umidade deverá ser considerada.

A umidade é um fator de grande importância para o sucesso de um programa de propagação vegetativa por meio de enraizamento de estacas (PAIVA e GOMES, 1995), principalmente até que o propágulo forme raízes e possa absorver água, sendo que a presença de folhas nas estacas é um forte estímulo para a formação raízes, no entanto, a perda de água pela transpiração pode levar as estacas a morrerem antes que se formem raízes (HARTMAN et al., 1997), portanto, alto grau de umidade, de 80 a 100%, do ar é necessário para evitar o seu dessecamento (PAIVA e GOMES, 1995).

Embora não se faça adubações somente a partir de elementos isolados e que combinações deles não servirão para todas situações, para efeito didático os elementos serão discutidos em separado. Os macronutrientes Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio, Enxofre e os micronutrientes Ferro, Zinco, Cobre,

Molibdênio, Boro, Manganês, e Cloro são importantes para o crescimento e desenvolvimento de plantas e, conseqüentemente bem pesquisados. Como eles são essenciais e influenciam consideravelmente nos parâmetros de avaliação do crescimento de mudas e no seu padrão de qualidade, serão também os citados nesta revisão, apesar de que não estão incluídos nos tratamentos que compõem o trabalho realizado, uma vez que somente foram utilizados o nitrogênio, o fósforo e o potássio.

2.6 SOMBREAMENTO

A disponibilidade de luz no ambiente de produção de mudas de espécies florestais é fundamental para garantir o desenvolvimento das plantas. Segundo Roweder (2011), a duração e a intensidade da radiação solar exercem papel fundamental na germinação, crescimento e na forma da planta.

O sombreamento natural vem sendo reproduzido por diversos autores empregando o sombreamento artificial com uso de telas, palhas, sombrites, ripados e plásticos, para testar a tolerância ou não em diferentes espécies florestais ou ainda as melhores condições de desenvolvimento das plântulas em níveis distintos de sombreamento (ROWEDER et al., 2011).

O uso de sombrites para avaliação do vigor das plântulas, de modo a simular condições naturais de sombreamento, tem sido frequentemente testado devido grandes dificuldades de se reproduzir o ambiente natural. A utilização de ambientes protegidos (sombreados) auxilia no controle da temperatura, da intensidade de radiação solar e, em grande parte, melhoram as condições do ambiente de produção (FONSECA et al., 2002).

Os diferentes graus de luminosidade causam mudanças fisiológicas e morfológicas na planta, sendo o grau desta adaptação ditado por características genéticas da planta em interação com o seu meio ambiente (MORAES NETO et al., 2001).

Os estudos de luminosidade em programas de produção de sementes e desenvolvimento de mudas para reflorestamento tornam-se essencial, visto que a disponibilidade de luz contribui para o crescimento e desenvolvimento das mudas (GAJEGO, 2001).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido no Viveiro da Floresta, localizado no município de Rio Branco, Acre, no período de setembro de 2015 a janeiro de 2016. O município de Rio Branco localiza-se geograficamente a 9° 58' 29" sul e a 67° 48' 36" oeste, com altitude de 153 metros acima do nível do mar, com umidade relativa do ar média de 85% (BRASIL, 1992) e faz parte da zona de confluência das cordilheiras dos Andes e terras baixas amazônicas.

O clima é equatorial, com temperaturas oscilando entre 22 °C e 32 °C nos dias mais quentes, onde as menores temperaturas ocorrem à noite, com médias de 21 °C nas madrugadas.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi instalado seguindo Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), no esquema fatorial 5 x 5 (pleno sol e sombreamento aos níveis 15%, 30%, 50% e 80%; testemunha e doses de adubação de 0,2667; 5,3333; 10,6667 e 16,0000 g.kg de NPK) com a espécie *Eucalyptus robusta*.

A unidade experimental foi constituída por bancadas suspensas a 80 cm de altura e 2 m de comprimento, para o apoio de bandejas com tubetes de 50 cm³, sendo 3 repetições de 30 plantas em cada tratamento. Os dados foram submetidos a análise estatística através do programa ASSISTAT, onde foi realizada a comparação de médias das variáveis, por meio do teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

3.3 AQUISIÇÃO DE SEMENTES

Para o desenvolvimento do experimento foram utilizadas sementes da espécie florestal *Eucalyptus robusta*, adquiridas através do Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais – IPEF, colhidas na safra de 2014 (Anexo - Figura 1 e 2) e armazenadas em câmara com temperatura e umidade controlada, no Viveiro da Floresta até a semeadura no mês de outubro de 2015.

3.4 PREPARO DO SUBSTRATO

O substrato comercial utilizado foi a base de casca de pinus composta e vermiculita, Subras®. As características químicas do substrato utilizado são apresentadas na Tabela 1.

Antes de iniciar o preparo, o substrato foi peneirado para a retirada de materiais estranhos e garantir a uniformidade das partículas (Anexo - Figura 3).

Tabela 1. Composição química do substrato utilizado.

pH	Ca	Ca+Mg	Mg	Al	H+Al	C. Org	K	Na	P
água	cmol _c /dm ⁻³				g/kg		mg/dm ³		
4,4	8,8	11,8	2,0	0,2	13,5	126,6	410	41	142

Fonte: UFAC - Laboratório de Fertilidade do Solo.

A mistura entre o substrato e o fertilizante foi realizada mecanicamente. Após o preparo das misturas, o substrato foi umedecido até adquirir consistência adequada, evitando assim o vazamento dos tubetes, durante a fase de enchimento e compactação. O ponto ideal foi verificado ao se apertar o substrato com a mão e notar que o mesmo formou “torrão” com a forma da mão fechada, sem ocorrer o escorrimento de água, conforme metodologia descrita por DAVIDE; FARIA, 2008.

As bandejas compostas por tubetes foram cheias e dispostas sobre bancadas, onde foram semeadas em média cinco sementes por tubete (Anexo - 4), cobertas por fina camada do mesmo substrato, sendo irrigadas após o termino da semeadura.

3.5 ADUBAÇÃO

A adubação foi realizada um dia antes da semeadura através de única aplicação com de NPK, através de produto comercial na formulação 12-9-15, objetivando o fornecimento contínuo dos nutrientes durante o desenvolvimento das mudas.

3.6 SOMBREAMENTO

Os diferentes níveis de luminosidade foram obtidos mantendo-se as bandejas a pleno sol e em viveiros telado com sombrites de polietileno de alta densidade,

resistentes a radiação UV e antioxidantes, promovendo 15, 30, 50 e 80% de sombreamento (Anexo - Figura 5).

3.7 ANÁLISE DE CRESCIMENTO

As análises foram realizadas nos dias 11 e 12 de janeiro, quando as plantas apresentaram o máximo de desenvolvimento vegetativo, aos 90 dias após a semeadura (Anexo - Figura 6).

3.7.1 Emergência de plântulas (EP)

As avaliações ocorreram do 1° ao 90° dia, quando foram computadas as plântulas cujo epicótilo se encontrava acima da superfície do substrato (BRASIL, 2009).

O cálculo da porcentagem de emergência seguiu o modelo proposto por Laboriau e Valadares (1976):

$$EP (\%) = \frac{N}{A} \times 100$$

Sendo:

N = número de plântulas emergidas;

A = número total de sementes colocadas para germinar.

3.7.2 Índice de velocidade de emergência (IVE)

Simultaneamente ao teste de emergência de plântulas foi determinado o índice de velocidade de emergência para cada tratamento, sendo somado o número de plântulas emergidas a cada dia, divididas pelo número de dias decorridos, a partir da semeadura (NAKAGAWA, 1999).

O cálculo da velocidade de emergência seguirá modelo proposto por Maguire (1962):

$$IVE = \frac{N1}{D1} + \frac{N2}{D2} + \frac{N3}{D3} + \frac{Nn}{Dn}$$

Sendo:

IVE = índice de velocidade de emergência;

N1:n = número de plântulas emergidas no dia 1, 2, 3,n;

D = dias para as plântulas emergirem.

Ao final de cada tratamento, 30 mudas de cada repetição foram selecionadas ao acaso para determinar os parâmetros biométricos.

3.8 VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS

3.8.1 Diâmetro do coleto (DC)

O diâmetro do coleto (DC) foi obtido com auxílio de paquímetro graduado em milímetros, sendo adotada a medida da inserção do caule com a raiz.

3.8.2 Comprimento da raiz (CR)

O comprimento do sistema radicular das plântulas foi separado e medido com régua. Sendo considerada como comprimento de raiz (CR) a parte entre o mesocótilo e a porção terminal da raiz principal.

3.8.3 Comprimento da parte aérea (CPA)

A parte aérea das plântulas foi separada e medida com régua. Sendo definido como comprimento da parte aérea (CPA) a porção entre o mesocótilo e o ponto de inserção do último par de folhas.

3.8.4 Massa fresca da raiz (MFR)

A massa fresca da raiz (MFR) foi determinada através da pesagem individual de cada plântula, logo após colheita, as pesagens foram obtidas com auxílio de balança analítica (precisão 0,0001 g).

3.8.5 Massa fresca da parte aérea (MFPA)

A massa fresca da parte aérea (MFPA) foi determinada através da pesagem individual de cada plântula, logo após colheita, as pesagens foram obtidas com auxílio de balança analítica (precisão 0,0001 g).

3.8.6 Massa seca da raiz (MSR)

Após a determinação do comprimento e massa fresca, ocorreu a lavagem do sistema radicular das plântulas de cada tratamento e repetição com água corrente e posterior acondicionamento em sacos de papel Kraft e colocados em estufa com circulação forçada de ar a temperatura de 70 °C e mantidos por 48 horas. Ao final desse período foi determinada a massa seca da raiz (MSR) em balança analítica (precisão 0,0001 g).

3.8.7 Massa seca da parte aérea (MSPA)

Após a determinação do comprimento e massa fresca, a parte aérea das plântulas de cada tratamento e repetição foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e colocadas em estufa com circulação forçada, junto a MSR. Ao final foi determinada a massa seca da parte aérea (MSPA) em balança analítica (precisão 0,0001 g). Não houve incidência de pragas e doenças ao nível de controle em todos os tratamentos.

As irrigações foram realizadas de acordo com as necessidades da cultura utilizando um sistema de micro aspersão. Outros tratamentos culturais como controle de pragas, doenças não foram necessários durante o experimento e o controle de plantas espontâneas, foi realizada quinzenalmente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para a produção de mudas de eucalipto mostra que o sombreamento e a adubação na formação inicial de mudas de eucalipto influenciam significativamente na quantidade e qualidade de mudas produzidas em viveiros.

4.1 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO

A germinação é definida como o surgimento e desenvolvimento do embrião da semente, das estruturas essenciais que indicam a capacidade da semente para produzir uma planta normal, conforme mostra a Figura 7, em anexo, em condições favoráveis. O índice de germinação expressa como a porcentagem de semente pura produz o número de sementes em germinação por unidade de peso (SANTOS et al., 2014). As condições ambientais como umidade, temperatura, ventilação e luz, deve ser não só específicas o suficiente para iniciar a germinação, mas também propícias para o desenvolvimento de mudas a um estágio onde possa se identificar os tipos ideais e impróprios para a produção. A temperatura é um dos fatores mais decisivos de germinação de sementes em viveiros e, portanto, devem ser sujeitos a controles regulares (FLORIANO, 2004).

Para alcançar alta velocidade de germinação é necessário a proteção as mudas da luz solar excessiva, bem como fornecer em quantidade ideal os nutrientes necessários para que ocorra o processo de germinação do embrião, conforme mostra a Tabela 2 (ALMEIDA et al., 2005).

Tabela 2. Análise de variância e valores médios do índice de velocidade de germinação de sementes de *Eucalyptus robusta* em função de níveis de sombreamento e doses de Osmocote®.

FV	GL	SQ	QM	F
Sombreamento (S)	4	141,40848	35,35212	710,4383**
Doses (D)	4	9,18785	2,29696	46,1599**
Interação SxD	16	10,76147	0,67259	13,5164**
Tratamentos	24	161,35780	6,72324	135,1107**
Resíduo	75	3,73207	0,04976	
Total	99	165,08988		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 \leq p < 0.05$); ns não significativo ($p \geq 0.05$).

Alguns experimentos utilizam altos níveis de sombras; outros usam baixo controle de luminosidade para avaliar a emergência de plântulas de espécies florestais (SANTOS et al., 2014). Porém, a análise de variância indica diferença significativa entre os níveis de sombreamento, doses de adubação e na interação entre os tratamentos, o que mostra que para maior emergência de plântulas do gênero *eucalyptus* o sombreamento combinado com adubação apresentam os maiores índices de velocidades de germinação, como pode se observar no Tabela 3, onde os tratamentos sombreados no mínimo 50% apresentam melhor índice de velocidade de germinação, superando os tratamentos a pleno sol.

Tabela 3. Valores médios de velocidade de germinação de sementes de *Eucalyptus robusta* em diferentes sombreamentos e doses de adubação.

Sombreamento	Doses (g.kg ⁻¹)				
	0	2,667	5,333	10,667	16,000
0%	1,68 cB	2,33 cA	2,33 cA	2,33 cA	1,30 eC
15%	1,66 cC	2,66 bB	2,66 cB	3,66 bA	2,66 dB
30%	2,66 bB	2,30 cB	2,50 cB	3,50 bA	3,33 cA
50%	4,69 aB	4,54 aB	4,53 bB	5,13 aA	5,30 aA
80%	4,50 aB	4,63 aB	5,26 aA	5,20 aA	4,83bB
C.V (%)	6,47				

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si ao nível de 1% de significância pelo teste de Scott Knott.

Avaliando o efeito do sombreamento e da adubação sobre a velocidade de germinação das sementes, verificou-se que nos tratamentos sombreados a germinação ocorreu na primeira semana, enquanto nos tratamentos a pleno sol a germinação iniciou após 9 dias, chegando a 18 dias no tratamento a pleno sol e sem adubação.

A análise de variância e valores médios do índice de velocidade de germinação de sementes de *Eucalyptus robusta* em função de níveis de sombreamento e doses de Osmocote® em 50% representou 5,13 (5,333 g.kg⁻¹) e 5,30 (16,000 g.kg⁻¹), enquanto que 80% representou 5,26 (5,333 g.kg⁻¹), 5,20 (10,667 g.kg⁻¹). O índice de velocidade de emergência apresenta melhores resultados quando associado a no mínimo 50% de sombreamento e adubação de 5,333 g.kg⁻¹, pelos valores médios foi possível observar que a emergência das plântulas ocorreu mais rapidamente em ambiente protegidos com manta térmica com intercepção da luz solar e adubação.

Quando há temperaturas alternadas o processo de germinação é geralmente realizado a temperatura reduzida durante 16 horas todos os dias. Apesar de oscilações naturais entre as temperaturas diurnas e noturnas não são tão pronunciados em baixas florestas tropicais úmidas e outros terrenos florestais, temperaturas alternadas pode, no entanto, afetar a germinação. Já a luz deve ser distribuída uniformemente e sua intensidade deve variar de 750 a 1.250 lux. As sementes devem receber luz apenas durante parte do período de germinação, geralmente de 8 horas de cada 24, mas no caso de sementes de algumas espécies podem ser desejáveis para aumentar ou reduzir esse tempo (CARVALHO FILHO et al., 2005).

Segundo Floriano (2004), de todas as medições da qualidade de sementes, nenhuma é tão importante, quanto determinar os potenciais de germinação. A utilização de condições ideais para a germinação fortalece o bom desempenho dos plantios florestais, visto que mudas bem nutridas inicialmente apresetam melhor desempenho em campo (CARVALHO FILHO et al., 2005). Um dos fatores que podem tem efeito sobre a velocidade de germinação é a temperatura, devido a excessiva incidência de radiação solar. Para as sementes de eucaliptos, que apresentam alto valor comercial, é muito útil ter o padrão comum de sombreamento e adubação para avaliar o potencial de germinação (NAKAGAWA, 2000; SANTOS et al., 2014).

Dessa forma, os resultados desses testes devem ser aplicáveis à eucalipnocultura, principalmnete a espécie robusta. No entanto, às vezes não é suficiente para garantir o melhor desenvolvimento das mudas, devendo o mesmmo ser avaliado juntamente a outras variáveis de crescimento para garantir o sucesso das áreas reflorestadas (ALMEIDA et al., 2005; FLORIANO, 2004; SANTOS et al., 2014).

4.2 DIÂMETRO DO COLETO

O diâmetro do coleto (DC) é um dos parâmetros mais utilizado na avaliação de desenvolvimento e qualidade de mudas sob diferentes ambientes, pois encontra-se relacionado com o crescimento das plantas em altura e produção de massa (REGO; POSSAMAI, 2006).

Através da análise conjunta da média de todos os tratamentos (Tabela 4) verifica-se diferença significativa no DC em todos os níveis de sombreamento,

adubação e na interação sombreamento x adubação, sendo observado tratamento a pleno sol (sombreamento 0%) e dose de 5.33 g.kg⁻¹ de NPK (Tabela 5), apresentam resultado significativo, onde mudas com baixa disponibilidade de luz, acondicionada a escassez de nutrientes podem estiolar, ocasionando o crescimento apenas em altura das plântulas e ausência de matéria seca.

Tabela 4. Análise de variância e valores médios do diâmetro do coleto em mudas de *Eucalyptus robusta* em função de níveis de sombreamento e doses de Osmocote®.

FV	GL	SQ	QM	F
Sombreamento (S)	4	5,40797	1,35199	15,2746**
Doses (D)	4	34,46051	8,61513	97,3322**
Interação SxD	16	30,51515	1,90720	21,5472**
Tratamentos	24	70,38363	2,93265	33,1326**
Resíduo	75	6,63845	0,08851	
Total	99	77,02208		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 \leq p < 0.05$); ns não significativo ($p \geq 0.05$).

A análise de variância e valores médios do diâmetro do coleto em mudas de *Eucalyptus robusta* em função dos níveis de sombreamento e doses de Osmocote® mostram que em 0% de sombreamento com doses de 5,33 g.kg⁻¹ representou 2,50 de circunferência, já no sombreamento de 15% com doses de 16,00 g.kg⁻¹ representou 3,90. Em 30% de sombreamento com doses de 2,67 representou 2,47 e com doses de 5,33 g.kg⁻¹ representou 2,53. Em 50% de sombreamento com dose de 10,67 g.kg⁻¹ representou 3,01 e em 80% de sombreamento com dose de 4,07.

Tabela 5. Valores médios do diâmetro do coleto de plântulas de *Eucalyptus robusta* em diferentes sombreamentos e doses de adubação.

Sombreamento	Doses (g.kg ⁻¹)				
	0	2,667	5,333	10,667	16,000
0%	1,00 bC	1,81 bB	2,50 aA	2,48 bA	1,32 cC
15%	1,14 bC	1,50 bC	2,23 bB	1,87 cB	3,90 aA
30%	0,90 bC	2,47 aA	2,53 aA	2,04 cB	2,57 bA
50%	1,60 aC	1,64 bC	1,25 cC	3,01 aA	2,29 bB
80%	1,02 bD	2,06 aC	2,02 bC	3,40 aB	4,07 aA
C.V (%)	14,14				

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si ao nível de 1% de significância pelo teste de Scott Knott.

O sombreamento pode diminuir a fotossíntese e a quantidade de fotoassimilados e reguladores de crescimento, ocasionando a redução do DC. Segundo Kozlowski (1962), a fotossíntese está diretamente ligado a medida do diâmetro do coleto, não estando ligada unicamente ao crescimento da parte aérea. Estudos realizados com a espécie *Pinus*, mostram que mudas produzidas em viveiros são mais delgadas e tem maior altura do que as mudas produzidas a pleno sol, mas nem sempre maior diâmetro do coleto (BOYER e SOUTH, 1984).

O diâmetro do coleto é um dos parâmetros indicado que prever a sobrevivência das mudas após o plantio, principalmente quando relacionado a outros fatores de avaliação, tais como massa seca de raiz, altura da parte aérea e massa seca da parte aérea (FONSECA, 2002).

Outros autores relatam a influência significativa do desenvolvimento de mudas, apresentando maiores médias de diâmetro de coleto em ambientes com 50% de sombreamento (ALMEIDA et al., 2005).

4.3 COMPRIMENTO DA RAIZ

Na análise de variância de comprimento de raiz, a diferença entre sombreamento, doses de adubação e a interação entre sombreamento x doses de adubação foi significativa (Tabela 6).

Tabela 6. Análise de variância e valores médios do comprimento da raiz em mudas de *Eucalyptus robusta* em função de níveis de sombreamento e doses de Osmocote®.

FV	GL	SQ	QM	F
Sombreamento (S)	4	436,42379	109,10595	77,5006**
Doses (D)	4	62,25607	15,56402	11,0555**
Interação SxD	16	190,22607	11,88913	8,4451**
Tratamentos	24	688,90593	28,70441	20,3895**
Resíduo	75	105,58553	1,40781	
Total	99	794,49145		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 \leq p < 0.05$); ns não significativo ($p \geq 0.05$).

Com os resultados obtidos nota-se que as plântulas do tratamento a pleno sol obtiveram desenvolvimento superior do sistema radicular, com 19,42 cm (Anexo – Figura 8), do que as mudas sombreadas (Tabela 7).

Tabela 7. Valores médios do comprimento de raiz de plântulas de *Eucalyptus robusta* em diferentes sombreamentos e doses de adubação.

Sombreamento	Doses (g.kg ⁻¹)				
	0	2,667	5,333	10,667	16,000
0%	10,05 cD	15,87 aB	19,42 aA	13,99 bC	14,01 aC
15%	15,49 aA	13,57 bB	13,96 bB	16,56 aA	13,32 aB
30%	7,86 dB	8,17 cB	8,98 cB	10,27 cA	10,10 bA
50%	12,93 bA	12,87 bA	14,08 bA	14,14 bA	13,17 aA
80%	14,28 aA	12,89 bA	15,21 bA	13,87 bA	13,95 aA
C.V (%)	15,41				

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si ao nível de 1% de significância pelo teste de Scott Knott.

Em relação à variância e valores médios da interação do sombreamento e doses de adubação o comprimento da raiz em mudas de *Eucalyptus robusta*, apresentam crescimento inferior quando expostos a pleno sol juntamente com a presença de altas doses de Osmocote, tornando-se desfavorável ao crescimento da raiz das mudas de eucalipto.

Para o melhor crescimento da raiz de mudas de eucalipto são indicados os tratamentos a pleno sol com 10,67 g.kg⁻¹; sombreamento de 15% sem adubação e 10,67 g.kg⁻¹ de adubo; 50% de sombra e 16,00 g.kg⁻¹ de adubo e 80% de sombreamento com 16,00 g.kg⁻¹ adubo.

O comprimento do sistema radicular foi aparentemente, exigente quanto a luminosidade e adubação do substrato, ou seja, mudas adubadas de forma balanceada obtém crescimento semelhantes a mudas produzidas a pleno sol.

4.4 COMPRIMENTO DA PARTE AÉREA

Na análise de variância de comprimento da parte aérea, a diferença entre sombreamento, doses de adubação e a interação entre sombreamento x doses de adubação foi significativa (Tabela 8).

Tabela 8. Análise de variância e valores médios do comprimento da parte aérea em mudas de *Eucalyptus robusta* em função de níveis de sombreamento e doses de Osmocote®.

FV	GL	SQ	QM	F
Sombreamento (S)	4	3681,9871	920,4967	188,9183**
Doses (D)	4	18018,4385	4504,6096	924,5044**
Interação SxD	16	7395,4327	462,2145	94,8627**
Tratamentos	24	29095,8584	1212,3274	248,8123**
Resíduo	75	365,4344	4,8724	
Total	99	29461,2928		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 \leq p < 0.05$); ns não significativo ($p \geq 0.05$).

Considerando a média de todos os tratamentos observados o sombreamento foi favorável ao crescimento da parte aérea, conforme o Tabela 9. Apresentando maior capacidade de crescimento e desenvolvimento das mudas em ambientes sombreados a no mínimo 30%, como pode ser observados na Figura 9, em anexo, caracterizando a adaptação da espécie de sobrevivência das espécies mesmo em baixos níveis de luminosidade.

De maneira geral, as plântulas produzidas a pleno sol e com baixas doses insuficientes de NPK, apresentaram crescimento da parte aérea tardio, o que pode ocasionar maior tempo, superior a 90 dias, para o plantio efetivo das mudas, além do aumento dos custos de produção das mudas, permanecendo as mesmas por maior período no viveiro de produção.

Tabela 9. Valores médios do comprimento da parte aérea de plântulas de *Eucalyptus robusta* em diferentes sombreamentos e doses de adubação.

Sombreamento	Doses (g.kg ⁻¹)				
	0	2,667	5,333	10,667	16,000
0%	10,87 aE	32,53 aB	27,48 dC	36,50 cA	20,00 eD
15%	10,34 aE	18,49 dD	32,17 cC	35,51 cB	49,79 bA
30%	9,13 aD	22,82 cC	43,31 aA	40,44 bB	39,40 cB
50%	9,60 aD	29,77 bC	36,03 bB	60,73 aA	32,86 dC
80%	9,07 aE	27,57 bD	43,53 aC	61,43 aB	75,77 aA
C.V (%)	6,77				

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si ao nível de 1% de significância pelo teste de Scott Knott.

Segundo Leão (1990) espécies florestais, como o paricá, apresentam melhor crescimento em pleno sol e/ou nas áreas de clareiras das florestas primárias, com grande radiação solar.

Para o melhor crescimento em parte aérea das mudas de eucalipto podem ser utilizados sombreamento a nível de 30% e 5,33 g.kg⁻¹ de Osmocote, bem como 50% de sombra e 10,67 g.kg⁻¹ e 80% de sombra e 16,00 g.kg⁻¹, visto que quanto maior o sombreamento, menor a intensidade luminosa e menor a taxa de realização da fotossíntese nas plântulas.

4.5 MASSA FRESCA DA RAIZ

A análise de variância (Tabela 10) indica que tanto o sombreamento, quanto a dosagem na adubação interferem na produção de massa fresca da raiz de plântulas de eucalipto produzidas em viveiro e que a interação entre o sombreamento e adubação também é significativa estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 10. Análise de variância e valores médios da massa fresca da raiz em mudas de *Eucalyptus robusta* em função de níveis de sombreamento e doses de Osmocote®.

FV	GL	SQ	QM	F
Sombreamento (S)	4	130,9860	32,7465	11214,5522**
Doses (D)	4	504,4164	126,1041	43186,3365**
Interação SxD	16	266,0516	16,6282	5694,5980**
Tratamentos	24	901,4540	37,5606	12863,2135**
Resíduo	75	0,2190	0,0029	
Total	99	901,6730		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 \leq p < 0.05$); ns não significativo ($p \geq 0.05$).

A massa fresca da raiz das mudas de eucalipto foi superior quando reduzida a luminosidade mínima a 15% em interação a dose de 5,33 g.kg⁻¹ de NPK, além de 50% e 80% de sombreamento e 10,67 e 16,00 g.kg⁻¹ de adubo, respectivamente, conforme apresentado no Tabela 11. Considerando que a massa fresca da raiz de plântulas desenvolvidas a pleno sol foi inferior aos demais tratamentos, mesmo em doses elevadas de adubação, fator este que pode ter ocorrido pela redução da quantidade de auxina, hormônio que auxilia no crescimento e produção de raízes secundárias (MORELLI; RUBERTI, 200).

Tabela 11. Valores médios massa fresca da raiz de plântulas de *Eucalyptus robusta* em diferentes sombreamentos e doses de adubação.

Sombreamento	Doses (g.kg ⁻¹)				
	0	2,667	5,333	10,667	16,000
0%	2,06 cE	3,70 dC	3,36 eD	7,59 cB	7,83 bA
15%	3,31 aE	5,19 cD	9,25 aA	6,45 dC	7,60 cB
30%	1,03 dE	5,73 bD	6,71 dB	8,44 bA	6,59 dC
50%	2,04 cE	11,30 aB	9,07 bC	11,60 aA	7,78 bD
80%	2,19 bE	3,52 eD	7,91 cB	6,00 eC	11,40 aA
C.V (%)	0,86				

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si ao nível de 1% de significância pelo teste de Scott Knott.

Trabalhos realizados com *Pinus* apontam que a massa fresca da raiz de mudas desenvolvidas a pleno sol, quando comparadas as sombreadas é inferior, visto que as mudas estão sujeitas a maior restrição hídrica, induzindo assim o crescimento da massa seca da raiz, em virtude dos assimilados pela parte aérea das plântulas (TESKEY, 1987).

Nos tratamentos sombreados a pelo menos 15% o desempenho da massa fresca da raiz é significativamente maior ao tratamento a pleno sol, ocasionando assim maior desenvolvimento da massa fresca da raiz de mudas de eucaliptos produzidos condições de viveiro.

4.6 MASSA FRESCA DA PARTE AÉREA

A análise de variância (Tabela 12) indica que tanto o sombreamento, quanto a dosagem na adubação interferem na produção de massa fresca parte aérea de plântulas de eucalipto produzidas em viveiro e que a interação entre o sombreamento e adubação também é significativa estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade (Anexo - Figura 10).

Tabela 12. Análise de variância e valores médios massa fresca da parte aérea em mudas de *Eucalyptus robusta* em função de níveis de sombreamento e doses de Osmocote®.

FV	GL	SQ	QM	F
Sombreamento (S)	4	2296,1559	574,0390	282,8630**
Doses (D)	4	8742,4201	2185,6050	1076,9769**
Interação SxD	16	3586,7929	224,1746	110,4641**
Tratamentos	24	14625,3689	609,3904	300,2827**
Resíduo	75	152,2042	2,0294	
Total	99	14777,5731		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 \leq p < 0.05$); ns não significativo ($p \geq 0.05$).

Em relação à variância e valores médios (Tabela 13) a massa fresca da parte aérea em mudas de *Eucalyptus robusta* em função de níveis de sombreamento e doses de Osmocote, em 0% de sombreamento com doses de 10,67 g.kg⁻¹ apresentou 36,47 g. Em 15% de sombreamento com doses de 5,33 g.kg⁻¹ desenvolveu 38,77 g. Já em 30% de sombreamento com doses de 10,67 g.kg⁻¹ representou 38,40 g de massa fresca da parte aérea.

Tabela 13. Valores médios massa fresca da parte aérea de plântulas de *Eucalyptus robusta* em diferentes sombreamentos e doses de adubação.

Sombreamento	Doses (g.kg ⁻¹)				
	0	2,667	5,333	10,667	16,000
0%	3,68 aE	13,61 bD	27,45 bB	36,47 aA	23,72 dC
15%	5,59 aD	21,16 aC	38,77 aA	34,35 bB	33,81 aB
30%	1,17 bE	12,69 bC	25,60 cA	4,03 dD	23,10 dB
50%	4,23 aE	13,74 bD	24,03 cC	38,40 aA	26,44 cB
80%	3,41 aD	9,68 cC	7,93 dC	23,64 cB	31,31bA
C.V (%)	7,30				

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si ao nível de 1% de significância pelo teste de Scott Knott.

Nakazono (2001) também observou que plantas de *Euterpe edulis* Mart. sob forte sombreamento (2% ou 6% da luz solar direta) apresentaram menores índices de massa fresca da parte aérea em relação às plantas sob maior nível de luz. Quando a produção de mudas ocorre em elevados níveis de sombreamento e sem adubação a massa fresca das plântulas é inferior as demais, o que interfere na qualidade das mudas produzidas, visto que as mesmas não conseguem realizar com

maior eficiência o processo de fotossíntese e até mesmo a absorção de nutrientes, fator este que interfere diretamente na qualidade das mudas plantadas

4.7 MASSA SECA DA PARTE AÉREA

A análise de variância (Tabela 14) indica que tanto o sombreamento, quanto a dosagem na adubação interferem na produção de massa seca da parte aérea de plântulas de eucalipto produzidas em viveiro e que a interação entre o SxD também é significativa estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 14. Análise de variância e valores médios massa seca da parte aérea em mudas de *Eucalyptus robusta* em função de níveis de sombreamento e doses de Osmocote®.

FV	GL	SQ	QM	F
Sombreamento (S)	4	5,1506	1,2876	96,5574**
Doses (D)	4	24,6338	6,1585	461,8057**
Interação SxD	16	7,4787	0,4674	35,0506**
Tratamentos	24	37,2631	1,5526	116,4276**
Resíduo	75	1,0002	0,0133	
Total	99	38,2633		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 \leq p < 0.05$); ns não significativo ($p \geq 0.05$).

Estudos de Carvalho Filho et al. (2005) mostram que em ambiente com 50% de sombra, proporcionou melhores resultados quanto a produção de massa seca da parte aérea, sendo que quando exposta a radiação solar de forma direta e continua a plantas tendem a estiolar e conseqüentemente tem seu desenvolvimento afetado.

O desenvolvimento de biomassa, conforme Tabela 15, foi maior em 50% de sombra quando avaliado em conjunto com a adubação de 5,33 g.kg⁻¹ de Osmocote, juntamente com 10,67 g.kg⁻¹ de adubo a pleno sol e 16,00 g.kg⁻¹ de adubo a 80% de sombreamento.

Tabela 15. Valores médios massa seca da parte aérea de plântulas de *Eucalyptus robusta* em diferentes sombreamentos e doses de adubação.

Sombreamento	Doses (g.kg ⁻¹)				
	0	2,667	5,333	10,667	16,000
0%	0,25 aD	0,80 bC	1,49 bB	1,79 aA	1,63 aB
15%	0,25 aD	1,31 aC	2,50 aA	1,63 aB	1,23 bC
30%	0,23 aC	0,59 cB	1,58 bA	1,45 bA	1,53 aA
50%	0,18 aD	0,71 bC	1,18 cB	1,35 bA	1,39 bA
80%	0,14 aE	0,52 cC	0,52 cC	1,12 cB	1,40 bA
C.V (%)	10,85				

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si ao nível de 1% de significância pelo teste de Scott Knott.

Observando a análise de variância e valores médios de massa seca da parte aérea em mudas de *Eucalyptus robusta* em função de níveis de sombreamento e doses de Osmocote® observa-se que em 0% de sombreamento com doses de 10,67 (g.kg⁻¹) representou 1,79 g, já em 15% de sombreamento com doses de 5,33 (g.kg⁻¹) representou 2,50 g Em doses de 30% de sombreamento com doses de 16,00 (g.kg⁻¹) representou 1,53 g. Pelas médias isoladas, observou-se que sombreamento a 15% apresentou melhores resultados.

Estudos realizados por Pedroso e Varela (1995), mostram que o efeito do sombreamento sobre mudas da espécie florestal *Ceiba pentandra* (sumaúma) testando sombreamentos de 0%, 30%, 50% e 70%, significativamente igual entre os tratamentos, ou seja, não houve diferença entre a massa seca da parte aérea nos diferentes sombreamentos.

4.8 NÚMERO DE FOLHAS

De acordo com Carvalho Filho et al. (2005) a variação no número de folhas ocorre em virtude dos níveis de sombreamento e dosagens de adubação, que interferem na produção de mudas de eucalipto. A análise de variância (Tabela 16) indica que tanto o sombreamento, quanto a dosagem na adubação interferem na produção de folhas nas plântulas e que a interação entre o SxD também é significativa estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade.

Martins e Streck (2007), afirmam que diferentes condições de temperatura afetaram a velocidade de emissão de folhas na haste principal do eucalipto. Nas épocas temperaturas média e máxima foram mais elevadas o NF e a velocidade de

emissão das folhas foi maior e o contrário ocorreu com as épocas em que as temperaturas foram baixas e, conseqüentemente, a velocidade de emissão das folhas foi baixa, indo de encontro aos dados encontrados na Tabela 17, dos valores médios do número de folhas nas plântulas de *E. robusta*.

Tabela 16. Análise de variância e valores médios número de folhas em mudas de *Eucalyptus robusta* em função de níveis de sombreamento e doses de Osmocote®.

FV	GL	SQ	QM	F
Sombreamento (S)	4	164,3000	41,0750	160,0325**
Doses (D)	4	1229,9000	307,4750	1197,9545**
Interação SxD	16	85,3000	5,3312	20,7711**
Tratamentos	24	1479,5000	61,6458	240,1786**
Resíduo	75	19,2500	0,2567	
Total		99	1498,7500	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 \leq p < 0.05$); ns não significativo ($p \geq 0.05$).

Estudos realizados por Binotto et al., (2007), com *E. grandis* W. e *Pinus elliottii* mostram que a análise individual do NF representa o pior variável para indicar a qualidade de mudas, devendo sempre está associada a outra variável. A estimativa da qualidade de mudas poderá ser avaliada pela contagem de número de folhas, quando relacionada à altura da parte aérea, visto que estes parâmetros apresentaram contribuição relativa, além da facilidade de obtenção de dados, evitando a destruição das amostras (Gomes et al., 2008).

Tabela 17. Valores médios número de folhas de plântulas de *Eucalyptus robusta* em diferentes sombreamentos e doses de adubação.

Sombreamento	Doses (g.kg ⁻¹)				
	0	2,667	5,333	10,667	16,000
0%	4,75 bE	7,25 dD	10,00 cC	11,25 dB	16,00 bA
15%	6,00 aE	8,00 cD	13,25 aC	14,75 aB	17,25 aA
30%	4,00 cD	10,00 bC	12,00 bB	12,00 cB	14,00 cA
50%	4,00 cD	6,00 eC	8,00 dB	12,00 cA	12,00 dA
80%	6,00 aE	10,75 aD	12,00 bC	14,00 bB	16,00 bA
C.V (%)	4,85				

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si ao nível de 1% de significância pelo teste de Scott Knott.

Análise de variância e valores médios número de folhas em mudas de *Eucalyptus robusta* em função de níveis de sombreamento e doses de Osmocote. Em sombreamento de 15% em interação a dose de 16,00 g.kg⁻¹ de Osmocote representou média de 17,25 folhas aos 90 dias por plântula, como melhor índice de número de folhas.

5 CONCLUSÕES

Mudas produzidas a pleno sol e sem adubação apresentam menor desenvolvimento e qualidade, influenciando na baixa produtividade no cultivo de eucalipto, comprometendo a exploração florestal.

A interação sombreamento x adubação é significativa para IVE, DC, CR, CPA, MFR, MFPA, MSR, MSPA e NF, na espécie *E. robusta*.

Mudas produzidas com 10,67 g.kg⁻¹ de Osmocote apresentam desenvolvimento superior as demais.

Nos tratamentos em ambiente sombreados manteve a superioridade quanto às variáveis analisadas, obtendo posição de destaque o nível de 50% de sombreamento.

REFERÊNCIAS

- ABRAF. Anuário estatístico ABRAF 2013 ano base 2012. ABRAF. – Brasília: 2013.
- AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLA, M.B. Sementes florestais, morfologia, germinação, produção. ABRATES, Brasília, 1993.
- AGUIAR, I. B.; CARVALHO, N. M.; MAIMONI-RODELLA, R. C. S.; DAMASCENO, M. C. M. Influência do tamanho sobre a germinação e o vigor de sementes de eucalipto. *Revista brasileira de sementes*, v. 1, n. 1, p. 53-58, 1979.
- ALMEIDA, S. M. Z.; SOARES, A. M.; CASTRO, E. M. de; VIEIRA, C. V.; GAJEGO, E. B. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 35, n. 1, p. 62-68, 2005.
- AMARAL, L. de P. Geoestatística na caracterização do solo e da vegetação em floresta ombrófila mista. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, 2010.
- ASSIS, T. F.; TEIXEIRA, S. L. Enraizamento de plantas lenhosas. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. (Ed.). **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPq, 1998. p.261-296.
- BARROS, N. F.; COMERFORD, N.B. Interpretação de análises químicas de solo para o crescimento de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, v.6, n.1, p.38-44, 1982.
- BERTOLA, A. Eucalipto – 100 anos de Brasil – “Falem mal, mas continuem falando de mim!”. V&M Florestal Ltda, Curvelo - MG, 91 p. 2013.
- BERTOLUCCI, F. L. G.; PENCHEL, R. M. Clonagem do eucalipto: efeitos sobre a produtividade e qualidade da madeira. **Ciência Hoje**, v. 16, n. 91, p. 16-21, 1993.
- BINOTTO, A. F. Variação entre variáveis de crescimento e o índice de qualidade de Dickson em mudas de *Eucalyptus grandis* w. Hillm ex Maid e *Pinnus elliottii* var. *elliottii* Engelm, 2007. 56f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal –Manejo Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- BRASIL. Lei 12.651, de 25 de maio de 2012. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 17 nov. 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Normas Climatológicas - 1961-1990. Brasília: MARA, 1992. 84 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/paisesat/main_frameset.php>. Acesso em: 10 out. 2015.

CARNEIRO, J.G. de A. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Curitiba: UFPR/FUPEF, Campos: UENF, 1995. 451p.

CARPANEZZI, A. A.; STA, L. G. da S.; KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. de A. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas; a observação de laboratórios naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1991. V 3, p. 216-221.

CARVALHO FILHO, J. L. S.; ARRIGONI, M. F. B.; SANTOS NETO, A. F.; AMÂNCIO, V. F. Produção de mudas de *Cassia grandis* L. em diferentes recipientes e misturas de substratos. **Revista Ceres**, v. 49, p. 341-352. 2005.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4.ed. FUNEP: Jaboticabal, 2000. 588 p.

CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. O. de S.; CREPALDI, I. C. Crescimento inicial de plantas de lircuri (*Syagrus coronata*(Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 351-357, 2006.

CAVALCANTI FILHO, P. F. M. Efeito de reguladores de crescimento na brotação e desenvolvimento de miniestacas para propagação clonal de *coffea arabica* L. cultivar "Catuaí". 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

CETNARSKI FILHO, R.; CARVALHO, R. I. N. Massa da amostra, substrato e temperatura para teste de germinação de sementes de *Eucalyptus dunnii* Maiden. *Ciência Florestal*, v. 19, n. 3, p. 257-265, 2009.

CHALFUN, N. N. J. **Fatores bioquímicos e fisiológicos no enraizamento de estacas de *Hibiscus rosa-sinensis* L.** 1989. 85f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1989.

CIPRIANI, E. V. Modelagem agrometeorológica para a previsão de produtividade de cafeeiros na região sul do Estado de Minas Gerais. Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras Lavras : UFLA, 2015. 67 p.

CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A. de; BRUNO, R. de L. A.; SILVA, J. A. L. da; SOUZA, V. C. de. Efeito dos substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade de mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex. D. C.) Standl. **Revista Árvore**, v. 29, n. 4, p. 507-516, 2005.

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Viveiros florestais. In: DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2008. p. 83-124.

DIAS, D. C. F. C.; RIBEIRO, F. P.; DIAS, L. A. S.; SILVA, D. J. H.; VIDIGAL, D. de S. Maturação de sementes de tomate em função da ordem de frutificação na planta. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 53, n. 308, p. 446-456, 2006.

DIAS FILHO, M. B. Physiological response of *Solanum crinitum* Lam. to contrasting light environments. *Pesquisa e Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 32, n. 8, p. 789-796, 1997.

DUTRA, L. F.; KERSTEN, E.; FACHINELLO, J. C. Época de coleta, ácido indolbutírico e triptofano no enraizamento de estacas de pessegueiro. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 327-333, 2002.

DUTRA, T. R.; GRAZZIOTTI, P. H.; SANTANA, R. C.; MASSAD, M. D. Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 2, p. 321-329, abr-jun, 2012.

FACHINELLO, J. C. Efeitos morfo-fisiológicos do anelamento no enraizamento de estacas lenhosas de macieira cultivar Malling-Merton 106. 1986. 93f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Piracicaba, 1986.

FERREIRA, E. M.; ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G.; LEITE, H. G.; SARTORIO, R. C.; PENCHEL FILHO, R. M. Determinação do tempo ótimo do enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, v.28, n.2, p.183-187, 2004.

FERREIRA, M. G. R.; TORRES, S. B. Influência do tamanho das sementes na germinação e no vigor de plântulas de *Acacia Senegal* (L.) Willd. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 271-275, 2000.

FLOR, H. de M. Silvicultura extensiva nos empreendimentos rurais. **Brasil Agrícola**, São Paulo, 1ª Ed. 2014, p. 184 p.

FLORIANO, E. P. Germinação e dormência de sementes florestais, Caderno Didático nº 2, 1ª ed. Santa Rosa, 2004. 19 p.

FOELKEL, C.E.B. Eucalipto no Brasil, história de pioneirismo. **Revista Visão Agrícola**, v. 4, n.4, p.65-69, dez. 2005.

FONSECA, É. de P.; VALERI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L.. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.4, p.515-523, 2002.

FOWLER, J.A.P.; MARTINS, E.G. Coleta de sementes. In: MANEJO de sementes de espécies florestais, Colombo: EMBRAPA Florestas, 2001. p.9-13. (Documentos, 58).

GAJEGO, E. B. Crescimento de plantas jovens de *Maclura tinctoria* e *Hymenaea courbaril* em diferentes condições de sombreamento. In: CONGRESSO NACIONAL DE FISILOGIA, 8., 2001, Ilhéus-BA. CD-ROM.6-029.

GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais.** Emprapa Informações Tecnológicas, Brasília, 2000. 351 p.

GOMES, I. A. C.; CASTRO, E. M. de.; SOARES, A. M.; ALVES, J. D.; ALVARENGA, M. I. N.; ALVES, E.; BARBOSA, J. P. R. A. D.; FRIES, D. D. Alterações morfofisiológicas em folhas de *Coffea arabica* L.cv. "Oeiras" sob influência do sombreamento por *Acacia mangium* Will. Revista Ciência Rural, v.38, n.1, p.109-115, 2008.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia, 1996. **Resumos.** Piracicaba, Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, 1996.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J.L.M. e BENEDETTI, V. Nutrição e Fertilização Florestal. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 309-350.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F. T. 1997. Plant propagation; principles and practices. 6 ed. New Jersey: Prentice Hall. 770p.

HOBBS, R. J.; CATLING, P. C.; WOMBEY, J.C.; CLAYTON, M.; ATKINS, L.; REID, A. Faunal use of bluegum (*Eucalyptus globulus*) plantations in southwestern Australia. Agroforestry Systems. v. 58, p. 195-212, maio 2003.

KÄMPF, A. N. Evolução e perspectivas do uso de substratos no Brasil. In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M. A. N. Nutrição e Adubação de Plantas Cultivadas em Substrato. Viçosa: Editora Gráfica da Universidade Federal de Viçosa, 2004. p. 3-10.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro. v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.

LAMPRECHT, H. Silvicultura nos trópicos: Ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – Possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. Tradução de Guilherme de Almeida, Gilberto Calcagnotto. Eschborn: Dt. Ges. Für Techn. Zusammenarbeit (GTZ); 1990. 332 p.

LINDENMAYER, D. B.; HOBBS, R. J. Fauna conservation in Australian plantation forests: a review. Biological Conservation, Essex, v. 119, p. 151-168, 2004.

LOUREIRO, M. B.; GONÇALVES, E. R. da.; ROSSETTO, C. A. V. Avaliação do efeito do tamanho de sementes na germinação e no vigor de garapa (*Apuleia leiocarpa* (Vog.) MACBR. *Revista Univ. Rural. Seropédica*, v. 24, n. 1, p. 73-77 jan./jun. 2004.

MAFIA, R. G.; ALFENAS, A.C.; FERREIRA, E. M.; ZARPELON, T. G.; SIQUEIRA, L. Crescimento de mudas e produtividade de minijardins clonais de eucalipto tratados com rizobactérias selecionadas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 843-851, 2005a.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-77, 1962.

MARTINS, F. B.; STRECK, N. A. Aparecimento de folhas em mudas de eucalipto estimado por dois modelos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v. 42, n. 8, p. 1091-1100, ago/2007.

MARTINS, S. V. Recuperação de matas ciliares. 2. ed. Revisado e ampliado. Viçosa:MG, CPT, 2007. 255 p.

MAY, J. T. Nutrients and fertilization. In: SOUTHERN pine nursery handbook. [S.l]: USDA. For. Serv., Southern Region, 1984. p.1-41.

MIRANDA, T.; XAVIER, A.; OTONI, W. C.; REIS, G. G. dos. Efeito do AIB no enraizamento de miniestacas e microestacas de clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 1, p. 1-7, 2001.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. A cultura do eucalipto no Brasil. São Paulo, SBS, 2000. 112 p.

MORAES NETO, S. P. GONÇALVES, J.L.M.; TAKAKI, M.; CENCI, S.; GONÇALVES, J.C. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica, em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, v.24, n.1, p.35-45, 2001.

MOURA, V. P. G.; GUIMARÃES, D. P. Produção de mudas de *Eucalyptus* para o estabelecimento de plantios florestais. Brasília: EMBRAPA-CENARGEN; 2003. (Comunicado Técnico, n. 85).

NASSIF, S. M. L.; PEREZ, S. C. J. G. A.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina:ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.

NAKAZONO, E.M.; COSTA, M.C.; FUTATSUGI, K.; PAULILO, M.T.S. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.2, p.173-179, 2001.

OLIVEIRA, I. V. M.; COSTA, R.S.; ANDRADE, R. A.; MARTINS, A. B. G. 2005. Influência do tamanho da semente sobre surgimento de longan (*Dimocarpus longan* Lour) mudas. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 27, p. 171-172.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. Propagação vegetativa de espécies florestais, Viçosa: UFV, 1995, 40 p. (IPEF. Boletim, 322).

PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação de qualidade de mudas florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1., 1981, Curitiba. Anais... Curitiba: FUPEF, 1981. p. 59-90.

PEDROSO, S. G.; VARELA, V. P. Efeito do sombreamento no crescimento de mudas de sumauma (*Ceiba pentandra* (e.) Gaertn). **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 17, no 1, p. 47-51, 1995.

PENCHEL, R. M.; W. C.; XAVIER, A . Otimização de parâmetros fisiológicos da propagação vegetativa por estaquia de matrizes elite de eucaliptos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 5., 1995, Lavras. **Resumos...** Lavras: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 1995. 83 p.

REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do Sombreamento sobre o Teor de Clorofila e Crescimento Inicial do Jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v.53, p.179-194, 2006.

REZENDE, G. C. de; FONSECA, E. de P. Implantação da cultura do eucalipto. Informe agropecuário, Belo Horizonte, v. 12, p. 20-24, 1986.

ROWEDER, C.; NASCIMENTO, M. S.; SILVA, J. B. Uso de diferentes substratos e ambiência na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de cedro. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrária*, Guarapuava, v.5, n.1, p.27-46, 2011.

SANTOS, U. F.; XIMENES, F. S.; LUZ, P. B. SEABRA JUNIOR, S.; PAIVA, S. Níveis de sombreamento na produção de mudas de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*). *Bioscience Journal*, v. 30, n. 1, p. 129-136, 2014.

SCARPINELLA, G. D. A. Reflorestamento no Brasil e o Protocolo de Kyoto. 2002. 182f. Dissertação (Mestrado em Energia) - Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2002.

SCHUBET, G. H.; ADAMS, R. S. Reforestation practices for conifers in California. Sacramento: Resources Agency, Dept. of Conservation, Division of Forestry, 1971.

SILVA, C.R.; SILVEIRA, R.L.V.A.; CAMARGO, F.R.A.; PATRO; CÍNIO, D.D.; HIGASHI, E.N. Crescimento de clone híbrido de *Eucalyptus* em função da aplicação de nitrogênio na presença e ausência de potássio. In: XXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Ribeirão Preto, 2005.

SILVEIRA, R.L.V.A.; MOTTER, M.M.; BOLOGNANI, H.A. Monitoramento nutricional e adubações corretivas na Vallourec & Mannesmann Florestal. Relatório de Pesquisa, Piracicaba, 36p, 2003.

SOARES, B. S.; NEPSTAD, D.C.; CURRAN, L.; CERQUEIRA, G. C.; GARCIA, R. A.; RAMOS, C. A.; VOLL, E.; MCDONALD, A.; LEFEBVRE, P.; Cenários de desmatamento para a Amazônia. Estudo de Avaliação. v. 19 n. 54, São Paulo Maio/Ago. 2005.

TITON, M.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. Dinâmica do enraizamento de microestacas e miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.26, n.6, p.665-673, 2002.

VARELA, V. P.; SANTOS, J. dos. Influência do sombreamento na produção de mudas de angelim pedra (*Dinizia excelsa* Ducke). **Acta Amazônica**, v. 22, n. 3, p. 407-411. 1992.

VENTRELLA, M.C.; MING, L.C. Produção de matéria seca e óleo essencial em folhas de erva cidreira sob diferentes níveis de sombreamento e épocas de colheita. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, 2000. Suplemento.

VIANA, M. B. O eucalipto e os efeitos ambientais do seu plantio em escala. Brasília 2004. Câmara dos Deputados.

XAVIER, A.; ANDRADE, H. B.; OLIVEIRA, M. L. de; WENDLING, I. Desempenho do enraizamento de microestacas e miniestacas de clones de híbrido de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 25, n. 4, p. 403-411, 2009.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais. **Floresta e Ambiente**, v.8, n.1, p.187-194, 2001. WILCKEN, C. F.; LIMA, A. C. V.; DIAS, T. K. R.; MASSON, M. V.; FERREIRA FILHO, P. J.; POGETTO, M. H. F. A. D. Guia Prático de Manejo de Plantações de Eucalipto. Botucatu: FEPAF, 2008. 25 p.

ANEXOS



Figura 1. Sementes de *Eucalyptus robusta* Smith.

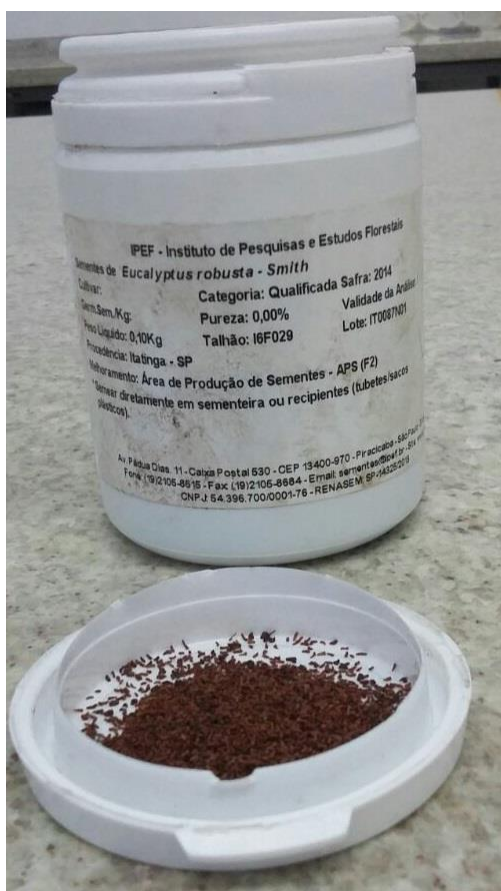


Figura 2. Sementes de *Eucalyptus robusta* Smith, obtidas através do Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais - IPEF.



Figura 3. Substrato comercial peneirado e pronto para ser misturado as doses de Osmocote®.



Figura 4. Plântulas de *Eucalyptus robusta* sombreadas 15 dias após a semeadura, em substrato misturado ao Osmocote®.



Figura 5. Vista geral do experimento, com plântulas de Eucalipto com 60 dias após a semeadura, destacando os níveis de sombreamento.



Figura 6. Plantas de *Eucalyptus robusta* com 90 dias após a semeadura, diferentes níveis de sombreamento. A - Pleno sol; B - 15%; C - 30%; D - 50% e E - 80%.



Figura 7. Plântulas de *Eucalyptus robusta* com 30 dias após semeadura, combinação sombreamento e adubação.



Figura 8. Medição do comprimento da raiz e da parte aérea de plântulas de *Eucalyptus robusta*.



Figura 9. Comparação entre plântulas de *E. robusta* produzidas a pleno sol e a 50% de sombreamento, 70 dias após a sementeira.



Figura 10. Medidas de massa fresca da parte aérea das plântulas, 90 dias após a semeadura.