



**POTENCIAL DE ENRAIZAMENTO DE
MUDAS E AVALIAÇÕES DE
CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE
DIFERENTES CLONES DE *Eucalyptus* sp. EM
VITÓRIA DA CONQUISTA- BA**

MIRYAN FRANCIELLE PEREIRA SERPA

2014

MIRYAN FRANCIELLE PEREIRA SERPA

**POTENCIAL DE ENRAIZAMENTO DE MUDAS E AVALIAÇÕES
DE CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE DIFERENTES
CLONES DE *Eucalyptus* sp. EM VITÓRIA DA CONQUISTA- BA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Araquém Ramos Cairo

Co-Orientador: Prof. Dr. Adalberto Brito de Novaes

Vitória da Conquista
BAHIA-BRASIL
2014

S495c

Serpa, Miryan Francielle Pereira.

Potencial de enraizamento de mudas e avaliações de crescimento inicial de plantas de diferentes clones de *Eucalyptus* sp. Em Vitória da Conquista - BA / Miryan Francielle Pereira Serpa, 2014.

57f.: il.; algumas col.

Orientador (a): Paulo Araquém Ramos Cairo.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia / Programa de Pós-graduação em Agronomia, Vitória da Conquista, 2014.

Referências: f. 41-50.

1. Eucalipto – Mudas clonais 2. Raízes – Regeneração – Eucalipto. I. Cairo, Paulo Araquém Ramos. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia / Programa de Pós-graduação em Agronomia. III.T.

CDD: 634.973766

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
Área de Concentração em Fitotecnia

Campus de Vitória da Conquista - BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: "POTENCIAL DE ENRAIZAMENTO E CRESCIMENTO INICIAL DE CLONES DE *Eucalyptus* sp. EM VITÓRIA DA CONQUISTA, BA"

Autor: Miryan Franciele Pereira Serpa

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela Banca Examinadora:



Prof. Paulo Araújo Ramos Cairo, D.Sc., UESB
Presidente



Prof. Luís Carlos de Freitas, D.Sc., UESB



Prof. Alessandro Carlos Mesquita D.Sc., UNEB

Data de realização: 14 de Março de 2014.

Estrada do Bem Querer, Km 4 – Caixa Postal 95 – Telefone: (77) 3425-9383 – Fax: (77) 3424-1059 – Vitória da Conquista – BA – CEP: 45031-900

Aos meus pais, Miguel e Odete, pelo amor demonstrado em todos os
momentos, incentivo, dedicação e exemplo de vida;
Aos meus irmãos, Cláudia, Lilian, Eliane e Leonardo, pelo apoio;
Aos meus sobrinhos, pelos abraços e sorrisos, a cada volta para casa;
A Thiago, pelo companheirismo e amor;
A todos os familiares e amigos que torceram por mim.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e pela realização de mais um sonho;

Aos meus pais, irmãos, sobrinhos e amigos, pelo incentivo;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, pela capacitação profissional;

Ao professor Dr. Paulo Araquém Ramos Cairo, pela orientação, compreensão e ensinamentos;

Ao professor Dr. Adalberto Brito de Novaes, pela co-orientação;

Aos professores do programa de Pós-Graduação em Agronomia da UESB, pelos conhecimentos transmitidos;

À Diretoria do Campo Agropecuário (DICAP) e toda a equipe de trabalhadores do campo, pelo apoio e serviços prestados;

Aos amigos da pós-graduação, em especial, a Denis Pereira Ribeiro;

Aos discentes Janderson de Jesus Lacerda e Theilon Henrique de Jesus Macedo, e às colegas da pós-graduação, Darlaine Maria Ferreira, Greice Marques Barbosa e Carmem Lacerda Lemos, pelo apoio na execução do trabalho;

A Thiago Henrique de Almeida, que, mesmo longe, compartilhou comigo os bons momentos e me ajudou durante os momentos difíceis;

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo;

À Angela Keila Dias, que tornou os meus dias em Conquista mais alegres e agradáveis;

À empresa Tecnoplant, pela doação das mudas;

À FAPESB, pelo auxílio dissertação.

RESUMO

SERPA, M. F. P. **POTENCIAL DE ENRAIZAMENTO DE MUDAS E AVALIAÇÕES DE CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE DIFERENTES CLONES DE *Eucalyptus* sp. EM VITÓRIA DA CONQUISTA – BA.** Vitória da Conquista – BA: UESB, 2014. (Dissertação – Mestrado em Agronomia: Área de concentração em Fitotecnia)*.

O objetivo deste estudo foi avaliar comparativamente o desempenho de cinco genótipos de *Eucalyptus* sp. [AEC 144 (*Eucalyptus urophylla*) e quatro híbridos “urograndis” (cruzamentos *E.urophylla* x *E. grandis*), identificados como CO 1404, CO 1407, CO 520 e CO 1249], nas condições edafoclimáticas de Vitória da Conquista – BA, com ênfase no potencial de enraizamento. Para tanto, foram realizados dois experimentos. Em um deles, conduzido em viveiro, mudas com 100 dias de idade tiveram suas raízes podadas e foram plantadas em tubos plásticos transparentes, marcados por riscos na sua superfície, para delimitar quatro quadrantes, e contendo substrato apropriado. Após 30 dias, avaliou-se o potencial de regeneração de raízes (PRR) em cada quadrante, e as massas secas da parte aérea e das raízes. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (clones) e quatro repetições, sendo três mudas por parcela, totalizando 60 mudas. Os clones AEC 144 e CO 520 apresentaram tendência de maior PRR. Entre os clones avaliados, não houve diferença significativa quanto ao número de raízes regeneradas nas porções superior e inferior dos tubos e no número de raízes regeneradas por quadrante. No segundo experimento, mudas com 100 dias de idade foram transplantadas para o campo. Cinco tratamentos (clones) foram distribuídos em quatro blocos casualizados, com 20 repetições. Cada repetição consistiu de 15 plantas, totalizando 300 plantas. Após seis meses de crescimento no campo, as plantas inteiras foram retiradas do solo e submetidas às seguintes avaliações: altura de plantas, diâmetro de colo, área foliar, número de folhas, comprimento da raiz principal, massa seca de parte aérea e raízes, e quantificação de moléculas orgânicas em raízes, tais como açúcares solúveis e redutores, proteínas totais e aminoácidos livres. No final deste experimento, verificou-se que, entre os clones, não houve diferenças significativas, em relação às características bioquímicas, fisiológicas e fitotécnicas avaliadas. Com base nas condições ambientais, no qual o experimento foi realizado, pode-se concluir que os cinco clones têm desempenhos semelhantes, em relação às características associadas ao crescimento inicial, e que essa similaridade pode contribuir para diversificar as opções de clones com potencial para cultivo em Vitória da Conquista.

* Orientador: Paulo Araújo Ramos Cairo, *D.Sc.*, UESB. Co-orientador: Adalberto Brito de Novaes, *D.Sc.*, UESB.

Palavras-chave: eucalipto, mudas clonais, regeneração de raízes.

ABSTRACT

SERPA, M. F. P. **ROOTING POTENTIAL OF SEEDLINGS AND EVALUATIONS OF INITIAL GROWTH OF PLANTS OF DIFFERENT *Eucalyptus* sp. CLONES IN VITÓRIA DA CONQUISTA, BAHIA.** Vitória da Conquista – BA: UESB, 2014. (Dissertation – Master in Agronomy / Phytotechny)*.

The aim of this study was to take a comparatively evaluation about the performance of five genotypes of *Eucalyptus* sp. [AEC 144 (*Eucalyptus urophylla*) and four “urograndis” hybrids (*E. urophylla* x *E. grandis* crossing), identified as CO 1404, CO 1407, CO 520 and CO 1249], at the environmental conditions of Vitoria da Conquista, Bahia, with emphasis on rooting potential. Two experiments were carried out. In one of them, which was carried out at nursery, seedlings aged 100 days were submitted to root pruning and planted in transparent plastic tubes marked by scratches on the surface, for defining four quadrants, containing the appropriate substrate. After 30 days, were performed evaluations of root regeneration potential (PRR) and determinations of shoot and root dry weight. Five treatments (clones) and four replications were arranged in completely randomized design, with three seedlings per replication, totalizing 60 seedlings. The tendency of greater PRR was more evident in AEC 144 and CO 520 clones. There was no significant difference among the clones in relation to number of roots regenerated in the upper and lower portions of the tubes, as well as in relation to number of roots regenerated per quadrant. In the second experiment, Seedlings aged 100 days were planted at a field area. Five treatments (clones) were arranged in four randomized blocks, with 20 replications. Each replication consisted of 15 plants, totalizing 300 plants. After six months of growing at the field, whole plants were removed from the soil and submitted to the following evaluations: plant height, stem diameter, leaf area, number of leaves, length of the main root, dry weight of shoot and roots, and quantification of organic molecules in roots, such as soluble and reducing sugars, total proteins and free amino acids. In the end of this experiment, there were no significant differences among the clones, in relation to the biochemical, physiological and agronomical characteristics evaluated. Based on environmental conditions where the experiment was carried out, it can be concluded that the five clones have similar performances, in relation to characteristics associated to initial growth, and that similarity can contribute to diversify the options of clones with potential for cultivation in Vitoria da Conquista.

Key words: eucalyptus, clonal seedlings, root regeneration.

*Adviser: Paulo Araquém Ramos Cairo, *D.Sc* – UESB; Coadviser: Adalberto Brito de Novaes, *D.Sc.*, UESB.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados meteorológicos registrados no município de Vitória da Conquista–BA, nos meses de abril a outubro de 2013.....	26
Tabela 2 – Número de raízes regeneradas – total, na porção superior e na porção inferior dos tubos – em cinco clones de <i>Eucalyptus</i> sp., aos 30 dias após a poda do sistema radicial	32
Tabela 3 – Número de raízes regeneradas por quadrante, em clones de <i>Eucalyptus</i> sp., aos 30 dias após a poda do sistema radicial	34
Tabela 4 – Relação matéria seca de parte aérea / raiz (MS PA/R), em cinco clones de <i>Eucalyptus</i> sp., aos 30 dias após a poda do sistema radicial	35
Tabela 5– Comprimento de raiz (CR), número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro do colo (DC) e altura de plantas (AP), de cinco clones de <i>Eucalyptus</i> sp., aos seis meses após o plantio no campo, nas condições edafoclimáticas de Vitória da Conquista/BA	36
Tabela 6– Matéria seca de parte aérea (MSPA), matéria seca de raiz (MSR) e relação matéria seca de parte aérea / raiz (MS PA/R), de cinco clones de <i>Eucalyptus</i> sp., aos seis meses após o plantio no campo, nas condições edafoclimáticas de Vitória da Conquista/BA.....	37
Tabela 7–Teores de açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR), sacarose (S), proteínas totais (P), e aminoácidos livres totais (AA), verificado no sistema radicial de cinco clones de <i>Eucalyptus</i> sp., aos seis meses após o plantio no campo, nas condições edafoclimáticas de Vitória da Conquista/ BA	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Aspectos gerais do cultivo de eucalipto	15
2.2 Fatores que influenciam no crescimento do sistema radicial	17
2.3 Potencial de regeneração de raízes	18
2.4 Ajuste osmótico	19
2.5 Concentrações de carboidratos, aminoácidos livres totais e proteínas totais em raízes de eucalipto	21
2.5.1 Carboidratos	21
2.5.2 Aminoácidos livres totais	22
2.5.3 Proteínas totais	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 Experimento I – Potencial de regeneração de raízes (PRR) de clones de eucalipto submetidos à poda do sistema radicial	26
3.2 Experimento II -Características fitotécnicas, bioquímicas e fisiológicas de clones de eucalipto cultivados no campo, em Vitória da Conquista, BA	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Experimento I – Potencial de regeneração de raízes (PRR) em clones de eucalipto submetidos à poda do sistema radicial.....	32
4.1.1- Número de raízes regeneradas por quadrante	34
4.1.2- Relação matéria seca de parte aérea /raiz	35
4.2 Experimento II – Características fitotécnicas, bioquímicas e fisiológicas de clones de eucalipto cultivados no campo,em Vitória da Conquista – BA.....	36
5 CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS.....	43
APÊNDICE	53

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por madeira, para suprir à necessidade dos setores do mercado interno que mais necessitam desta matéria prima, tais como serrarias, indústria moveleira, papel, carvão e produção de energia, tem conferido grande relevância à implantação de florestas plantadas, a fim de evitar a supressão das florestas nativas e atender às necessidades do mercado consumidor. O gênero *Eucalyptus* possui várias espécies que se apresentam como alternativas viáveis para suprir essa demanda, pelo fato de apresentarem ciclo produtivo relativamente curto, domínio tecnológico e adaptar-se bem a diversos ambientes.

De acordo com a Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF, 2013), a área plantada com eucalipto no Brasil é de 5.102.030 hectares, dos quais a maior concentração de plantio se verifica nos estados de Minas Gerais, 1.438.971 ha; São Paulo, 1.041.695 ha e Bahia, 605.464 ha. Nos últimos anos, contudo, houve tendência de expansão de florestas de eucalipto para regiões áridas e semiáridas, antes concentradas em regiões úmidas. Com isso, aumentou a preocupação quanto à escolha das espécies que melhor se adaptem à condição edafoclimática dessas novas regiões, onde a intensidade das chuvas e a sua distribuição são fatores limitantes.

O aumento da produtividade em plantações de eucalipto, nos últimos tempos, tem sido notável, e isso se deve principalmente ao melhoramento genético e à adoção de práticas silviculturais adequadas (CHAVES e outros, 2004). Contudo, ainda é preciso realizar testes com estes materiais melhorados, a fim de se avaliar como eles respondem às condições edafoclimáticas das novas regiões onde tem ocorrido expansão da eucaliptocultura.

Na região de Vitória da Conquista, no sudoeste baiano, ainda são escassos os estudos sobre o desempenho de eucalipto nas condições

edafoclimáticas locais, que se caracterizam por índices pluviométricos considerados insatisfatórios, além de distribuição irregular de chuvas. Por isso, a seleção de espécies e genótipos tolerantes à eventual ocorrência de estresse hídrico é muito importante para o sucesso das florestas plantadas nestas condições, pois a restrição hídrica é um dos principais empecilhos à produtividade florestal.

Vários fatores podem contribuir para o estresse das plantas, tais como salinidade do solo, altas temperaturas e restrições hídricas. A deficiência hídrica, contudo, é o fator ambiental que mais influencia no insucesso da atividade florestal. A busca por produtividade mais elevada em cultivos florestais, para tentar suprir à demanda crescente por madeira para as mais diversas finalidades, tem estimulado o desenvolvimento de pesquisas direcionadas à seleção de espécies que tenham alta produtividade e, ao mesmo tempo, sejam adaptáveis às condições climáticas adversas, uma vez que é comum as plantas encontrarem condições não favoráveis ao seu crescimento.

Como resposta à deficiência hídrica, as plantas passam por mudanças que modificam a relação das suas células com a água, afetando vários processos bioquímicos e fisiológicos, além de alterações morfológicas, que influenciam a capacidade da planta de tolerar as condições adversas do meio (PIMENTEL, 2005). Como estratégia de tolerância ao estresse hídrico, algumas espécies promovem o ajuste osmótico, que se baseia na diminuição do potencial hídrico celular, por meio de alterações nas concentrações de compostos orgânicos, o que resulta na preservação, total ou parcial, do teor relativo de água, favorecendo a continuidade do crescimento de tecidos e órgãos, mesmo quando estes estão submetidos a restrições hídricas.

Quando o ajuste osmótico se processa em células do sistema radicular, o crescimento das raízes é favorecido, permitindo o seu aprofundamento até camadas mais inferiores do solo, onde a disponibilidade de água é maior que em camadas de solo mais próximas à superfície. Estes resultados indicam

que a partição preferencial da matéria seca para o sistema radicial pode favorecer a tolerância ao estresse hídrico, contribuindo para o estabelecimento e a sobrevivência das plantas em condições de baixa disponibilidade de água no solo.

Além de ter participação direta na regulação da absorção de água, o sistema radicial exerce importante papel na absorção de nutrientes. A dinâmica observada na rizosfera é sensível às alterações edafoclimáticas, e varia de acordo com a espécie, idade do povoamento, competição entre os indivíduos, recursos disponíveis, manejo, competição com outras espécies e profundidade de avaliação (FREITAS e outros 2009). De acordo com Santos e outros (2005), o conhecimento da área onde ocorre a maior atividade do sistema radicular das culturas é importante para estudos de fornecimento de nutrientes via solo, uma vez que a absorção de água e de nutrientes ocorre simultaneamente. As raízes finas têm curto período de vida (menos que um ano) e são as principais responsáveis pela absorção de água e nutrientes pelas plantas (RYLTER, 1997). Alguns pesquisadores têm ressaltado a importância das raízes no desempenho das plantas após o plantio, considerando-se as atividades fisiológicas das quais dependem o crescimento das mudas (NOVAES e outros 2002).

O potencial de regeneração de raízes (PRR) é um parâmetro utilizado no estudo do sistema radicial de mudas, e é considerado como indicador das taxas de sobrevivência e crescimento inicial das mesmas no campo, após o transplântio. Barroso e outros (2000) relataram que mudas de eucalipto que apresentam maior PRR também apresentam maior taxa de crescimento no campo, após o transplântio.

Em razão do exposto, o presente estudo baseou-se na hipótese de que alterações na morfologia do sistema radicial, bem como alterações bioquímicas e fisiológicas que se processam nesse órgão, são determinantes para o desempenho de mudas de eucalipto, após o seu plantio em local definitivo. Nesse contexto, foram realizados dois experimentos com cinco genótipos de eucalipto. Em um dos experimentos, objetivou-se avaliar o

potencial de regeneração de raízes, em mudas cultivadas em viveiro. Em outro experimento, objetivou-se avaliar o desempenho das plantas no campo, com base em características morfológicas, bioquímicas e fisiológicas, depois de decorridos seis meses após o plantio das mudas em local definitivo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais do cultivo de eucalipto

O gênero *Eucalyptus*, pertencente à família Myrtaceae, (subfamília das Leptospermoideae), amplamente difundida nos trópicos, possui cerca de 600 espécies e subespécies, e apresenta uma ampla plasticidade e dispersão mundial, crescendo satisfatoriamente em diferentes situações edafoclimáticas, extrapolando aquelas das regiões de origem (SANTOS e outros, 2001). São plantas perinifólias lenhosas, isto é, árvores ou arbustos, podendo alcançar mais de 100 m de altura (LAMPRECHT, 1990).

O estudo dessa espécie iniciou-se com a descrição das primeiras florestas, em 1788, na Austrália, onde ela representa cerca de 60% das florestas existentes. A sua disseminação pelo mundo começou a partir do século XIX. No Brasil, o eucalipto foi introduzido em 1868, no Rio Grande do Sul e no Rio de Janeiro, simultaneamente. O grande impulsor, considerado pai da eucaliptocultura no Brasil, foi o engenheiro agrônomo Edmundo Navarro de Andrade, em 1904 (REZENDE, 2005). O eucalipto foi introduzido no Brasil com o objetivo de suprir às necessidades de lenha, postes e dormentes das estradas de ferro na região Sudeste.

Entre as décadas de 60 e 80, incentivos fiscais estimularam a sua expansão no Brasil. Com o término desses incentivos, a eucaliptocultura chegou a sofrer um declínio (REZENDE, 2005), mas, atualmente, é crescente o plantio de eucalipto no país, cuja área plantada é estimada em 5.102.030 ha, em 2012, segundo dados da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF, 2013).

Entre inúmeras espécies arbóreas existentes no mundo, o eucalipto tem sido bastante utilizado em plantios florestais no Brasil, devido à sua ampla diversidade de espécies, às suas características de crescimento rápido, quando comparado a outras espécies, à sua alta produtividade, capacidade de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas e diferentes aplicações (MORA; GARCIA, 2000). A crescente demanda por produtos originados de

florestas plantadas resultou na ampliação do mercado florestal brasileiro e, como consequência, houve maior preservação dos recursos provindos de florestas nativas (TREVISAN e outros, 2007).

O setor florestal atualmente se destaca entre os diferentes segmentos industriais e vem ocupando novas áreas no Brasil. Além do uso da madeira como fonte energética, ultimamente tem aumentado também o mercado de papel e celulose, e a exportação de óleos essenciais, tornando-se ecologicamente impossível usar a mata nativa brasileira na produção desses materiais (CRUZ e outros, 2012).

Nos últimos anos, verifica-se também um gradativo aumento da utilização da madeira de árvores de plantações florestais de ciclo curto e de alta produtividade, especialmente as dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, pela indústria moveleira no país (LOPES e outros, 2011a). A versatilidade de uso da madeira, principal produto obtido dessas árvores, é uma das particularidades que explicam a prevalência de plantações de eucalipto sobre as de outras espécies. As utilizações vão desde o emprego para fins meramente energéticos, até a obtenção de produtos nobres, como lâminas e móveis. A crescente demanda por madeira, como matéria-prima para melhoria da qualidade de vida da população, faz do eucalipto, devidamente melhorado pela pesquisa e com técnicas silviculturais apropriadas, uma opção a mais de investimento no meio rural (PALUDZYSZYN FILHO e outros, 2006).

O eucalipto é considerado, também, um grande sequestrador de CO₂, promovendo benefícios ambientais pela remoção desse gás da atmosfera (VALDETARO, 2011). Além disso, pode ser utilizado em sistemas silvipastoris, onde permite a obtenção de vários produtos, sendo que a sua preferência para este tipo de sistema está relacionada à sua elevada taxa de crescimento e facilidade de rebrota, e às variações na densidade da copa, o que facilita a disponibilidade de radiação solar incidente no sub-bosque, viabilizando o estabelecimento das espécies forrageiras herbáceas e,

consequentemente, a sustentabilidade do sistema silvipastoril (RADOMSKI;RIBASKI, 2009).

2.2 Fatores que influenciam no crescimento do sistema radicial

A raiz tem a função básica de sustentação da planta, mas também é importante para a absorção de água e nutrientes do solo. A arquitetura do sistema radicial é muito variada entre as diferentes espécies de plantas, mas, dentro das espécies, a arquitetura também é flexível e pode alterar, como resultado das condições prevalentes no solo. Esta flexibilidade resulta da estrutura modular do sistema radicial, que permite o desenvolvimento de raízes em zonas ou manchas ricas em umidade ou nutrientes (HODGE e outros,2009).

Espécies e genótipos variam quanto à tolerância ao estresse hídrico, sendo que algumas plantas desenvolvem mecanismos de adaptação, tornando-se mais eficientes na absorção de água do solo, especialmente por meio do desenvolvimento de um extenso e profundo sistema radicular (CHAVES e outros, 2004). Contudo, a disponibilidade de água não é o único fator abiótico que influencia a profundidade de enraizamento. Outros fatores, tais como textura do solo e tamanho do horizonte orgânico (SCHENK;JACKSON,2001), além da composição das espécies de plantas(HODGE e outros,2009), também podem ser determinantes para a profundidade de enraizamento ser alcançada.

Fatores como a relação fonte/dreno de carboidratos, distribuição de carbono entre as partes aérea e radicular, e o ambiente da rizosfera afetam o crescimento das raízes e a sua senescência, como também o crescimento da parte aérea e a sua capacidade de fixação de carbono. O funcionamento de raízes é intenso, quando a eficiência de absorção de água ou nutriente por unidade de carbono é maximizada (EISSENSTAT;YANAI, 1997). O fornecimento de assimilados, necessários para a manutenção das raízes e para o seu futuro crescimento, é diretamente afetado por fatores como taxa

fotossintética, área foliar total, tempo de retenção da folha, taxa de respiração, luz, água, nutrientes e condições de temperatura no local (VOGT; BLOOMFIELD, 1991).

2.3 Potencial de regeneração das raízes

O potencial de regeneração de raízes (PRR) representa a capacidade da muda iniciar e desenvolver novas raízes, em um determinado intervalo de tempo. O PRR é definido por Parviainen (1981) como uma característica que permite especular sobre o percentual de sobrevivência no campo e o crescimento inicial após o plantio, e que tem como vantagens a maior rapidez na obtenção de dados e o baixo custo, além de mostrar maior precisão nas medições da qualidade fisiológica. Este índice é considerado um indicador da qualidade fisiológica das mudas (TANAKA e outros, 1997). Segundo Carneiro (1995), um alto PRR constitui condição essencial para a sobrevivência e crescimento após o transplante, principalmente, quando as mudas são submetidas a algum tipo de estresse ambiental em seu primeiro ano no campo.

A poda é a remoção das partes de uma planta com o objetivo de melhorá-la. De um modo geral, a poda, tanto do sistema radicular, quanto da parte aérea, na maioria das vezes, é favorável ao desenvolvimento das mudas, sendo que as principais finalidades dessa prática são adequar o balanço entre o crescimento em altura e do sistema radicular, aumentar a percentagem de sobrevivência, propiciar a produção de mudas robustas, fomentar a formação de sistema radicular fibroso e estimular a formação de raízes laterais (CARNEIRO, 1995).

A realização da poda do sistema radicular das mudas permite o aumento da emissão de novas raízes, pois, de cada extremidade de raiz podada, pode ocorrer emissão de duas ou mais raízes novas, o que permite maior contato com o solo, favorecendo a aquisição de nutrientes e água,

podendo também beneficiar a aquisição de nutrientes que têm baixa mobilidade no solo, como o fósforo. Além disso, a poda permite prolongar o período de permanência da muda no viveiro, sem causar deformações às raízes por falta de espaço, evitando que as mesmas percam sua qualidade, pois há uma paralisação no seu crescimento durante um tempo (FREITAS e outros,2009).

Estudos realizados por Alvarenga e outros (1994), em mudas de *Eucalyptus grandis* submetidas a podas mais leves, indicaram que as raízes que permanecem são capazes de manter ou elevar a absorção de água e nutrientes de tal modo que a planta cresce mais que aquelas que não sofrem poda,além de ter um lançamento mais rápido de novas raízes. Entretanto, a realização de podas mais intensas e frequentes, por algum período, causam estagnação no crescimento e tornam mais lento o lançamento de novas raízes.

O PRR é considerado, por Novaes e outros (2002), como um parâmetro fisiológico confiável também para a determinação da qualidade de mudas de *Pinus taeda* e para a previsão de seu desempenho no campo. Segundo esses autores, o comprimento total e o número de raízes novas maiores que 1 cm apresentam correlações significativas com o desempenho das mudas no campo. Em mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.), Azevedo e outros (2010) observaram que as podas das raízes em 0%, 25%, 50% e 75% do comprimento total do sistema radicial não produzem diferenças na altura, diâmetro, número de folhas e área foliar, em todos os períodos observados, o que evidencia capacidade de recuperação do sistema radicial podado para manter a sobrevivência e o crescimento da parte aérea, sem diferenças das mudas não podadas. Em mudas dealgarobeira[*Prosopisjuliflora* (Sw) D.C.], podas realizadas aos 50, 60 e 70 dias após a germinação estimulam o desenvolvimento de raízes secundárias, promovendo melhor absorção de água e nutrientes (SOUZA e outros,2006b).

2.4 Ajuste osmótico

O ajuste osmótico é frequentemente caracterizado como uma adaptação ao estresse hídrico, mas pode ser considerado também como um mecanismo de prevenção à deficiência hídrica, pois aumenta o crescimento das raízes e a extração de água do solo. Essa característica pode ser usada como critério de seleção de plantas resistentes à seca (NGUYEN-QUEYRENS; BOUCHET-LANNAT, 2003). Existe grande variação entre diferentes espécies de plantas quanto à capacidade de ajuste osmótico, e isso deve ser considerado, ao se medir a habilidade da espécie em suportar determinado estresse (MENESES e outros, 2006). Segundo Gebre e outros (1994), em *Populus deltoides* Bartr., o baixo potencial osmótico aumenta a capacidade das plantas para capturar água de solos secos, e isso é importante para a sobrevivência da planta e o crescimento das raízes.

Para que não seja interrompido o crescimento das raízes, sob condições de baixa disponibilidade hídrica, deve ocorrer a manutenção de pressão de turgor mínima nas células, que seja suficiente para permitir o alongamento da parede celulósica e o crescimento celular (HSIAO; XU, 2000).

O ajuste osmótico é definido como a redução do potencial osmótico, resultante do acúmulo de solutos solúveis, permitindo à planta preservar, total ou parcialmente, a turgescência celular, mantendo a expansão de tecidos e órgãos (NGUYEN-QUEYRENS; BOUCHET-LANNAT, 2003). Devido a estas características, o ajuste osmótico é reconhecido como importante mecanismo de tolerância à seca, em muitas espécies anuais e lenhosas (VIVIN e outros, 1996).

2.5 Concentrações de carboidratos, aminoácidos livres totais e proteínas totais em raízes de eucalipto.

2.5.1 Carboidratos

Os carboidratos são necessários como fonte de energia para a planta. A disponibilidade de carboidratos é, muitas vezes, considerada exclusivamente como exigência energética e fonte de esqueleto de carbono para impulsionar o desenvolvimento da raiz (CORRÊA e outros, 2005). Entretanto, além da sua importância como fonte de energia, os carboidratos solúveis, como sacarose, glicose e frutose, contribuem para o ajuste osmótico. Os açúcares solúveis são os principais osmólitos orgânicos que podem ajudar a melhorar a tolerância das plantas ao estresse hídrico (CHEN e outros, 2011).

Vários estudos sobre alterações nos teores de carboidratos em plantas submetidas ao déficit hídrico apontam que há redução na concentração de amido, como consequência da ação da enzima amilase, e que, simultaneamente, ocorre aumento nas concentrações de açúcares solúveis totais, principalmente os redutores (CHAVES FILHO e STACCIARINI-SERAPHIN 2001; CARVALHO 2005; ROGIERS e outros 2011; SALES e outros 2012). Sob condição de deficiência hídrica, ocorre maior partição de assimilados para as raízes (CASCARDO e outros 1990; VAZ e outros, 1998; REGIER e outros, 2009).

O aumento nos teores de açúcares solúveis totais no sistema radicular, em relação à parte aérea, pode ter efeito osmótico e contribuir para a manutenção do status hídrico e turgor das raízes, tendo como consequência a manutenção do crescimento das mesmas, mesmo em condições de estresse hídrico, permitindo, assim, que as plantas possam explorar maior área do solo (SHVALEVA e outros, 2005; DIEGO e outros, 2012; SALES e outros, 2012). Além disso, esse aumento nos teores de açúcares pode servir como reserva de carbono para a imediata retomada do crescimento, quando as tensões ambientais forem aliviadas (SZEGLITES e outros, 2000).

2.5.2 Aminoácidos livres totais

O aumento nos teores de aminoácidos é um conhecido mecanismo que leva ao aumento da concentração de substâncias osmoticamente ativas, utilizado por muitas células, tecidos e órgãos de plantas submetidas a restrições hídricas. Esse aumento resulta em redução do potencial hídrico das células, associado à retenção ou maior absorção de água, contribuindo para preservar a turgescência celular (LAMBERSe outros,1998).Segundo Larcher (2000),em plantas submetidas à deficiência hídrica, o acúmulo de aminoácidos é consequência da degradação de proteínas, que ocorre em maior intensidade do que a sua síntese.As moléculas de aminoácidos acumuladas nas células, durante uma tensão osmótica, previnem o dano de desidratação celular, equilibrando a força osmótica do citoplasma com a do ambiente (RONDEe outros, 2000).

Substâncias osmoticamente ativas, como os aminoácidos,ajudam a reter moléculas de água, protegendo, assim, as membranas celulares e proteínas complexas, permitindo que os processos metabólicos continuem acontecendo (CHAVESe outros, 2003).Essas substâncias osmoticamente ativas, também chamadas de solutos compatíveis, são moléculas não tóxicas. Algumas plantas, no período de deficiência hídrica, acumulam esses solutos na tentativa de manter seus níveis de água, e não interferem no metabolismo normal das plantas. Estas moléculas podem ter um papel preliminar na manutenção do turgor (CHEN; MURATA, 2002) e se acumulam tanto em folhas como em raízes (DICHIOe outros, 2005).

Em plantas de *Populustremuloides* Michx., o estresse hídrico causa diminuição na concentração de alguns aminoácidos, mas a concentração dos aminoácidos totais aumenta (GRIFFIN e outros, 1991).

Dentre os principais aminoácidos que se acumulam em plantas submetidas a estresse hídrico, a prolina se destaca como um dos que mais atuam no papel de osmorregulador,porque ajuda a manter o equilíbrio

hídrico dentro das células ea preservar o seu turgor, evitando a interrupção do crescimento dos meristemas das raízes, aumentando a tolerância à desidratação (ALVARENGA e outros,2011; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Rasheede outros (2011) mostraram que a pré-embebição dos colmo sem prolina é de grande ajuda para aliviar o estresse causado pelo calor em cana-de-açúcar, sugerindo que, devido à sua função de proteção de membranas específicas, a prolina pode ser usada para melhorar a tolerância ao calor, nessa espécie.

Além da prolina, outros aminoácidos também apresentam funções importantes, em resposta a estresses ambientais. Estudos realizados por Grover e outros (2001), Silva e outros (2011)e Souza e outros (2013), sobre os efeitos da deficiência hídrica no conteúdo de aminoácidos em raízes de plantas, revelaram aumento no teor de glicina betaína.

2.5.3 Proteínas totais

A limitada disponibilidade de água influencia mudanças nas concentrações de muitos metabólitos, provocando modificações na composição das células de plantas superiores, levando à produção e/ou acúmulo de substâncias osmoticamente ativas (SUBBARAO e outros, 2000).

Segundo Larcher (2000), uma das mudanças marcantes nas concentrações de metabólitos ocorre, quando a síntese de proteínas é interrompida e sua hidrólise é acelerada, resultando no aumento da concentração de aminoácidos (principalmente prolina). Este fato, em situação de estresse, teria efeito osmorregulador.

Segundo Kerbauy (2012), o aumento da atividade de enzimas proteases, que quebram as proteínas de reserva, em plantas expostas a períodos longos de deficiência hídrica, aumentou o teor de aminoácidos solúveis totais das mesmas, no intuito de se ajustar osmoticamente ao meio estressante.

A hidrólise de proteínas e o consequente acúmulo de aminoácidos, em algumas espécies de plantas, ocorrem em resposta às condições climáticas adversas, como seca, salinidade e altas temperaturas (MOLINARI e outros, 2007).

Good e Zaplachinski (1994), estudando o efeito da seca sobre o acúmulo de aminoácidos livres e síntese de proteínas em *Brassic napus*, observaram que há aumento linear para a maioria dos aminoácidos e redução da síntese de proteínas. Argentel e outros (2010), estudando a tolerância de algumas variedades de trigo ao estresse salino, observaram que, nas variedades Cuba-C-204, INIFAT RM-30, INIFAT RM-36 e INIFAT RM-26, há maior acúmulo de prolina nas raízes, ao mesmo tempo em que ocorreu redução nas concentrações de proteínas solúveis totais. Os autores explicam que isso ocorre para aumentar a concentração de aminoácidos livres no citosol e para reduzir o seu potencial hídrico e manter a entrada de água.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi composto por dois experimentos desenvolvidos na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *campus* de Vitória da Conquista, cujo município tem coordenadas geográficas de 14° 51' de latitude Sul e 40° 50' de longitude Oeste de Greenwich, com altitude de 937 m. As médias de temperaturas máxima e mínima são, respectivamente, 23°C e 15,8°C. A precipitação média anual é de 733,9 mm, sendo que os maiores índices são encontrados entre novembro e março. A área experimental insere-se no clima do tipo C1dB' (subúmido a seco), segundo Thornthwaite (SEI, 2013).

Nos dois experimentos, foram utilizadas mudas de cinco genótipos de eucalipto, produzidas em tubetes de modelo cônico, com secção circular contendo seis frisos internos longitudinais e equidistantes, dimensões de 12,5 cm de altura e 3 cm de diâmetro na parte interna superior, fundo com abertura de 1 cm na base inferior e capacidade volumétrica de substrato de 54 cm³. Foram selecionados os genótipos AEC 144 (*Eucalyptus urophylla*) e os híbridos “urograndis” (cruzamentos *E. urophylla* x *E. grandis*), identificados como CO 1404, CO 1407, CO 520 e CO 1249, cujas mudas foram obtidas junto ao viveiro TecnoPlant Viveiro de Mudas LTDA, localizado no município de Eunápolis – BA.

Os experimentos foram desenvolvidos em duas etapas, com durações distintas, durante o ano de 2013. O primeiro experimento, conduzido em viveiro, realizou-se no período de 8 de abril a 8 de maio. O segundo experimento, conduzido no campo, realizou-se no período de 8 de abril a 15 de outubro. A Tabela 1 informa as condições meteorológicas de Vitória da Conquista, durante a execução dos experimentos.

Tabela 1. Dados meteorológicos registrados no município de Vitória da Conquista – BA, nos meses de abril a outubro de 2013^(*).

Meses	Temperatura média (°C)	Umidade relativa média (%)	Precipitação pluviométrica (mm)
Abril	22	86	57
Mai	21	85	9
Junho	20	87	8
Julho	19	84	17
Agosto	20	81	19
Setembro	21	78	21
Outubro	22	75	29

^(*) Fonte: INMET - Instituto Nacional de Meteorologia (2013).

3.1 Experimento I – Potencial de regeneração de raízes (PRR) de clones de eucalipto submetidos à poda do sistema radicial

Mudas com 100 dias foram retiradas dos tubetes e submetidas a uma lavagem cuidadosa e poda do sistema radicial secundário, acerca de 3-4 cm do eixo das raízes principais, que também foram podadas a 6 cm abaixo do colo (Figura 1A). Em seguida, as mudas foram plantadas em garrafas transparentes, com volume de 2 L, e revestidas com lona preta, para evitar a entrada de luz, onde receberam regas diárias e homogêneas. Após a remoção dos gargalos, as garrafas adquiriram o formato de tubos com 25 cm de altura e 10 cm de diâmetro, com capacidade de volume de substrato de 1,9 L, o qual foi preenchido com o substrato comercial VivattoSlim Plus®. Os tubos foram divididos em quatro quadrantes, delineados por ranhuras longitudinais nas paredes. A parte basal dos tubos sofreu perfurações, para facilitar a drenagem do excesso de água.

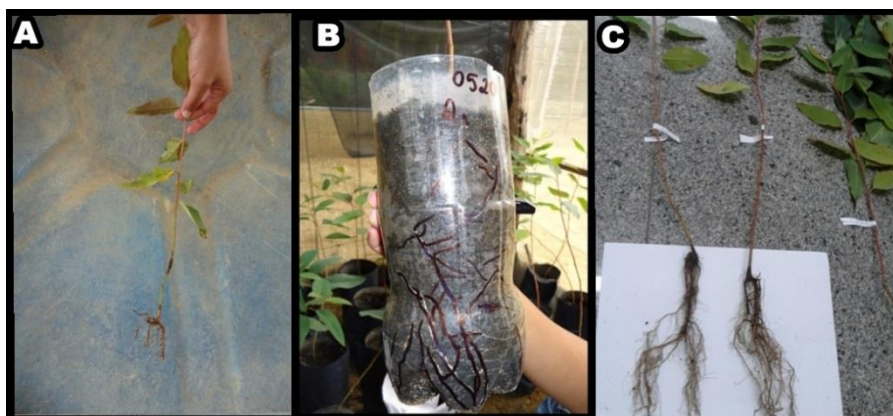


Figura 1 –Mudas de eucalipto submetidas à poda de raízes (A). Marcação das extremidades de raízes regeneradas de eucalipto, na superfície dos tubos de plástico (B). Plantas jovens de eucalipto aos 30 dias após a poda das raízes (C).

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (clones) e quatro repetições, sendo três mudas por parcela, totalizando 60 mudas. O procedimento de avaliação periódica do PRR constou da marcação da superfície dos tubos, com o auxílio de um pincel atômico, exatamente nos locais tocados pelas extremidades das raízes regeneradas (Figura 1B). Após cada procedimento de marcações, os tubos eram recobertos com a lona preta. Essas marcações foram feitas a cada dois dias, por um período de 30 dias. No final desse período, as plantas foram retiradas dos tubos de plástico e submetidas a uma lavagem cuidadosa (Figura 1C), para a realização das seguintes avaliações:

- a) Número de raízes regeneradas: contagem do número de raízes em cada quadrante, e nas porções superior e inferior;
- b) Massa seca de parte aérea e de raízes: as plantas sofreram um corte, separando-se a parte aérea e a raiz. Em seguida, essas partes foram acondicionadas separadamente em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa com circulação de ar, a 65°C, durante 48 horas. Após esse período, verificou-se o peso de cada material vegetal, utilizando-se balança de precisão;

- c) Relação parte aérea / raiz: parâmetro obtido por meio da divisão entre o peso da massa seca de cada uma dessas partes.

Ao final do experimento, as médias obtidas em cada avaliação foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

3.2 Experimento II: Características fitotécnicas, bioquímicas e fisiológicas de clones de eucalipto cultivados no campo, em Vitória da Conquista – BA

Em uma área experimental, localizada no campo agropecuário da UESB, o solo foi previamente preparado com subsolagem a 15cm, para fins de descompactação, favorecendo um melhor desenvolvimento das raízes. A adubação, por cova, foi feita à base de 30g de cloreto de potássio, 133g de uréia e 300g de super simples, de acordo com análise do solo e as recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (RIBEIRO e outros, 1999). Para ajudar a manter a umidade ao redor das raízes por mais tempo, adicionou-se, em cada cova, 0,5 L de hidrogel, que é um polímero hidro absorvente com alta capacidade de retenção de água, sendo um produto biodegradável, inócuo ao meio ambiente, inodoro e com aspecto de micro cristais brancos.

O plantio no campo foi realizado, quando as mudas estavam com 115 dias de idade. Durante os primeiros 30 dias, após o transplante, o suprimento adequado de água foi assegurado em duas vezes por semana, a fim de favorecer o pegamento das mudas no campo. Após esse período, o fornecimento de água foi suspenso.

Adotou-se o delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos (clones), quatro blocos e 20 parcelas. Cada parcela foi constituída de 15 plantas, totalizando 300 plantas. Após seis meses de permanência das mudas no campo, promoveu-se a retirada da planta inteira do solo, cujo procedimento baseou-se em escavações cuidadosas no solo ao

redor da planta, com o auxílio de enxadas. Após a sua retirada do solo, as plantas foram levadas ao Laboratório de Fisiologia Vegetal, para avaliação das características fitotécnicas, bioquímicas e fisiológicas relacionadas a seguir.

- a) Altura de plantas: verificada com o uso de fita métrica, tendo como referência o comprimento desde o colo até a última folha do meristema apical da parte aérea;
- b) Diâmetro do colo: verificado com o uso de paquímetro digital Western Pro Digital Caliper;
- c) Número de folhas: contagem manual do número de folhas por planta;
- d) Área foliar: medida correspondente à soma das áreas de todas as folhas, realizada com o uso do equipamento Área Meter, modelo LI-3100, fabricado pela LI-COR;
- e) Comprimento da raiz principal: verificada com o uso de fita métrica, tomando-se como referência a raiz principal;
- f) Massa seca de parte aérea e de raízes: as plantas sofreram um corte, separando-se a parte aérea e a raiz. Em seguida, essas partes foram acondicionadas separadamente em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada, a 65°C, durante 96 horas. Após esse período, verificou-se o peso de cada material vegetal, utilizando-se balança de precisão da marca Tecnal. Depois de registrados os respectivos pesos, a matéria seca das raízes foi moída e passou por uma peneira de 2 mm, cujos produtos foram reservados para posteriores quantificações dos teores de açúcares solúveis totais, açúcares redutores, proteínas e aminoácidos;
- g) Quantificação de açúcares solúveis totais (AST): para obtenção do extrato, 15 mL de solução tampão fosfato de potássio 0,1 M foram utilizados como extrator, para cada 200 mg de matéria seca da raiz homogeneizada e triturada. O volume total do

extrator foi dividido em três volumes iguais, para a realização de três centrifugações de 30 minutos, a 4.000 rpm. O sobrenadante foi recolhido como extrato e a quantificação de AST foi feita pelo método da antrona, conforme descrição de Yemm e Willis (1954);

- h) Quantificação de açúcares redutores (AR): para obtenção do extrato, 30 mL de solução tampão fosfato de potássio 0,1 M foram utilizados como extrator, para cada 200 mg de matéria seca da raiz homogeneizada e triturada. O volume total do extrator foi dividido em três volumes iguais, para a realização de três centrifugações de 30 minutos, a 4.000 rpm. O sobrenadante foi recolhido como extrato e a quantificação de AR foi feita pelo método do ácido dinitrosalicílico (DNS), conforme descrição de Miller (1959);
- i) Quantificação de proteínas totais: para obtenção do extrato, 10 mL de solução tampão fosfato de potássio 0,1 M foram utilizados como extrator, para cada 200 mg de matéria seca da raiz homogeneizada e triturada. O volume total do extrator foi dividido em três volumes iguais, para a realização de três centrifugações de 30 minutos, a 4.000 rpm. O sobrenadante foi recolhido como extrato e a quantificação de proteínas foi feita pelo método de Bradford (1976);
- j) Quantificação de aminoácidos livres totais: para obtenção do extrato, 15mL de solução tampão fosfato de potássio 0,1 M foram utilizados como extrator, para cada 200 mg de matéria seca da raiz homogeneizada e triturada. O volume total do extrator foi dividido em três volumes iguais, para a realização de três centrifugações de 30 minutos, a 4.000 rpm. O sobrenadante foi recolhido como extrato e a quantificação de aminoácidos foi feita pelo método da ninhidrina, conforme descrição de Yemm e Cocking (1955);

k) Sacarose: A quantidade de sacarose foi obtida pela diferença entre a quantidade de açúcares solúveis totais e açúcares redutores.

Para realizar a análise estatística, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SAEG.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento I – Potencial de regeneração de raízes (PRR) de clones de eucalipto submetidos à poda do sistema radicial

A análise de variância referente aos resultados dessas avaliações consta nos Apêndices 1, 2 e 3. Em relação ao número de raízes regeneradas, o clone AEC 144 apresentou as maiores médias para esta variável, seguido pelo clone CO 520, que não se difere estatisticamente do AEC 144. Em ordem decrescente, estão os clones CO 1407, CO 1249, CO 1404, que foram semelhantes estatisticamente ao clone CO 520 (Tabela 2).

Os clones avaliados neste estudo foram estatisticamente semelhantes, quanto ao número de raízes regeneradas, na porção superior dos tubos. Não houve diferença estatística entre os clones estudados, quanto ao número de raízes regeneradas na porção inferior dos tubos (Tabela 2).

Tabela 2 – Número de raízes regeneradas – total, na porção superior e na porção inferior dos tubos, em cinco clones de *Eucalyptus* sp., aos 30 dias após a poda do sistema radicial.

Clones	Raízes regeneradas	Raízes regeneradas na porção superior	Raízes regeneradas na porção inferior
AEC144	24,65 ^a	7,79 ^a	16,86 ^a
CO1249	14,08 ^b	3,08 ^a	11,00 ^a
CO1407	14,66 ^b	3,91 ^a	10,75 ^a
CO1404	14,00 ^b	2,33 ^a	11,66 ^a
CO520	20,41 ^{a,b}	6,41 ^a	14,00 ^a
CV	25,33	53,18	24,11

Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A poda do sistema radicial dos clones AEC 144 e CO 520 afetou, de maneira positiva, a emissão de novas raízes, influenciando a capacidade de

recuperação do sistema radicial podado, aumentando, assim, o contato solo-raiz. Essa característica pode ter favorecido esses clones, em relação à absorção de água e nutrientes, aumentando as suas chances de obter desempenho vantajoso no campo, após o transplântio, principalmente em regiões com baixo índice pluviométrico.

De acordo com estudos realizados por Barroso e outros (2000), Carneiro (2007) e Bomfim e outros (2009), mudas com maior PRR exploram melhor o solo e são favorecidas quanto ao vigor, proporcionando melhor crescimento e estabelecimento inicial no campo, principalmente quando essas mudas passam por algum tipo de estresse ambiental no primeiro ano.

Os clones CO 1249, CO 1407 e CO 1404 não apresentaram alto PRR, após a poda das raízes. Essa característica pode prejudicar o desempenho inicial desses clones no campo. Barroso e outros (2000) constataram que o tratamento com menor PRR apresenta o menor percentual de sobrevivência no campo.

Na porção superior dos tubos, a regeneração de raízes não diferiu entre os cinco clones, proporcionando-lhes a mesma capacidade de absorção de água e nutrientes na camada superficial do solo. Em estudo realizado por Martins e outros (2004), a maior parte das raízes finas de *Eucalyptus urophylla* foi encontrada na camada superficial do solo.

Diante disso, materiais genéticos com destaque na regeneração de raízes em camadas superficiais poderão ser favorecidos com maior absorção de água, após irrigação ou precipitação, minimizando a evaporação (LAMPURLANÉS e outros, 2001).

Os clones avaliados no presente estudo apresentaram a mesma capacidade de aprofundamento do sistema radicial no perfil do solo, o que permite concluir que a habilidade de fixação da planta e de buscar água e nutrientes nas camadas mais profundas do solo, provavelmente, não deve apresentar diferenças entre os clones.

Li e outros (2000) mencionaram que as plantas desenvolvem variados mecanismos de adaptação, e que a tolerância à deficiência hídrica

varia com o genótipo e, assim, algumas se tornam mais eficientes na absorção de água, especialmente através do desenvolvimento de um extenso e profundo sistema radicular.

4.1.1 Número de raízes regeneradas por quadrante

A análise de variância referente aos resultados desta avaliação consta no Apêndice 4. Não houve diferença estatística entre os clones avaliados, quanto ao número de raízes regeneradas nos quatro quadrantes (Tabela 3).

Tabela 3- Número de raízes regeneradas, por quadrante, em clones de *Eucalyptus* sp., aos 30 dias após a poda do sistema radicular.

Clone	Quadrante1	Quadrante 2	Quadrante 3	Quadrante4
AEC 144	6,29 ^a	5,91 ^a	6,91 ^a	5,50 ^a
CO 1249	3,58 ^a	4,08 ^a	3,58 ^a	2,83 ^a
CO 1407	3,66 ^a	3,75 ^a	4,08 ^a	3,16 ^a
CO 1404	2,33 ^a	3,25 ^a	3,66 ^a	4,74 ^a
CO 520	5,41 ^a	4,66 ^a	4,75 ^a	5,58 ^a
CV	45,90	65,51	43,93	37,85

Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a5% de probabilidade.

O número de raízes regeneradas, por quadrante, por ter sido semelhante em todos os clones, permite inferir que as mudas, ao serem transplantadas para o campo, poderão ter boa divisão espacial das raízes, permitindo que o solo seja melhor explorado, no que diz respeito à absorção de água e nutrientes, e também na fixação da planta.

Novaes e outros (2002) estudaram o PRR em mudas de *Pinus taeda* e concluíram que os tratamentos que proporcionam melhor divisão das raízes

nos quatro quadrantes podem levar à formação de sistema radicial mais eficiente no uso do solo.

Haase e outros (1993) afirmam que as árvores que possuem a maioria das suas raízes distribuídas em apenas um plano do solo apresentam grande mortalidade e crescimento precário, quando comparadas àquelas, cuja distribuição do sistema radicial se dá em vários planos do solo.

4.1.2 Relação matéria seca de parte aérea /raiz

A análise de variância referente aos resultados desta avaliação consta no Apêndice 5. A tendência de maior partição de matéria seca para as raízes, expressa pela menor relação parte aérea/raiz, foi observada no clone AEC 144, apesar da sua semelhança estatística com CO 1407, CO 1404 e CO 1249, sendo que esses três clones não diferiram de CO 520 (Tabela 4).

Tabela 4 - Relação matéria seca de parte aérea / raiz (MS PA/R), em cinco clones de *Eucalyptus* sp., aos 30 dias após a poda do sistema radicial.

Clones	MS PA/R
AEC 144	1,96 ^b
CO 1249	2,16 ^{ab}
CO 1407	2,12 ^{ab}
CO 1404	2,45 ^{ab}
CO 520	2,48 ^a
CV	10,90

Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A maior partição de matéria seca do clone AEC 144, para as raízes, contribuiu para que ele possuísse, também, o maior PRR (Tabela 2). Em estudo realizado por Pinheiro e outros (2005), os clones de *Coffea canephora*, que destinam maior quantidade de matéria seca para as raízes, em

detrimento da parte aérea, são os que apresentam maior resistência ao déficit hídrico.

4.2 Experimento II – Características fitotécnicas, bioquímicas e fisiológicas de clones de eucalipto cultivados no campo, em Vitória da Conquista – BA

A análise de variância, referente aos resultados dessas avaliações, consta nos Apêndices 6, 7 e 8. Os resultados da análise estatística demonstraram que não houve diferença significativa entre os cinco clones, em relação a todas as características avaliadas (Tabelas 5, 6 e 7).

Tabela 5. Comprimento de raiz (CR), número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro do colo (DC) e altura de plantas (AP) de cinco clones de *Eucalyptus* sp., aos seis meses após o plantio no campo, nas condições edafoclimáticas de Vitória da Conquista/BA.

Clone	CR (cm)	NF	AF (cm ²)	DC (cm)	AP (m)
AEC 144	45 ^a	1.561 ^a	46.705 ^a	2,95 ^a	1,68 ^a
CO 1249	48 ^a	1.554 ^a	58.759 ^a	3,17 ^a	1,70 ^a
CO 1407	56 ^a	1.199 ^a	24.024 ^a	3,00 ^a	1,70 ^a
CO 1404	47 ^a	1.654 ^a	43.456 ^a	2,87 ^a	1,70 ^a
CO 520	44 ^a	1.590 ^a	49.860 ^a	2,97 ^a	1,67 ^a
CV	11,65	10,90	34,45	15,31	8,34

Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Matéria seca de parte aérea (MSPA), matéria seca de raiz (MSR) e relação matéria seca de parte aérea / raiz (MS PA/R), de cinco clones de *Eucalyptus* sp., aos seis meses após o plantio no campo, nas condições edafoclimáticas de Vitória da Conquista/BA.

Clones	MSPA (kg)	MSR (kg)	MS PA/R
AEC 144	1.027 ^a	163 ^a	7,33 ^a
CO 1249	1.176 ^a	176 ^a	6,60 ^a
CO 1407	557 ^a	139 ^a	4,08 ^a
CO 1404	1.133 ^a	126 ^a	8,77 ^a
CO 520	1.017 ^a	163 ^a	7,33 ^a
CV	31,81	34,76	37,97

Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O padrão de crescimento do sistema radicial das plantas, em locais competitivos ou/e pobres, é determinante para a absorção de água e nutrientes pelas mesmas (DIEM e SKENE, 2001; SAMAL e outros, 2010), influenciando diretamente o crescimento dos vegetais (GAITÁN e outros 2005). No presente estudo, entre os clones de eucalipto estudados, não houve algum que apresentasse capacidade diferenciada de crescimento do sistema radicial, o que indica que todos os clones apresentam capacidades semelhantes de sustentação da planta no campo, captação de água em camadas mais profundas do solo e absorção de nutrientes, mesmo levando-se em conta o baixo índice pluviométrico registrado durante o período experimental.

Na literatura, há alguns registros de estudos em que clones de *Eucalyptus* apresentam desempenhos semelhantes em relação a várias características. Lopes e outros (2011b), trabalhando com crescimento inicial de clones de *E. urophylla* e *E. grandis*, nas condições edafoclimáticas de São Paulo, também não encontraram diferença significativa no diâmetro de colo das mudas aos seis meses.

Matos e outros (2012), avaliando clones de eucalipto aos cinco meses após o plantio, não encontraram diferenças significativas em relação à altura média de plantas, que foi de 0,96 m. Os clones avaliados no presente estudo apresentaram crescimento inicial mais rápido – em torno de 1,7 m. Segundo Queiroz e outros (2009), o rápido crescimento inicial de clones de eucalipto é uma característica considerada vantajosa, devido à sua maior competitividade em relação às plantas invasoras.

Figueiredo e outros (2011) relatam que o desenvolvimento do sistema radicial em clones de eucalipto é o reflexo do controle genético e das características ambientais, com acentuadas influências das condições edáficas. Vellini e outros (2008) citam que condições edafoclimáticas muito limitantes ao crescimento das plantas podem fazer com que os materiais genéticos tenham desempenho semelhante, não possibilitando a identificação de materiais promissores.

No presente estudo, a altura média das plantas e o diâmetro de colo foram, respectivamente, 1,69 m e 3 cm, aos seis meses após o plantio. Dessa forma, considera-se que o padrão de crescimento foi igual para todos os materiais genéticos, pois nenhum dos clones avaliados teve desempenho vantajoso no crescimento das raízes.

Reis e outros (2006) observaram que os clones de eucalipto que apresentam menor crescimento de raízes, também apresentam menor crescimento, em altura e diâmetro de colo. Segundo Souza e outros (2006a), dentre as espécies florestais avaliadas, aquelas que possuem maior diâmetro de colo apresentam índice de sobrevivência superior, por expressar melhor capacidade de crescimento e formação de novas raízes. Para Sharma e outros (1993), as avaliações sobre o crescimento de plantas geram conhecimento de valor prático e informações precisas, referentes ao crescimento e comportamento das espécies, que podem ser utilizadas pelos produtores, permitindo a eles escolher a espécie que se adapte melhor a cada região.

No presente estudo, a semelhança entre os clones, em relação à capacidade de produzir folhas e à área foliar total, fez com que a produção

de assimilados pelos clones fosse também semelhante. Com isso, a produção de matéria seca, tanto da parte aérea, como das raízes, entre os mesmos, não se diferenciou.

Para Benincasa (2003), as folhas são os centros de produção de matéria seca e o resto da planta depende da exportação do material nela produzido. Há um equilíbrio entre o crescimento das raízes e parte aérea. Diante disso, pode-se inferir que, entre os materiais genéticos avaliados no presente estudo, nenhum se destaca quanto à alocação de assimilados para o sistema radicial, quando comparado à parte aérea. Em estudo realizado por Fernandes e outros (2013) e Klippel e outros (2013), também não foram observadas alterações na relação parte aérea/raiz em clones de eucalipto submetidos a restrições hídricas.

Stettle e Bradshaw (1994) citam que o aumento do sistema radicial, em detrimento da parte aérea, pode ser esperado em espécies que apresentam características de prevenção à seca. Segundo Gonçalves e Passos (2000), a maior partição de massa seca para as raízes pode estar associada ao aprofundamento do sistema radicial, possibilitando captação de água em camadas mais inferiores de solo, onde há maior disponibilidade de água, devido ao fato de o potencial hídrico ser maior que na superfície.

Tabela 7. Teores de açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR), sacarose (S), proteínas totais (P) e aminoácidos livres totais(AA), verificados no sistema radicial de cinco clones de *Eucalyptus* sp., aos seis meses após o plantio no campo, nas condições edafoclimáticas de Vitória da Conquista/BA.

Clone	AST	AR	S	P	AA
	(mmol.g ⁻¹ m.s)	(mmol.g ⁻¹ m.s)	(mmol.g ⁻¹ m.s)	(mmol.g ⁻¹ m.s)	(mmol.g ⁻¹ m.s)
AEC 144	1.865 ^a	32 ^a	1.833 ^a	27 ^a	54 ^a
CO 1249	1.619 ^a	28 ^a	1.578 ^a	29 ^a	52 ^a
CO 1407	1.466 ^a	29 ^a	1.436 ^a	28 ^a	46 ^a
CO 1404	1.466 ^a	27 ^a	1.439 ^a	31 ^a	49 ^a
CO 520	1.357 ^a	20 ^a	1.337 ^a	28 ^a	57 ^a
CV	21,14	22,92	21,86	22,09	9,97

Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A capacidade de alguns materiais genéticos de aumentar as concentrações de solutos osmoticamente ativos, como açúcares redutores, sacarose e aminoácidos, principalmente no sistema radicial, pode contribuir de maneira positiva com a tolerância das plantas a estresses ambientais, caracterizando-se como uma vantagem adaptativa. Entre os clones avaliados neste estudo, não houve um diferencial nas concentrações de moléculas orgânicas, como possíveis indicadores da capacidade de realização de ajuste osmótico do sistema radicial, o que pode explicar as taxas semelhantes de crescimento das raízes em todos os clones.

McLaughlin e outros (1996) observaram correlação positiva entre o crescimento das raízes e o aumento nas concentrações de açúcares solúveis em *Acer saccharum*, em diferentes ecossistemas, e que este fato pode estar relacionado ao processo de ajuste osmótico. Em estudo realizado por Arabzadeh (2012), comparando os teores de açúcares redutores em raízes *Haloxylon persicum* e *Haloxylon aphyllum*, sob condição de estresse hídrico, não foi encontrado diferença significativa para esta variável. Chaves

Filho e Stacciarini Seraphin (2001) não observaram, em *Solanum lycocarpum*, diferenças significativas nos teores de sacarose entre os grupos de plantas submetidas a diferentes graus de disponibilidade de água.

Em estudo realizado por Melo e outros (2007), com plantas de *Paspalum paniculatum* L., submetidas a onze dias de deficiência hídrica, não houve alteração nas concentrações de aminoácidos e proteínas solúveis totais nas raízes. Pimentel (1999), estudando relações hídricas em dois clones de milho, associou o aumento nas concentrações de aminoácidos livres no clone DINA 10 ao aumento da hidrólise de proteínas.

5 CONCLUSÕES

- Os clones AEC 144 e CO 520 apresentaram tendência de maior potencial de regeneração de raízes, o que é benéfico ao crescimento e ao pegamento das mudas no campo;
- Entre os clones avaliados, não houve diferença significativa em relação ao número de raízes regeneradas, nas porções superior e inferior dos tubos, o que lhes confere a mesma capacidade de absorção de água e nutrientes, tanto nas camadas superficiais, como nas mais profundas do solo;
- O número de raízes regeneradas por quadrante foi semelhante entre os clones avaliados, proporcionando-lhes boa divisão espacial das raízes no solo;
- Não houve diferença significativa entre os clones, quanto às características bioquímicas, fisiológicas e fitotécnicas avaliadas, ao seis meses após o cultivo no campo. Diante disso, pode-se concluir que há uma tendência de os clones avaliados terem desempenhos similares nas condições edafoclimáticas em que foram cultivados no campo, o que contribui para haver maior diversidade de opções de clones com potencial para cultivo em Vitória da Conquista.

REFERÊNCIAS

ABRAF - Associação de Produtores de Florestas Plantadas. Disponível em <http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF13>. Acesso em 3 de out de 2013.

ALVARENGA, I. C. A.; QUEIROZ, G. A.; HONÓRIO, I. C. G.; VALADARES, R. V.; MARTINS, E. R. Prolina livre em alecrim-pimenta sob estresse hídrico antes da colheita. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, p. 539-541, 2011.

ALVARENGA, R. C., BARROS, N. F., DANTAS, C. E. S., LOBÃO, D. E. V. P. Efeitos do conteúdo de água no solo e da poda de raízes sobre o crescimento de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 18, p.107-114, 1994.

ARABZADEH, N. The effect of drought stress on soluble carbohydrates (sugars) in two species of *Haloxylon persicume* *Haloxylon aphyllum*. **Asian Journal of Plant Sciences**, v. 11, n. 1, p. 44-51, 2012.

ARGENTEL, L.; FONSECA, I.; GONZALEZ, L. M.; LOPEZ, D. R. Contenidos de prolina, glicina betaína y proteínas solubles totales en 12 variedades cubanas de trigo en condiciones salinas. **Cultivos Tropicales**, v. 31, n. 4, p. 1-13, 2010.

AZEVEDO, I. M. G. de.; ALENCAR, R. M. de.; BARBOSA, A. P.; ALMEIDA, N. O. de. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) em viveiro. **Acta Amazônica**, v. 40, p.157-164, 2010.

BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.; LELES, P. S. S.; MORGADO, I. F. Regeneração de raízes de mudas de eucalipto em recipientes e substratos. **Scientia Agricola**, v.57, n.2, p. 229-237, 2000.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 2003, 41p.

BOMFIM, A. A.; NOVAES, A. B. de.; SÃO JOSÉ, A. B.; GRISI, F. A. Avaliação morfológica de mudas de madeira-nova (*Pterogynenitenstull.*) produzidas em tubetes e sacos plásticos e de seu desempenho no campo. **Revista Floresta**, v. 39, n. 1, p. 33-40, 2009.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248-254, 1976.

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

CARNEIRO, J. G. de A.; BARROSO, D. G.; SOARES, L. M. da S. Growth of bare root *Pinus taeda*, L. seedlings cultivated under five densities in nursery. **Scientia Agricola**, v. 64, n. 1, p. 23-29, 2007.

CARVALHO, de C. J. R. Respostas de plantas de *Schizolobium amazonicum* [*S. parahyba* var. *amazonicum*] e *Schizolobium parahyba* [*Schizolobium parahybum*] à deficiência hídrica. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.907-914, 2005.

CASCARDO, J. C. M.; OLIVEIRA, L. E. M., ALVES, J. D. Açúcares e compostos nitrogenados orgânicos na seringueira cultivada em solo com diferentes doses de gesso agrícola sob dois regimes hídricos. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 5, n. 1, p. 35-40, 1990.

CHAVES FILHO, J.T.; STACCIARINI-SERAPHIN, E. Alteração no potencial osmótico e teor de carboidratos solúveis em plantas jovens de lobeira (*Solanum lycocarpum* St.-Hil.) em resposta ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, p. 199-204, 2001.

CHAVES, J. H.; REIS, G. G. dos.; REIS, M, das. G. F.; NEVES, J. C. L.; PEZZOPANE, J. E. M.; POLLI, H. Q. Seleção precoce de clones de eucalipto para ambientes com disponibilidade diferenciada de água no solo: relações hídricas de plantas em tubetes. **Revista Árvore**, v. 28, n. 3, p. 333-341, 2004.

CHAVES, M.M.; MAROCO, J. P.; PEREIRA, J. S. Understanding plant responses to drought: from genes to the whole plant. **Functional Plant Biology**, v. 30, p. 239–264, 2003.

CHEN, T.H.H.; MURATA, N. Enhancement of tolerance of abiotic stress by metabolic engineering of betaines and other compatible solutes. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 5, p. 250-257, 2002.

CHEN, W.; FENG, C.; GUO, W.; SHI, D.; YANG, C. Comparative effects of osmotic, salt and alkali stress on growth, photosynthesis and osmotic adjustment of cotton plants. **Photosynthetica**, v.49, p. 417-425, 2011.

CORRÊA, L. da R.; PAIM, D. C.; SCHWAMBACH, J.; FETT-NETO, A. G. Carbohydrates as regulatory factors on the rooting of *Eucalyptus saligna* Smith and *Eucalyptus globules* Labill. **Plant Growth Regulation**, v.45, p. 63-73, 2005.

CRUZ, M. B. da; ALVES, P. L. da; KARAM, D.; FERRAUDO, A. S. Capim-colonião e seus efeitos sobre o crescimento inicial de clones de *Eucalyptus* × *urograndis*. **Ciência Florestal**, v.20, n. 3, p. 391-401, 2012.

DICHIO, B.; XILOYANNIS, C.; SOFO, A.; MONTANARO, G. Osmotic regulation in leaves and roots of olive trees during a water deficit and rewatering. **Tree Physiology**, v.26, p.179–185, 2005.

DIEGO, N. de, SAMPEDRO, M. C; BARRIO, R. J; SAIZ-FERNÁNDEZ, I; MONCALEÁN, P; LACUESTA, M. Solute accumulation and elastic modulus changes in six radiata pine breeds exposed to drought. **Tree Physiology**, v. 33, p. 69–80, 2012.

DIEM, H. G; SKENE, K. R. Racines très spéciales pour sols carencés. **La Recherche**, v. 343, p. 40-42, 2001.

EISSENSTAT, D. M.; YANAI, R. D. The ecology of root life span. **Ecological Research**, v. 27, p. 1–60, 1997.

FERNANDES, E. T.; CAIRO, P. A. R.; MORAIS, J. L. M. Crescimento de clones de eucalipto sob deficiência hídrica. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, n. 17, p. 867-875, 2013.

FIGUEIREDO, F. A. M. M. A; CARNEIRO, J. G. de A; PENCHEL, R. M; BARROSO, D. G; DAHER, R. F. Efeito das variações biométricas de mudas clonais de eucalipto sobre o crescimento no campo. **Revista Árvore**, v. 35, n. 1, p. 1-11, 2011.

FREITAS, T. A. S. de; BARROSO, D. G.; SOUZA, L. S.; CARNEIRO, J. G. de. Efeito da poda de raízes sobre o crescimento das mudas de eucalipto. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 1, p. 1-6, 2009.

GAITÁN, J. J.; PENÓN, E. A.; COSTA, M. C. Distribución de raíces finas de *Eucalyptus globulus* ssp. *maidenii* y su relación con algunas propiedades del suelo. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 1, p. 33-41. 2005.

GEBRE, G. M.; KUHNS, M. R.; BRANDLE, J.R. Organic solute accumulation and dehydration tolerance in three water-stressed *Populus deltoides* clones. **Tree Physiology**. v.14, p.575-587, 1994.

GONÇALVES, M. R.; PASSOS, C. A. M. Crescimento de cinco espécies de eucalipto submetidas a déficit hídrico em dois níveis de fósforo. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 2, p. 145-161, 2000.

GOOD, A. G.; ZAPLACHINSKI, S. T. The effects of drought stress on free amino acid accumulation and protein synthesis in *Brassica napus*. **Physiologia Plantarum**, v. 90, n. 1, p. 9-14, 1994.

GRIFFIN, D. H.; SCHAEDLE, M.; MANION, P. D.; DEVIT, M. Clonal variation in amino acid contents of roots, stems, and leaves of aspen (*Populus tremuloides Michx.*) as influenced by diurnal drought stress. **Tree Physiology**, v.8, p.337-350, 1991.

GROVER, A.; KAPOOR, A.; LAKSHMI, O. S.; AGARWAL, S.; SAHI, C.; KATIYAR-AGARWAL, S. A. M.; DUBEY, H. Understanding molecular alphabets of the plant abiotic stress responses. **Current Science**, v. 80, p. 206-216, 2001.

HAASE, D. L.; BATDORFF, J. H.; ROSE, R. Effect of root form on 10-year survival na growth of planted douglas-fir trees. **Tree Plantres' Notes**, v. 44, n. 2, p. 53-57, 1993.

HODGE, A.; BERTA, G.; DOUSSAN, C.; MERCHAN, F.; CRESPI, M. Plant root growth, architecture and function. **Plant and Soil**,v. 321, p.153–187, 2009.

HSIAO, T.C.; XU, L.K. Sensitivity of growth of roots versus leaves to water stress: biophysical analysis and relation to water transport. **Journal of Experimental Botany**, v.51, p.1595-1616, 2000.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**, 2ed, Guanabara Koogan:Rio de Janeiro, 2012. 431 p.

KLIPPEL,V. H.; PEZZOPANE, J. E. M.; PEZZOPANE, J. R. M.; TOLEDO, J. V. Impacto da deficiência hídrica no crescimento inicial de eucalipto. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 22, n.1, p. 18-29, 2013.

LAMBERS, H.; CHAPIN, F. S., PONS, T. L. **Plant Physiological Ecology**, New York: Springer-Verlag, 1998. 540p.

LAMPURLANÉS, J.; ANGÁS, J.; CANTERO-MARTINEZ, C. Root growth, soil water content and yield of barley under different tillage system on two soil in semiarid conditions. **Field Crop Research**, v.69 p.27-40, 2001.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos**. Eschborn: GTZ, 1990. 343p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000.531p.

LI, C.; BERNINGER, F.; KOSKELA, J.; SONNINEN, E. Drought responses of *Eucalyptus microtheca* provenances depend on seasonality of rainfall in their place of origin. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 27, n. 3, p. 231-238. 2000.

LOPES, C. S. D.; NOLASCO, A. M. N.; TOMAZELLO FILHO, M.; DIAS, C. T. dos S.; PANSINI, A. Estudo da massa específica básica e da variação dimensional da madeira de três espécies de eucalipto para a indústria moveleira. **Ciência Florestal**, v. 21, p. 315-322, 2011a.

LOPES, J. L. W.; SAAD, J. C. C.; GUERRINI, I. A.; LOPES, C. F. Crescimento inicial do eucalipto em função da aclimação em viveiro. **Irriga**, v. 16, n. 2, p. 199-211, 2011b.

MARTINS, L. F. da S.; POGGIANI, F.; OLIVEIRA, R. F. de.; GUEDES, M. F.; GONSALVES, J. L. de M. Características do sistema radicular das árvores de *Eucalyptus grandis* em resposta a doses crescentes de bio-sólido. **Scientia Florestalis**, v. 65, p. 207-218, 2004.

MATOS, G. S. B de; SILVA, G. R. da; GAMA, A. M. P.; VALE, R. S. F.; ROCHA, J. E. C. da. Desenvolvimento inicial e estado nutricional de clones de eucalipto no nordeste do Pará. **Acta Amazonica**, v. 42, n. 4, p. 491-500, 2012.

McLAUGHLIN, J. W.; REED, D. D.; JURGENSEN, M. F.; MROZ, G. D.; BAGLEY, S. T. Relationships between soluble sugar concentrations in roots and ecosystem stress for first year sugar maple seedlings. **Water, Air and Soil Pollution**, v. 88, p. 1-19, 1996.

MELO, H. C. de.; CASTRO, E. M. de.; 2, SOARES, Â. M.; MELO, L. A. de.; ALVES, J. D. Alterações anatômicas e fisiológicas em *Setaria anceps* Stapf e *Paspalum paniculatum* L. sob condições de déficit hídrico. **Hoehnea**, v. 34, n. 2, p. 145-153, 2007.

MENESES, C. H. S. G.; MORAIS, L. H. G. de Aspectos genéticos e moleculares de plantas submetidas ao déficit hídrico. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 10, p. 1039-1072, 2006.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 11, p. 426-428, 1959.

MOLINARI, H. B. C.; MARUR, C. J.; DAROS, E.; CAMPOS, M. K. F. de.; CARVALHO, J. F. R. P de BESPALHOK FILHO, J. C.; PEREIRA, L. F, P.; VIEIRA, L. G. E. Evaluation of the stress-inducible production of proline in transgenic sugarcane (*Saccharum* spp.): osmotic adjustment,

chlorophyll fluorescence and oxidative stress. **Physiologia Plantarum**, v. 130, n. 2, p. 218-229, 2007.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A Cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000.112p.

NGUYEN-QUEYRENS, A.; BOUCHET-LANNAT, F. Osmotic adjustment in three-year-old seedlings of five provenances of maritime pine (*Pinus pinaster*) in response to drought. **Tree Physiology**, v. 23, p. 397-404, 2003.

NOVAES, A. B. de; CARNEIRO, J. G. de A.; BARROSO, D. G.; LELES, P. S. dos S. Avaliação do potencial de regeneração de raízes de mudas de *Pinus taeda* L., produzidas em diferentes tipos de recipientes, e o seu desempenho no campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p.675-681, 2002.

PALUDZYSZYN FILHO, E; DOS SANTOS, P. E.T; FERREIRA, C. A. **Eucaliptos indicados para plantio no Estado do Paraná**.Colombo: EMBRAPA Florestas, 2006. 45p. (Embrapa. Documentos, 129).

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

PIMENTEL, C. Respostas fisiológicas à falta d'água: limitação difusiva ou metabólica? In: NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, E. L.; WILLADINO, L. G.; CAVALCANTE, U. M. T. (Ed.). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE,Imprensa Universitária, p. 13-21, 2005.

PIMENTEL, C. Relações hídricas em dois híbridos de milho sob dois ciclos de deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 11, p. 2021-2027, 1999.

PINHEIRO, H.A.; DaMATTA, F. M.; CHAVES, A. R. M.; LOUREIRO, M. E.; DUCATTI, C. Drought tolerance is associated with rooting depth and stomatal control of water use in clones of *Coffea canephora*. **Annals of Botany**, v. 96, p. 101-108, 2005.

QUEIROZ, M. M.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; FERREIRA, M. A. Comportamento de materiais genéticos de eucalipto em Paty do Alferes, RJ. **Floresta e Ambiente**, v.16, n.1, p. 1-10, 2009.

RADOMSKI, M. I.; RIBASKI J. **Sistemas silvipastoris: aspectos da pesquisa com eucalipto e grevilea nas regiões Sul e Sudeste do Brasil**.

Colombo: EMBRAPA FLORESTAS, 2009. 39p. (Embrapa. Documentos 191).

RASHEED, R.; WAHID, A.; FAROOQ, M.; HUSSAIN, I.; BASRA, S. M. A. Role of proline and glycine betaine pretreatments in improving heat tolerance of sprouting sugarcane (*Saccharum* sp.) buds. **Plant Growth Regulation**, v. 65, p. 35–45, 2011.

REGIER, N.; STREB, S.; COCOZZA, C.; SCHAUB, M.; CHERUBINI, P.; ZEEMAN, S. C.; FREY, B. Drought tolerance of two black poplar (*Populus nigra* L.) clones: contribution of carbohydrates and oxidative stress defence. **Plant, Cell and Environment**, v.32, p. 1724–1736, 2009.

REIS, G.G.; REIS, M. G. F.; FONTAN, I. C. I.; MONTE, M. A.; GOMES, A. N.; OLIVEIRA, C. H. R. Crescimento de raízes e da parte aérea de clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus* spp submetidos a dois regimes de irrigação no campo. **Revista Árvore**, v. 30, p.921-931, 2006.

REZENDE, W. B. **Aspectos socioeconômicos da cultura do eucalipto**. Colombo: EMBRAPA FLORESTAS, 2005.115p.

RHEIN, A. F. L.; SANTOS, D. M. M.; CARLIN, S. D. Atividade da enzima redutase do nitrato e teores de prolina livre em raízes de cana-de-açúcar sob os estresses hídrico e ácido no solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, p.1345-1360, 2011.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. V.; **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais. 1999. 359p.

ROGIERS, S.Y.; HOLZAPFEL, B. P.; SMITH, J.P. Sugar accumulation in roots of two grape varieties with contrasting response to water stress. **Annals of Applied Biology**, v.159, p.399–413, 2011.

RONDE, J. A. de.; SPREETH, M. H.; CRESS, W.A. Effect of antisense L-11-pyrroline-5-carboxylate reductase transgenic soybean plants subjected to osmotic and drought stress. **Plant Growth Regulation**, v32, p.13–26, 2000.

RYLTER, R. M. **Fine root production and carbon and nitrogen allocation in basket willows**.107p.1997.Thesis (Doctoral)-Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 1997.

SALES, G. R. G.; RIBEIRO, R. V.; MACHADO, D. F. S. P. M.; MACHADO, R. S.; DOVIS, V. L.; LAGÔA, A. M. M. A. Trocas gasosas e

balanço de carboidratos em plantas de cana-de-açúcar sob condições de estresses radiculares. **Bragantia**, v. 71, p. 319-327, 2012.

SAMAL, D.; KOVAR, J. L.; STEINGROBE, B.; SADANA, U. S.; BHADORIA, P. S.; CLAASSEN, N. Potassium uptake efficiency and dynamics in the rizosphere of maize (*Zea mays* L.), wheat (*Triticum aestivum* L.) and sugar beet (*Beta vulgaris* L.) evaluated with mechanistic model. **Plant and Soil**, v. 332, p.105-121, 2010.

SANTOS, A. F.; AUER, C. G.; GRIGOLETTI JUNIOR, A. **Doenças do eucalipto no sul do Brasil: identificação e controle**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001.20p.

SANTOS, G. A.; SOUZA, C. A. S.; DIAS JUNIOR, M. S.; FURTINI NETO, A. E.; GUIMARÃES, P. T. G. Diferentes graus de compactação e fornecimento de fósforo influenciando no crescimento de plantas de milho (*Zea mays* L.) cultivadas em solos distintos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 740-752, 2005.

SCHENK H. J.; JACKSON, R.B. The global biogeography of roots. **Ecological Monograph**, v.73, p.311–328, 2001.

SEI – SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. Disponível em: <<http://www.sei.ba.gov.br>> Acesso em 26 jul 2013.

SHARMA, B. D.; KAUL, H. N.; SINGH, M. Growth analysis of potato varieties in autumn e subtropical conditions. **New Botanists**, v. 20, n. 54, p. 55-64, 1993.

SHVALEVA, A. L.; COSTA, E. S. F.; BREIA, E.; JOUVE, J.; HAUSMAN, J. F.; ALMEIDA, M. H.; MAROCO, J. P.; RODRIGUES, M. L.; PEREIRA, J. S.; CHAVES, M. M. Metabolic responses to water deficit in two *Eucalyptus globules* clones with contrasting drought sensitivity. **Tree Physiology**, v.26, p.239–248, 2005.

SILVA, M.B. R.; FERNANDES, P. D.; DANTAS NETO, J.; NERY, A. R.; RODRIGUES, L. N.; VIÉGAS, R. A. Crescimento e produção do pinhão-mansó irrigado com água residuária sob condições de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 6, p. 621–629, 2011.

SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.; MARTINS, S. F.; LIMA, J. S. S. Desenvolvimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006a.

SOUZA, G. L. F. M.; RIBEIRO, M. C. C.; CARDOSO, E. de A.; PIRES, G. de S.; SOUZA, P. A. de. Efeito da época de poda do sistema radicular no crescimento de mudas de algarobeira. **Revista Caatinga**, v. 19, p. 250-254, 2006b.

SOUZA, L. C. de; SIQUEIRA, J. A. M.; SILVA, J. L. de S.; COELHO, C. C. R.; NEVES, M. G.; OLIVEIRA NETO, C. F. de. Osmorreguladores em plantas de sorgo sob suspensão hídrica e diferentes níveis de silício. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 3, p. 240-249, 2013.

STETTLER, R. E; BRADSHAW JUNIOR, H. D. The choice of genetic material for mechanistic studies of adaptation in forest trees . **Tree Physiology**, v.14, p.781-796, 1994.

SUBBARAO, G. V.; CHAUHAN, Y. S.; JOHANSEN, C. Patterns of osmotic adjustment in pigeonpea — its importance as a mechanism of drought resistance. **European Journal of Agronomy**, v. 12, p. 239–249, 2000.

SZEGLETES, Z. S.; ERDEI, L.; TARI, I.; CSEUZ, L. Accumulation of osmoprotectants in wheat cultivars of different drought tolerance. **Cereal Research Communications**, v. 28, n. 4, p. 403-410, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.

TANAKA, Y.; BROTHERTON, P.; HOSTETTER, S.; CHAPMAN, D.; DYCE, S.; BELANGER, J.; OHNSON, B.; DUKE, S. The operational planting stock quality testing program at Weyerhaeuser. **New Forests**, v. 13, n. 1-3, p. 423-437, 1997.

TREVISAN, R.; HASELEIN, C. R.; SANTINI, E. J.; SCHNEIDER, P. R.; MENEZES, L. F. de. Efeito da intensidade de desbaste nas características dendrométricas e tecnológicas da madeira de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, v.17, n.4, p.377-387, 2007.

VALDETARO, S. F. L. da; CERRUTO, S. C.; JACOVINE, G. A. L. Contribuição dos créditos de carbono na viabilidade econômica dos contratos de fomento florestal no sul da Bahia. **Revista Árvore**, v.35, p.1307-1317, 2011.

VAZ, A. P. A.; KERBAUY, G. B.; RIBEIRO, R. C. L. F. Changes in soluble carbohydrates and starch partitioning during vegetative bud formation from root tips of *Catasetum fimbriatum* (Orchidaceae). **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v.54, p.105–111, 1998.

VELLINI, A. L. T. T; PAULA, N. F. de; ALVES, P. L. da.C. A; PAVANI, L. C; BONINE, C, A, V; SCARPINATI, E.A; PAULA, de. R. C. Respostas fisiológicas de diferentes clones de eucalipto sob diferentes regimes de irrigação. **Revista Árvore**, v. 32, n. 4, p. 651-663, 2008.

VIVIN, P.; GUEHL, J. M.; CLÉMENT, A.; AUSSENAC, G. The effects of elevated CO₂ and water stress on whole plant CO₂ exchange, carbon allocation, and osmoregulation in oak seedlings. **Annals of Forest Science**, v. 53, p.447-459,1996.

VOGT, K. A.; BLOOMFIELD, J. **Tree root turnover and senescence**. In: LASSOIE, J. P.; HINCKLEY, T. M. (Ed.).Plant roots: the hidden half. New York: Marcel Dekker, 1991. 305p.

YEMM, E. W.; COCKING, E. C. The determination of aminoacid with ninhydrin. **Analyst**, v.80, p.209-213, 1995.

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, v.57, p. 508-515, 1954.

APÊNDICE

APÊNDICE – Tabelas 2 a 7

Apêndice 1- Resumo da análise de variância da característica número total de raízes regeneradas, em cinco clones de *Eucalyptus* sp., aos 30 dias após a poda do sistema radicial.

FV	GL	SQ	QM	F
Clone	4	366.607530	91.651883	4.631*
Resíduo	15	296.894350	19.792957	
Total	19	663.501880		
C.V (%)	25,33			

*Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Apêndice 2 - Resumo da análise de variância da característica número de raízes regeneradas, na porção superior dos tubos, em cinco clones de *Eucalyptus* sp., aos 30 dias após a poda do sistema radicial.

FV	GL	SQ	QM	F
Clone	4	85.464230	21.366057	3,408 ^{ns}
Resíduo	15	94.034625	6.268975	
Total	19	179.498855		
C.V (%)	53,18			

Apêndice 3 - Resumo da análise de variância da característica número de raízes regeneradas, na porção inferior, em cinco clones de *Eucalyptus* sp., aos 30 dias após a poda do sistema radicial.

FV	GL	SQ	QM	F
Clone	4	106.533020	26.633255	2,772 ^{ns}
Resíduo	15	144.101875	9.606792	
Total	19	250.634895		
C.V (%)	24,11			

Apêndice 4 - Resumo da análise de variância da característica número de raízes regeneradas por quadrante, nos clones AEC 144, CO 1407, CO 1404, CO 520 e CO 1249, respectivamente, 30 dias após a poda do sistema radicial.

FV	GL	SQ	QM	F
QUA	4	23.000000	5.750000	1,34 ^{ns}
Resíduo	15	64.000000	4.266667	
Total	19	87.000000		
C.V (%)	45,90			

FV	GL	SQ	QM	F
QUA	4	71.700000	17.925000	2.01 ^{ns}
Resíduo	15	133.250000	8.883333	
Total	19	204.950000		
C.V (%)	65,51			

FV	GL	SQ	QM	F
QUA	4	26.300000	6.575000	1.41 ^{ns}
Resíduo	15	69.500000	4.633333	
Total	19	95.800000		
C.V (%)	43,93			

FV	GL	SQ	QM	F
QUA	4	33.700000	8.425000	3.58 ^{ns}
Resíduo	15	35.250000	2.350000	
Total	19	68.950000		
C.V (%)	37,85			

Apêndice 5 - Resumo da análise de variância da característica relação matéria seca de parte aérea / raiz em cinco clones de *Eucalyptus* sp., aos 30 dias após a poda do sistema radicial.

FV	GL	SQ	QM	F
CLONE	4	0.780230	0.195058	3.210*
Resíduo	15	0.911625	0.060775	
Total	19	1.691855		
C.V (%)	10,90			

*Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Apêndice 6 - Resumo da análise de variância das características comprimento de raiz, número de folhas, área foliar, diâmetro do colo e altura de plantas, respectivamente, de cinco clones de *Eucalyptus* sp., aos seis meses após o plantio no campo, nas condições edafoclimáticas de Vitória da Conquista/BA.

FV	GL	SQ	QM	F
CLONE	4	363.5000	90.87500	2.903 ^{ns}
Bloco	3	62.80000	20.93333	0.669 ^{ns}
Resíduo	12	375.7000	31.30833	
C.V (%)	11,65			

FV	GL	SQ	QM	F
CLONE	4	512956.0	128239.0	2.74 ^{ns}
Bloco	3	65588.15	21862.72	0.467 ^{ns}
Resíduo	12	561369.6	46780.80	
C.V (%)	10,90			

FV	GL	SQ	QM	F
CLONE	4	0.2633043	0.6582606	2.792 ^{ns}
Bloco	3	0.5710500	0.1903500	0.807 ^{ns}
Resíduo	12	0.2829265	0.2357721	
C.V (%)	34,45			

FV	GL	SQ	QM	F
CLONE	4	0.1970000	0.4925000	0.234 ^{ns}
Bloco	3	0.2295000	0.7650000	0.364 ^{ns}
Resíduo	12	2.523000	0.2102500	
C.V (%)	15,31			

FV	GL	SQ	QM	F
CLONE	4	0.4330000	0.1082500	0.054 ^{ns}
Bloco	3	0.1478800	0.4929333	2.468 ^{ns}
Resíduo	12	0.2396700	0.1997250	
C.V (%)	8,34			

Apêndice 7 - Resumo da análise de variância das características, matéria seca de parte aérea (MSPA), matéria seca de raiz (MSR) e relação matéria seca de parte aérea / raiz (MS PA/R), respectivamente, de cinco clones de *Eucalyptus* sp., aos seis meses após o plantio no campo, nas condições edafoclimáticas de Vitória da Conquista/BA.

FV	GL	SQ	QM	F
CLONE	4	976274.8	244068.7	2.038 ^{ns}
Bloco	3	28044.45	9348.151	0.078 ^{ns}
Resíduo	12	1437068	119755.7	
C.V (%)	31,81			

FV	GL	SQ	QM	F
CLONE	4	6597.335820	1649.333955	0.574 ^{ns}
Bloco	3	43086.274475	2872.418298	
Resíduo	12	49683.610295		
C.V (%)	34,76			

FV	GL	SQ	QM	F
CLONE	4	46.691330	11.672832	1.766 ^{ns}
Bloco	3	99.144325	6.609622	0,54 ^{ns}
Resíduo	12	145.835655	12.152971	
C.V (%)	37,97			

Apêndice 8 - Resumo da análise de variância das características teores de açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR), sacarose (S), proteínas totais (P) e aminoácidos livres totais (AA), verificados no sistema radicular de cinco clones de *Eucalyptus* sp., aos seis meses após o plantio no campo, nas condições edafoclimáticas de Vitória da Conquista/BA.

FV	GL	SQ	QM	F
CLONE	4	620655.4	155163.9	1.436 ^{ns}
Bloco	3	350147.2	116715.7	1.080 ^{ns}
Resíduo	12	1296942.	108078.5	
C.V (%)	21,14			

FV	GL	SQ	QM	F
CLONE	4	311.2307	77.80767	2.009 ^{ns}
Bloco	3	103.5597	34.51989	0.891 ^{ns}
Resíduo	12	464.7409	38.72841	
C.V (%)	22,92			

FV	GL	SQ	QM	F
CLONE	4	593042.9	148260.7	1.334 ^{ns}
Bloco	3	347528.1	115842.7	1.042 ^{ns}
Resíduo	12	1333917	111159.8	
C.V (%)	21,86			

FV	GL	SQ	QM	F
CLONE	4	40.73407	10.18352	0.25 ^{ns}
Bloco	3	92.60658	30.86886	0,768 ^{ns}
Resíduo	12	482.1338	40.17781	
C.V (%)	22,09			

FV	GL	SQ	QM	F
CLONE	4	310.3533	77.58833	2.907 ^{ns}
Bloco	3	18.32069	6.106898	0,229 ^{ns}
Resíduo	12	320.2700	26.68916	
C.V (%)	9,97			