



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



ALISSON GABRIEL SANTOS DA COSTA

**MANEJO DA PALHADA DE CANA-DE-AÇÚCAR E SEUS IMPACTOS NAS
PERDAS DE SOLO E ÁGUA**

Rio Largo - AL
2020

ALISSON GABRIEL SANTOS DA COSTA

**MANEJO DA PALHADA DE CANA-DE-AÇÚCAR E SEUS IMPACTOS NAS
PERDAS DE SOLO E ÁGUA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Unidade Acadêmica Centro de Engenharias e
Ciências Agrárias da Universidade Federal de
Alagoas como requisito parcial para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

ORIENTADOR

Prof. Dr. Abel Washington de Albuquerque

CO-ORIENTADORA

Dra. Walane M^a P. de Mello Ivo

Rio Largo – AL
2020

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

C837m Costa, Alisson Gabriel Santos da
Manejo da palhada de cana-de-açúcar e seus impactos nas perdas de
solo e água. / Alisson Gabriel Santos da Costa– 2020.
33 f.; il.

Monografia de Graduação em Agronomia (Trabalho de Conclusão de
Curso) – Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e
Ciências Agrárias. Rio Largo, 2020.

Orientação: Prof. Dr. Abel Washington de Albuquerque
Coorientadora: Dra. Walane M. P. Melo Ivo

Inclui bibliografia

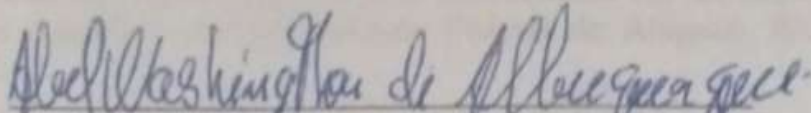
1. Cana-de-açúcar. 2. Erosão. 3. Sustentabilidade. I. Título.

CDU: 633.61

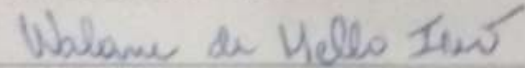
AUTOR: ALISSON GABRIEL SANTOS DA COSTA

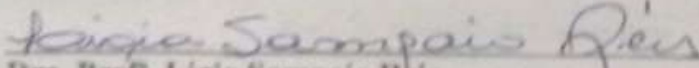
MANEJO DA PALHADA DE CANA-DE-AÇÚCAR E SEUS IMPACTOS NAS PERDAS DE SOLO E ÁGUA

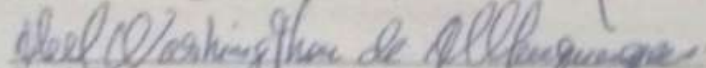
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Unidade Acadêmica Centro de Engenharias e
Ciências Agrárias da Universidade Federal de
Alagoas como requisito parcial para obtenção
do título de Engenheiro Agrônomo e aprovada
em 26 de 11 de 2020.


Prof. Dr. Abel Washington de Albuquerque CECAL UFAL
ORIENTADOR

Banca Examinadora:


Dra. Walane M. P. de Mello Ivo


Dra. Prof. Lígia Sampaio Reis


Prof. Dr. Abel Washington de Albuquerque

DEDICO

Aos meus pais, Jose Sebastião Barbosa da Costa (in memoriam) e Gedilza Gama dos Santos da Costa por sempre me incentivarem ao melhor e nunca desistir dos meus sonhos;

Às minhas irmãs Alane Gabriele e Aline Gabriele;

Ao meu padrinho e tio Genival Assunção que em todos os momentos foi um pai, me ajudando em tudo para minha evolução com seus ensinamentos e exemplos de homem de bem;

À minha linda filha e amada Liz Gabriela;

Aos meus avós maternos Maria Zaide e José Pedro (in memoriam);

Aos meus avós paternos Jose Gabriel e Angelina.

AGRADECIMENTOS

A Deus soberano, por me permitir a realização de mais um sonho.

A Universidade Federal de Alagoas, por me proporcionar a realização dessa graduação.

Ao meu querido Prof. Dr. Abel Washington de Albuquerque por ter orientado-me nessa trajetória, além de toda dedicação, paciência e carinho.

A todo corpo docente da instituição, que contribuiu para a minha formação e conhecimentos necessários.

A todos que fazem parte do Embrapa Tabuleiros Costeiros/UEP de Rio Largo, em especial a Coordenadora-Dra. Walane Maria Pereira de Mello Ivo, pela oportunidade de estágio concedido e de todo conhecimento e mentoria dedicada ao meu crescimento profissional.

Aqueles aqui não citados, mas que contribuíram de forma direta e indireta para meu crescimento pessoal e profissional.

A todos, meu muito obrigado!

*“Me molha, me lava,
Me ensina, me inspira
E arde outra vez no meu coração.”*

ARDE OUTRA VEZ, de Thalles Robert

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Cana-de-açúcar no Brasil	12
2.2 Cana-de-açúcar no Nordeste.....	13
2.3 Importâncias da cana-de-açúcar	13
2.4 Resíduo vegetal e cobertura do solo	15
2.5 Perda de solo e água.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	21
4.1. Perda de água.....	21
4.2. Perda de solo.....	22
5. CONCLUSÕES	24
Referências Bibliográficas	24
ANEXO A – Análise de variância para perdas de solo	32
ANEXO B – Análise de variância para perdas de água.....	33

RESUMO

Conservar e melhorar o solo com o objetivo de manter a sua sustentabilidade é o grande desafio para produção de alimentos. Nesse sentido, a adição de resíduos superficiais é uma das formas mais eficazes no controle da erosão. A cana-de-açúcar com colheita mecanizada gera um grande aporte de palhada sobre a superfície do solo, entretanto, devido à produção de álcool de segunda geração, parte dessa palhada pode ser retirada. O presente trabalho tem por objetivo determinar o efeito da retirada de diferentes quantidades de palhada sobre as perdas de solo e água, em condições de chuva natural. O experimento foi desenvolvido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (9°27'55,5"S e 35°49'35,4"O). O solo foi submetido a quatro tratamentos, com diferentes proporções de palhada de cana-de-açúcar como cobertura morta: (T0) 0% de palhada produzida, (T50) 50% de palhada produzida, (T100) 100% de palhada produzida e (TDESC) parcela descoberta (padrão de Wischmeier). As parcelas foram distribuídas no campo em blocos ao acaso, com três repetições para todos os tratamentos, excetuando-se o solo descoberto, com duas.

A manutenção de 50% (7,5 Mg ha⁻¹ ano⁻¹) de palhada de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) sobre a superfície do solo reduziu a erosão, minimizando assim perdas de solo e de água otimizando sua sustentabilidade, possibilitando anualmente a retirada da metade da palhada a ser destinado para produção de energias.

PALAVRAS-CHAVE: Erosão, socaria, tabuleiros costeiros.

ABSTRACT

Conserving and improving the soil, aiming to keep its sustainability is the big challenge for the food production. For that matter, adding residues is one of the most effective ways for erosion control. The sugar cane mechanized harvest leaves a large amount of straw on soil's surface, however, due to the second generation of alcohol production, a part of such straw has been taken. The goal of this work is to determine the effect of taking different amounts of straw in soil and water losses, in natural raining conditions. The experiment was developed at the Agricultural Science Center from the Federal University of Alagoas (9°27'55,5"S and 35°49'35,4"O). The soil was under four kinds of treatment with different proportions of sugar cane solid waste as dead covering. (T0) 0% of solid waste produced, (T100) 100% of solid waste produced and (TDESC) discovered portion (Wischmeier pattern). The portions were distributed in the field by parts at random, with three repetitions for all the treatments, except the uncovered soil, with just two repetitions.

Keeping 50% (7,5 Mg ha⁻¹ year⁻¹) of sugar cane solid waste (*Saccharum officinarum*) on the soil surface has reduced the erosion, decreasing soil and water losses, optimizing its sustainability, enabling the taking of half part of the sugar cane solid waste annually, to be sent to the production of energy.

KEYWORDS: Erosion, Sugar Cane Stumps, Coastal Plains

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, um dos fatores de desgaste que mais seriamente têm contribuído para a improdutividade do solo é, sem dúvida, a erosão hídrica, facilitada e acelerada pelo homem com suas práticas inadequadas de agricultura (BERTONI & NETO, 1985). O solo e a água são importantes recursos naturais para que haja vida no planeta e conservá-los é dever de todos. O processo erosivo tem tido grande repercussão e importância para agricultura e economia mundial. A agricultura ocasiona vários danos aos recursos naturais motivada pelo desconhecimento de práticas conservacionistas, contabilizando prejuízos econômicos todos os anos (SCHICK et al., 2000).

As perdas de água e solo por escoamento superficial dependem da precipitação pluviométrica, topografia, cobertura vegetal e das práticas conservacionistas utilizadas nos sistemas de produção (GUADAGNIN, et al, 2005). Desta forma, a cobertura do solo e as práticas de manejo são fatores que afetam o processo erosivo do solo (PANAGOS, et al. 2015). De acordo com Bertoni & Neto (1985), o solo perdido pela erosão hídrica é geralmente mais fértil, contendo os nutrientes, húmus e fertilizante, acarretando a perda de fertilidade do solo nas áreas erodidas. A presença de resíduos vegetais como cobertura do solo é o fator mais importante na dissipação de energia de impacto das gotas de chuva (PANACHUKI et al., 2011). De acordo com CASTRO et al. (2006), a condição de cobertura associada à rugosidade superficial do solo proporcionam condições físicas importantes no que se refere à redução da erosão hídrica, uma vez que atua na dissipação da energia de impacto das gotas da chuva, enquanto a rugosidade é responsável pela redução da velocidade da água no escoamento superficial.

A cobertura de solo pode dissipar, a energia cinética das gotas de chuva sobre o solo com muita eficiência (DENARDIN et al., 2005). Nesse contexto as áreas com preparo convencional do solo e desprovidas de cobertura vegetal em superfície são mais suscetíveis a erosão hídrica, pois, este sistema favorece a formação do selamento superficial, caracterizado por uma fina camada de solo que se torna compactada pelo impacto direto da gota de chuva sobre o solo (PANACHUKI et al., 2011).

No caso da colheita da cana-de-açúcar em áreas sem despalha a fogo, cana crua, esse processo resulta em grandes quantidades de resíduos de palhada. Tendo em vista a nova possibilidade de produção de álcool de segunda geração a partir da palhada da

cana, o grande questionamento é determinar a quantidade ideal a ser mantida no solo e outra a ser transportada para indústria para produção do etanol. Nos últimos anos, em função da legislação existente e da dificuldade para se conseguir mão-de-obra, a colheita da cana sem despalha a fogo vem ocorrendo com maior frequência no Brasil. Com taxas bem mais lentas, que as da região Centro-Sul do Brasil, o Nordeste tem uma transição do sistema de colheita com despalha à fogo e corte manual da cana para colheita de cana crua e corte mecanizado (BOLONHEZI, D. et al., 2017). A colheita da cana-de-açúcar é tradicionalmente realizada com a utilização da queima, prática que elimina a densa palhada, tornando mais fácil o corte manual dos colmos.

O estudo é de grande importância, pois foram analisadas as perdas de solo e água, permitindo assim determinar quantidades de resíduo da cana-de-açúcar a ser deixado no solo para sustentabilidade do sistema de produção da cana.

Assim, com o objetivo de avaliar a erosão hídrica em área de cultivo de cana-de-açúcar e determinar a quantidade de palhada ideal, distribuída na superfície do solo, a ser mantida em campo para garantia da sustentabilidade do sistema de produção da cana-de-açúcar.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cana-de-açúcar no Brasil

A cana de açúcar tem origem na Nova Guiné e foi levada para o sul da Ásia. Através de mercadores árabes foi propagada pelo norte da África, sul da Europa e regiões marginais ao Mediterrâneo durante as conquistas árabes a partir do século VIII. Ao mesmo tempo em que chineses a levaram para Java e as Filipinas. Durante as descobertas de portugueses e espanhóis, os mesmos disseminaram seu cultivo na Ilha da Madeira e nas Canárias, até a expansão para as Américas através da segunda expedição de Cristovão Colombo, em 1493 (MOZAMBANI *et al.*, 2006).

As primeiras mudas foram trazidas da Ilha da Madeira, em Portugal, no século XVI por Martim Afonso de Souza, responsável pela instalação do primeiro engenho brasileiro em São Vicente no ano de 1532. Em seguida, muitos outros se proliferaram pela costa brasileira, sobretudo no litoral dos estados do Pernambuco e Bahia – os quais sorveram a maior parte da produção açucareira da colônia. A maior contribuição dos engenhos, contudo, foi estar em um ponto bastante privilegiado, o que facilitava o escoamento da produção, agilizando a chegada do produto aos mercados consumidores. Alguns engenhos evoluíram e transformaram-se futuramente em usinas de cana (MATTOS, 1942 *apud* COSTA, 2015).

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento, CONAB (2020), com o término da safra 2019/20, houve a confirmação do crescimento na produção da cana-de-açúcar em comparação à temporada passada. Foram mais de 642,7 milhões de toneladas colhidas, representando aumento de 3,6% em relação a 2018/19.

Os maiores produtores de cana-de-açúcar por região no país, em escala decrescente, estão: Sudeste (412.436,0 milhões de ton.), centro-oeste (140.639,2 milhões de ton.), Nordeste (51.141,8 milhões de ton.), Sul (34.200,2 milhões de ton.) e Norte (3.652,34 milhões de ton.). CONAB (2020)

2.2 Cana-de-açúcar no Nordeste

O cultivo de cana-de-açúcar na região Nordeste do Brasil é realizado desde a época colonial, concentra-se principalmente, nas regiões litorânea e agreste dos Estados de Alagoas, Pernambuco e Paraíba. De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento a Região colheu cerca de 49,1 milhões de toneladas, representando acréscimo de 10,6% em comparação a 2018/2019, as condições climáticas foram mais favoráveis à cultura, isso potencializou a produção. (CONAB, 2020).

No Estado de Alagoas, como nos demais estados produtores de cana-de-açúcar, a cultura canavieira foi um dos principais fatores de formação e desenvolvimento regional. A marca da cultura canavieira estende-se além dos extensos canaviais que dominam o horizonte dos tabuleiros costeiros; ela também se estende no tempo. Está afirmação confirma-se quando se analisa o cenário socioeconômico alagoano e nota-se que o setor canavieiro definiu e até hoje define os rumos da economia do estado (SANTOS, 2011). De acordo com a CONAB (2020) em Alagoas, o setor vem experimentando melhora na eficiência em uma área menor, aperfeiçoando as técnicas de manejo da cultura e investindo no seu potencial produtivo. Ao todo foram destinados 292 mil hectares à produção da cultura, demonstrando uma pequena redução em comparação a 2018/19 aonde os investimentos realizados, bem como as melhores condições climáticas favoreceram o crescimento da produtividade média em comparação a 2018/19. A variação foi de 8,1%, alcançando um rendimento médio de 59.718 kg/ha.

2.3 Importâncias da cana-de-açúcar

Atualmente, a cana-de-açúcar é o terceiro maior cultivo brasileiro em área plantada, atrás apenas da soja e do milho. Em 2020, os canaviais obteve um acréscimo 0,9% de área plantada, ocupando 9.711,918 milhões de hectares (IBGE 2020). Estima-se que a cadeia produtiva da cana, considerando os segmentos de insumos, atividades primárias, indústria e serviços, responde por cerca de 10% do PIB do agronegócio brasileiro, ultrapassando a cifra R\$ 150 bilhões em 2017 (ÚNICA, 2019). Nesse mesmo ano, os derivados da cana-de-açúcar responderam por 5,0% das exportações brasileiras, de acordo com dados do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (EXPORTAÇÕES, 2017).

Segundo a União da Indústria de Cana-de-Açúcar (ÚNICA, 2018), entre as principais commodities exportadas pelo Brasil, estão o açúcar e o etanol e, por isso, esta grande capacidade produtiva tem produzido esforços para promover também a imagem do etanol de cana-de-açúcar brasileiro como fonte de energia limpa e renovável no exterior. Considerando o volume produzido, e o potencial a ser explorado ainda, este setor tem recebido a atenção de programas de investimento, como por exemplo, o apoio oferecido pelos programas de incentivo desenvolvidos pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), desde específicos, como o Programa de Apoio ao Setor Sucro-Alcooleiro, que objetiva financiar a estocagem de álcool etílico combustível pelas empresas do setor, até os mais gerais, que também são utilizados por outras indústrias (FINAME agrícola – financiamento para aquisição de máquinas e equipamentos novos, de fabricação nacional, FINEM – financiamento para a realização de projetos de implantação, expansão e modernização, MODERFROTA – financiamento para a aquisição de tratores agrícolas e implementos associados e colheitadeiras, MODERMAQ – financiamento à aquisição de bens de capital, FUNTEC – apoiar financeiramente projetos que objetivam estimular o desenvolvimento tecnológico e a inovação de interesse estratégico para o país, entre outros). Desta forma, torna-se importante o estudo do setor sucroalcooleiro, para que através das influências que atingem este setor, possam se definir seus padrões de concorrência e seu comportamento no mercado mundial.

Carro-chefe da economia de inúmeros municípios do País, o setor sucroenergético é apontado, na literatura, como importante modelador do ambiente ecológico, das relações de trabalho e da qualidade de vida, em âmbito local e regional (ANDRADE, 1994; CASTILLO, 2015).

O aproveitamento de subprodutos como o bagaço, a vinhaça e a torta de filtro já vem sendo considerado como importante fonte de receita bruta adicional para a agroindústria canavieira na região Centro-Sul do país. Entre os subprodutos, o bagaço tem sido apontado como a alternativa mais promissora, seja pela venda direta ou pelo seu uso na cogeração de energia nas próprias unidades de produção. O bagaço pode também ser hidrolizado e utilizado no preparo de ração animal. Embora a exploração econômica desses subprodutos esteja se tornando uma prática comum, a intensidade de aproveitamento é variável, tanto entre regiões como entre as unidades agroindustriais. (MIRANDA-STALDER & BURNQUIST, 1996)

No contexto brasileiro, onde o etanol é produzido utilizando-se apenas uma fração da matéria-prima (caldo de cana-de-açúcar), tem-se os resíduos (bagaço excedente e palha) de composição lignocelulósica, que são passíveis de processos hidrolíticos, disponibilizando açúcares que podem ser fermentados a etanol (álcool de segunda geração). (SANTOS, 2012)

Entre os diferentes tipos de biomassas lignocelulósica, a palha de cana-de-açúcar se destaca como fonte energética. A palha apresenta grande potencial para geração de calor, eletricidade e produção de etanol celulósico. O aproveitamento da palha deverá ocupar um lugar de destaque como matéria-prima para a produção de etanol combustível. (DE OLIVEIRA et al., 2019)

Estudos realizados por LOMBARDI et al., (2012) mostra a grande demanda pela retirada parcial ou integral dessa palha devido seu grande potencial energético e calorífico que pode aumentar significativamente a produção de bioenergia e do etanol de segunda geração.

2.4 Resíduo vegetal e cobertura do solo

A erosão tem provocado perdas de 25 a 40 bilhões de toneladas de solo por ano, reduzindo significativamente a produtividade das culturas e capacidade de armazenar carbono, nutrientes e água. Perdas de produção de cereais devido à erosão foram estimadas em 7,6 milhões de toneladas por ano. Se não forem tomadas medidas para reduzir a erosão, haverá a diminuição total de mais de 253 milhões de toneladas de cereais em 2050. Essa perda de rendimento seria equivalente a retirar 1,5 milhões de quilômetros quadrados de terras na produção de culturas - ou cerca de toda a terra arável da Índia (Embrapa, 2015).

A cobertura vegetal tem grande influência sobre o escoamento superficial e a produção de sedimentos. A vegetação atenua o impacto das gotas de chuva, dissipando a energia cinética das gotas de água no solo e também reduz a velocidade da água no

solo (TEIXEIRA & MISRA, 1997). Neste sentido a adoção da cobertura vegetal de cana-de-açúcar, caracterizada pela não despalha pelo fogo, passa a ser uma importante prática conservacionista, tendo em vista a conservação do solo e da água e a não emissão de dióxido de carbono. FURLANI NETO (1994) ao comparar cana crua e cana queimada destaca como vantagens da primeira: maior proteção do solo contra erosão, redução do uso de herbicidas, melhor matéria-prima para indústria, maior incorporação de matéria orgânica ao solo, maior atividade microbiana do solo e redução da poluição ambiental.

Os resíduos vegetais na superfície do solo além de interceptarem as gotas de chuva e dissiparem a sua energia, evita a desagregação das partículas e a formação do selamento superficial, por conseguinte a redução da velocidade da enxurrada (CASSOL & LIMA, 2003). Quanto mais protegida pela cobertura vegetal estiver a superfície do solo, menores serão as taxas de erosão e desagregação das partículas da camada superficial, cabendo ao resíduo em contato direto com o solo o aumento da rugosidade hidráulica e diminuição da ação da lâmina do escoamento superficial (BEZERRA & CANTALICE, 2006).

Martins Filho et al. (2009) estudaram as perdas de solo e nutrientes por erosão hídrica em um Argissolo, com resíduos de cana-de-açúcar, e verificaram que as taxas de infiltração de água no solo são maiores nas áreas com 50 e 100% de cobertura por resíduos vegetais e a erosão é reduzida, respectivamente, em 68 e 89% nestas áreas, em relação ao solo sem resíduos, para as áreas com colheita mecanizada.

2.5 Perda de solo e água

Segundo a Organização das Nações Unidas (2019) a erosão é responsável pela perda de 24 bilhões de toneladas de solo fértil por ano, em todo o planeta, reduzindo a produtividade nas áreas agrícolas, a segurança alimentar e a capacidade de armazenamento de água e nutrientes no solo, reduzindo o Produto Interno Bruto, PIB, nos países em desenvolvimento em até 8% ao ano.

Atualmente, a degradação da terra e do solo está afetando pelo menos 3,2 bilhões de pessoas, cerca de 40% da população mundial. (ONU, 2020)

As perdas de solo e água provocadas pela erosão hídrica constituem fatores de grande importância na redução da capacidade produtiva do solo, devido à remoção de nutrientes e carbono orgânico, presentes nos sedimentos minerais e orgânicos, os quais são solubilizados na água da enxurrada (BERTOL et al., 2004). Os danos causados pelo processo de erosão hídrica podem ser internos, no âmbito da propriedade rural, ou externos à área de produção agrícola ou local de origem, sendo estes últimos com custo relativamente maior (MARQUES, 1998).

Dentre os estudos de erosão do solo no cenário mundial, e também no Brasil, destacam-se aqueles relacionados à utilização de modelos preditivos. Em especial, a Equação Universal de Perdas de Solo (*Universal SoilLossEquation*– USLE) que compõe a maioria dos estudos de erosão do solo no mundo (GARCÍA RUIZ *et al.*, 2015).

A USLE é constituída pelos fatores relacionados à erosividade da chuva (fator R), erodibilidade do solo (Fator K), fator topográfico (composto pela declividade e pela extensão das vertentes, Fator LS), cobertura vegetal (Fator C) e práticas conservacionistas (Fator P). No processo erosivo, a cobertura vegetal e o manejo (Fator C) constituem o segundo fator de maior importância, sendo o relevo (fator LS) o de maior influência nas perdas de solo (VAN DER KNIJFF *et al.*, 2000).

O fator C da USLE é o somatório dos produtos da razão de perda de solo (RPS) pela fração do índice de erosividade (FEI30) de cada estágio da cultura (WISCHMEIER; SMITH, 1978). A RPS é a relação entre as perdas de solo da parcela com o cultivo em estudo e as perdas de solo da parcela padrão, a qual é mantida descoberta durante todos os estágios da cultura (PROCHNOW, 2003). O fator C varia de zero a um, aproximando-se de zero nos sistemas de manejo conservacionistas, e de um, nos sistemas não conservacionistas (PROCHNOW *et al.*, 2005). Portanto, o fator C é resultado de uma integração de fatores (clima, solo, topografia, prática de manejo adotada) que influenciam no desenvolvimento vegetal e que resultam num valor numérico específico para cada região onde o mesmo foi determinado (DA SILVA; SCHULZ, 2001). Este é o fator de maior dificuldade de obtenção devido a grande possibilidade de combinações de práticas de manejo, instalações e rotações de culturas, feitas simultaneamente ou separadamente para uma mesma área (DE MARIA; LOMBARDI NETO, 1997).

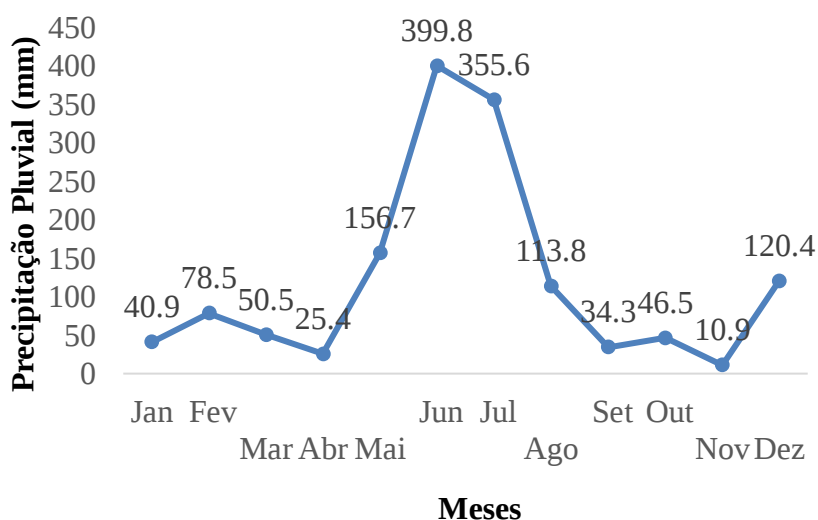
A perda de solo por erosão hídrica pode causar grandes prejuízos para a produção agrícola e pode incorrer na contaminação dos cursos d'água. O conhecimento do efeito de diferentes densidades de palha pode auxiliar na tomada de decisão sobre o sistema de manejo a ser adotado, visando a conservação do solo e da água (DECHEN, 2004). Andrade et al, (2011) obtiveram dados aonde mostram que a maior perda de solo e de nutrientes por erosão ocorreu nas áreas de cana queimada; a cana queimada (corte manual), na média dos cinco cortes, perde 48,82% por hectare a mais de solo, 56,45 % de potássio (K) e 60,78 % de fósforo (P) do que a cana crua (corte mecanizado); o custo de reposição de nutrientes, em média, na cana queimada (R\$ 33,92 ha⁻¹ ano⁻¹), foi superior ao da cana crua (R\$ 21,12 ha⁻¹ ano⁻¹); a cana crua apresentou menor custo de produção (R\$ 29,60 Mg⁻¹) quando comparado à cana queimada (R\$ 32,71 Mg⁻¹); a cana crua apresentou maior retorno médio (R\$ 5,70 Mg⁻¹ano⁻¹) com relação à cana queimada (R\$ 2,59 Mg⁻¹).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na UEP - Embrapa Tabuleiros Costeiros (9°27'55,5"S e 35°49'35,4"O) localizada no Centro de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, no município de Rio Largo-AL, a 27 km de Maceió, Alagoas. O solo da área é classificado como um Argissolo Amarelo e a variedade de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) que foi utilizada é a RB 92579.

O experimento foi feito em 11 parcelas experimentais (Figura 2) de 22,0m x 3,5m (77m²), instalados no sentido do declive de 8%, com os dados sendo obtidos a partir da ocorrência de chuva natural com pluviosidade média anual de 1433,3 mm (Figura 1).

Figura 1. Distribuição da precipitação pluviométrica ao longo do ano de 2015, Rio Largo, Alagoas.



No município de Rio Largo é de 1.800 mm a média histórica de precipitação e em 2015 foi de 1433,3 mm, sendo abaixo da média para a região.

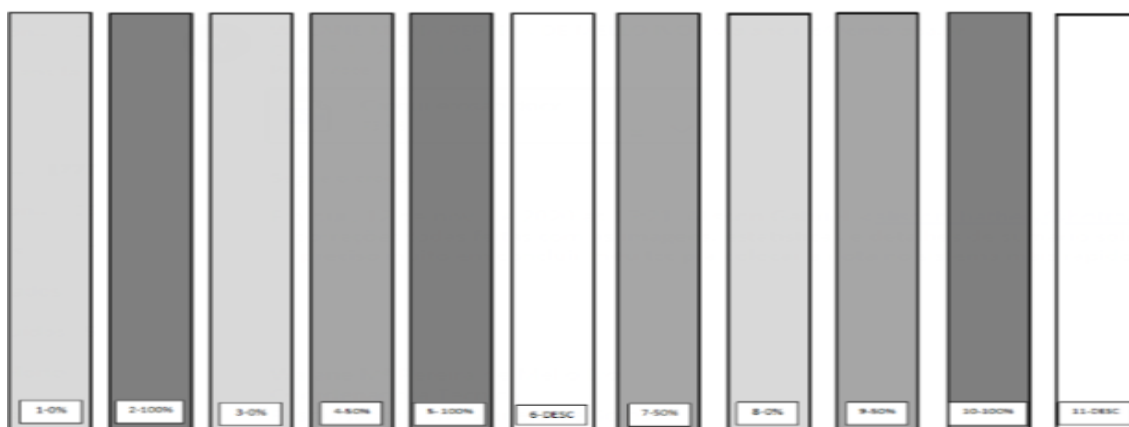


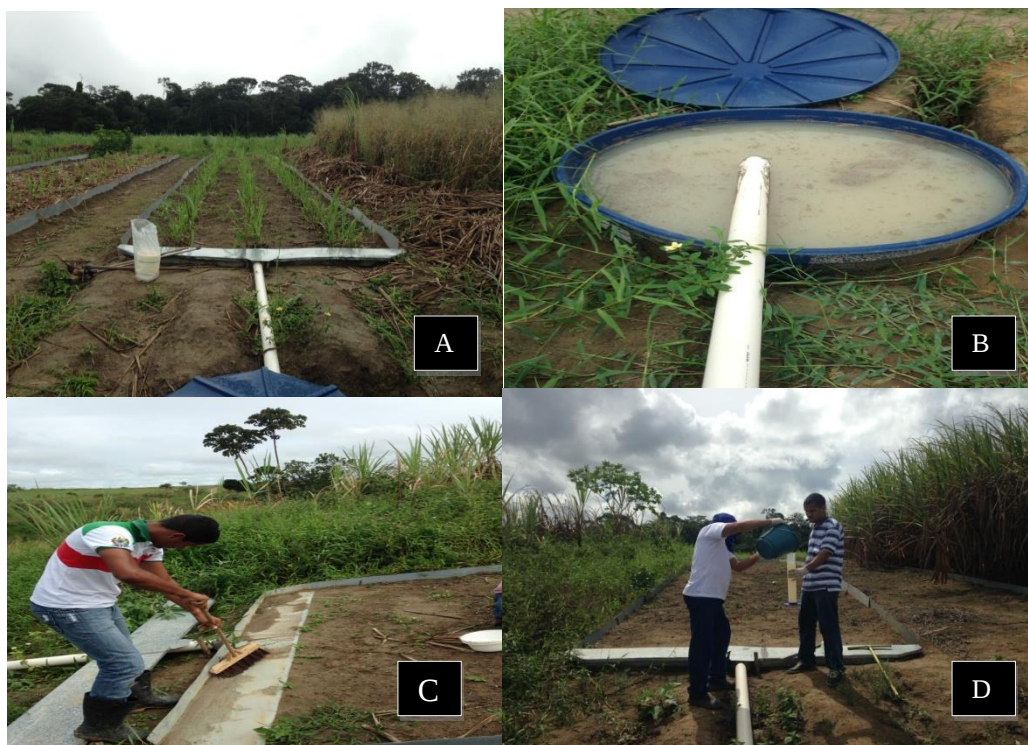
Figura 2. Croqui com 11 parcelas experimentais, Rio Largo, Alagoas.

Os tratamentos foram: parcela descoberta (TDESC), parcela com cana-de-açúcar cultivada e 0% da palhada deixada em superfície (T0), parcela com cana-de-açúcar cultivada e 50% de palhada deixada em superfície (T50) e parcela com cana-de-açúcar cultivada e 100% da palhada deixada em superfície (T100), o que equivalia a: 0, 7,5 e 15 Mg ha⁻¹ de palhada em superfície. As parcelas foram distribuídas no campo em blocos ao acaso, com três repetições para todos os tratamentos, excetuando-se o solo descoberto, com duas repetições. A área das parcelas foi delimitada por chapas de alumínio de 20 cm de altura e fixadas no solo a uma profundidade de 8 cm com a maior dimensão no sentido do declive.

Os dados de perda de solo e água foram analisados por meio de ANAVA. Para comparação das médias, foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para perdas de solo ouvi transformação dos dados ($\sqrt{y + 1}$) (SISVAR (Ferreira, 2000)).

Na parte inferior das mesmas foi instalada uma calha coletora com um cano de (100mm) acoplado, com caída em uma caixa de água com capacidade de armazenamento de 1000L. Também foi utilizado baldes de 20L para armazenamento de quantidades menores da enxurrada e sempre com o auxílio de um pluviômetro usado para recolher e medir, em milímetros, a quantidade da chuva. O solo foi coletado proveniente da erosão hídrica, separado, seco em estufa a 105°C e pesado em balança analítica. As coletas (62 coletas) foram realizadas nos dias de chuvas ocorridas durante o ano de 2015.

Figura 3. Processo de coleta de água e solo.



A= Parcela com sistema de coleta; B= Caixa de coleta de água cheia; C= Coleta do solo; D= Coleta de água. Fonte: (AUTOR, 2015).

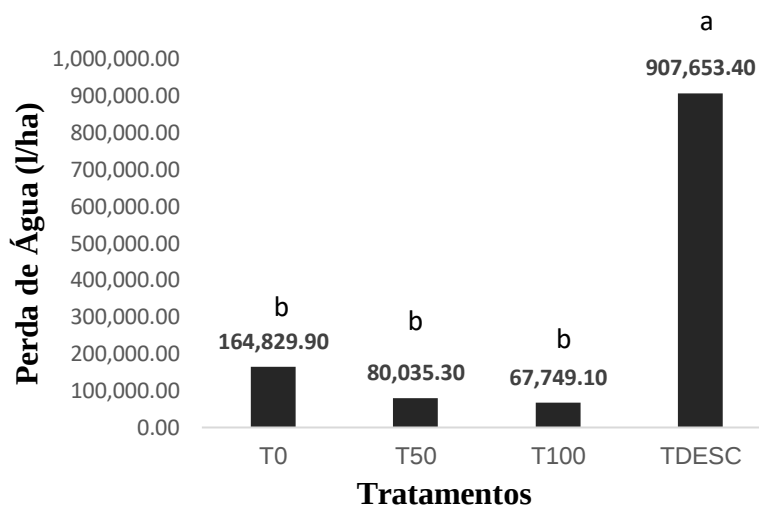
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Perda de água

Considerando todos os tratamentos avaliados, constatou-se que os maiores valores de perdas de solo e de água ocorreram no tratamento descoberto TDESC (parcela padrão) de 907.653,40 L/ha, consequência da total falta de proteção ao solo (vegetação ou resíduos superficiais).

Na Figura 4, quando comparados com os valores de T0, T50 e T100, constatou-se que o tratamento T0 apresentou as maiores perdas de água, indicando a importância da manutenção dos resíduos na superfície do solo. Deste modo, ressalta-se que a manutenção de 50% (T50) da palhada em superfície provocou perda de água que não diferiu daquela com 100% (T100) dos resíduos conservados sobre o solo, mostrando que metade do resíduo da cana-de-açúcar poderá ser retirada do campo para fins diferentes, como produção de energia, sem afetar as perdas de água do sistema de produção da cana.

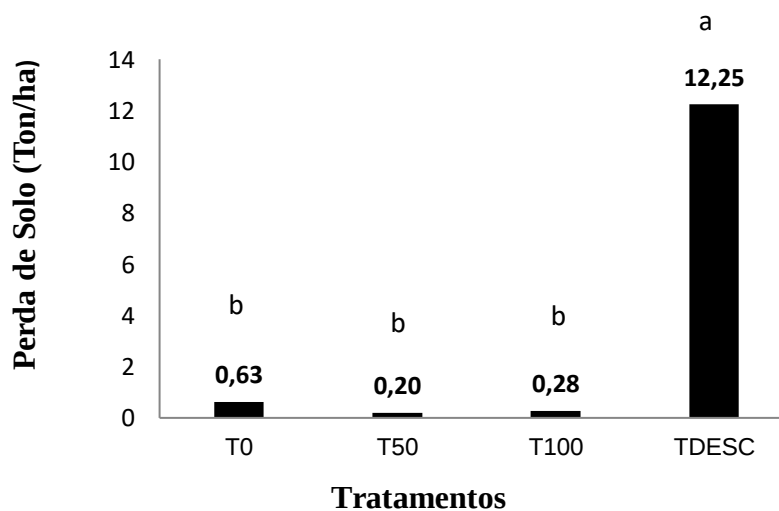
Figura 4. Análise de variância para perdas de água em um Argissolo Amarelo, cultivado com cana de açúcar sob diferentes proporções de palhada em superfície.



4.2. Perda de solo

Os níveis de perdas de solo encontram-se na Figura 5, observa-se que a parcela que teve o solo descoberto (TDESC) padrão teve uma discrepante margem diante as demais parcelas (T0, T50 e T100). O tratamento T0 obteve quase 550,6% vezes menos perda de solo em comparação ao tratamento TDESC, o tratamento T50 com quase 1,134% vezes menos perda de solo que o tratamento TDESC e o tratamento T100 com 1,339% vezes menos perda de solo que o tratamento TDESC.

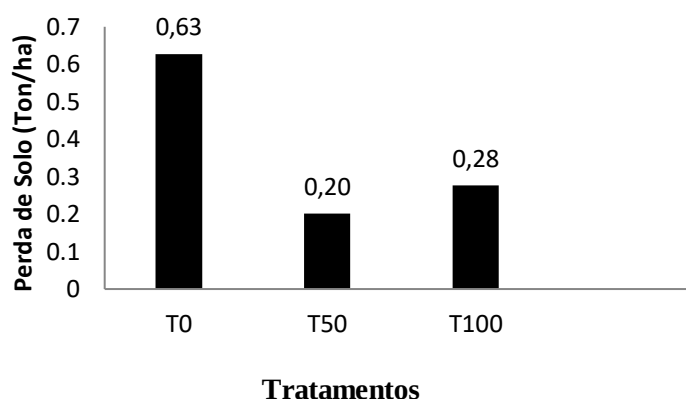
Figura 5. Análise de variância para perdas de água em um Argissolo Amarelo, cultivado com cana de açúcar sob diferentes proporções de palhada em superfície.



Na Figura 6 observa-se com mais clareza os resultados dos tratamentos T0, T50 , T100 .

O tratamento T0, manejo convencional, obteve maiores valores de perdas de solo nas parcelas com cana e sem palhada em superfície dos tratamentos devido à falta de proteção do solo na ausência da palhada. Destaca-se o tratamento de 50% (T50) no qual a manutenção de 50% da palhada em superfície provocou perda de solo que não diferiu daquela com 100% dos resíduos conservados sobre o solo, indicando que metade do resíduo da cana-de-açúcar poderá ser retirada do campo para produção de energia, sem afetar as perdas de água do sistema de produção da cana.

Figura 6. Média anual (2015) da perda de solo por erosão hídrica (Ton/ ha), em Argissolo Amarelo, dos tratamentos T0, T50, T100, nas condições de chuva natural em Rio Largo – AL.



A manutenção da cobertura do solo com restos culturais apresenta efeitos positivos, proporcionados pela cobertura com palhada, na redução da perda de água por evaporação, no armazenamento de água no solo e no conteúdo de matéria orgânica (Galdos et al., 2009; Santana et al., 2011).

Pereira, et al., (2015) concluiu que a utilização de 12 Mg ha⁻¹ de cobertura morta de milho proporciona melhor aproveitamento da água pela cultura do feijão irrigado e auxilia na relação solo-água-planta-atmosfera por diminuir a temperatura e a evaporação da água do solo e aumentar a permanência da umidade no perfil do solo.

Peres et al. (2010) relataram que a presença de palha da cana-de-açúcar na superfície do solo reduziu as perdas de água praticamente à metade daquela verificada na condição de solo descoberto. Carvalho et al. (2016) destacam que 50% da palhada,

equivalendo a quantidade de 7 Mg ha⁻¹ , apresenta grande potencial para controle da erosão, sendo este valor muito próximo ao encontrado no presente estudo.

ANJOS et al., (2017) relataram que aonde a manutenção de até 50% (9,5 Mg ha⁻¹) de palhada de cana-de-açúcar sobre a superfície do solo promove melhor conservação de água no solo por Mg de palha adicionada e retarda em até 11 dias o alcance do armazenamento crítico de água no solo, em comparação ao solo sem cobertura de palha.

5. CONCLUSÕES

A manutenção de 50% de palhada de cana-de-açúcar sobre a superfície do solo reduz a erosão, minimizando assim perdas de solo e de água otimizando sua sustentabilidade, possibilitando anualmente a retirada da metade da palhada a ser destinado para produção de energias.

Referências Bibliográficas

ANDRADE, M. C. de. Modernização e pobreza: a expansão da agroindústria canavieira e seu impacto ecológico e social. São Paulo: **Ed. Unesp**, 1994. 250 p.

ANDRADE, N.S. F.; FILHO, M. V. M.; TORRES, J. L. R.; PEREIRA, G. T.; JÚNIOR, J. M. Impacto técnico e econômico das perdas de solo e nutrientes por erosão no cultivo da cana-de-açúcar. **Eng. Agríc., Jaboticabal**, v.31, n.3, p. 539-550, maio/jun. 2011.

ANJOS, J.C. dos; JÚNIOR, A.S. de A.; BASTOS, E.A.; NOLETA, D.H.; MELO, F. de B.; BRITO, R.R. de. Armazenamento de água em Plintossolo Argilúvico cultivado com cana-de-açúcar sob níveis de palhada. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v.52, n.6, p.464-473, jun. 2017 DOI: 10.1590/S0100-204X2017000600010

BERTOL, I.; LEITE, D.; GUADAGNIN, J. C.; RITTER, S. R. Erosão hídrica em um Nitossolo Háplico submetido a diferentes sistemas de manejo sob chuva simulada. II- Perdas de nutrientes e carbono orgânico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.6, p.1045-1054, 2004.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 5 ed. São Paulo: Ícone, 2005. 356p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 7. ed. São Paulo: Editora Ícone, 2010.

BERTONI, J.; NETO, F. L. **Conservação do solo**. Piracicaba: Livroceres, 1985. 392p.

BEZERRA, S. A. & CANTALICE, J. R. B. Erosão entre sulcos em diferentes condições de cobertura do solo, sob cultivo da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, 2006. p. 565-573.

BOLONHEZI, D.; FILHO, O. J. V.; IVO, W. M. P. M; VITTI, A. C.; BRANCALIÃO, S. R. **Manejo e conservação de solo e água em áreas de produção de cana-de-açúcar**.

CARVALHO, G. R.; OLIVEIRA, C. DE. O Setor Sucroalcooleiro em Perspectiva. Circular Técnico, 10 (INSS 1414-4182) **Embrapa**. Campinas, 2006. 18 p.

CARVALHO, J. L. N. et al. Agronomic and environmental implications of sugarcane straw removal: a major review. *GCB bionergy*, 2016

CASSOL, E. A.; LIMA, V. L. Erosão em entressulcos sob diferentes tipos de preparo e manejo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 117-124, 2003

CASTRO, L.G.; COGO, N.P.; VOLK, L.B.S. Alterações na rugosidade superficial do solo pelo preparo e pela chuva e sua relação com a erosão hídrica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa-MG, v.30, n.2, p.339-352, 2006.

CASTILLO, R. Dinâmicas recentes do setor sucroenergético no Brasil: competitividade regional e expansão para o bioma cerrado. GEOgraphia, Niterói: **Universidade Federal Fluminense - UFF**, Programa de Pós Graduação em Geografia, v. 17, n. 35, p. 95-119, 2015. Disponível em: www.geographia.uff.br/index.php/geographia/article/view/877 . Acesso em: out. 2017.

CAVALIERI, A. **Estimativa da adequação de uso das terras da Quadricula de Moji Mirim (SP), utilizando diferentes métodos.** 1998. 112 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

COSTA, L. F. dos S. **RESÍDUOS DO SETOR SUCROENERGÉTICO DE GOIÁS E SEU POTENCIAL METANOGÊNICO E COMO BIOFERTILIZANTE.** Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia), Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO, pag. 13, 2015.

CONAB. **Acomp. safra bras. cana, v. 6 - Safra 2019/20, n. 4 - Quarto levantamento/ ABRIL 2020**, Brasília, p. 1-58, ISSN: 2318-7921. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>. Acesso em: 02/05/2020.

DA SILVA, A.; SCHULZ, H. E. **Estimativa do fator "C" da EUPS para cobertura morta de resíduos vegetais de origem urbana para as condições de São Carlos (SP, Brasil).** Interciência, v. 26, n.12, 2001, p. 615-618.

DE MARIA, I.C.; LOMBARDI NETO, F. Razão de perdas de solo e fator C para sistemas de manejo da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, 1997, p. 263-270.

DE MARIA, I.C.; LOMBARDI NETO, F.; DECHEN, S.C. F; CASTRO, O.M. Fator da equação universal de perdas de solo (EUPS) para a cultura de cana-de-açúcar. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 10., 1994, Florianópolis. Anais. Florianópolis: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 1994. p.148-149.

DECHEN, S. C. F. Manejo de solos tropicais no Brasil. **REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA: manejo integrado a ciência do solo na produção de alimentos**. Santa Maria - RS. UFSM, 2004. p.1-25.

DONZELI, P. L.; VALÉRIO FILHO, M.; PINTO, S. A. F.; NOGUEIRA, F. P.; ROTTA, C. L.; LOMBARDI NETO, F. **Técnicas de sensoriamento remoto aplicadas ao diagnóstico básico para o planejamento e monitoramento de microbacias hidrográficas**. Campinas, Documentos IAC, v. 29, 1992, p.91-119.

Embrapa – Relatório da FAO com participação da Embrapa revela que 33% dos solos do mundo estão degradados (07/12/15), disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/8104410/relatorio-da-fao-com-participacao-da-embrapa-revela-que-33-dos-solos-do-mundo-estao-degradados>. Acesso: jan. 2018.

EXPORTAÇÕES. In: BRASIL. Secretaria de Comércio Exterior. **AliceWeb**: sistema de análise das informações de comércio exterior. Brasília, DF: Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, 2017. Disponível em: <http://aliceweb.mdic.gov.br/>. Acesso em: out. 2017.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria, UFSCar, p.255-258, 2000

FURLANI NETO, V.L. Colheita mecanizada da cana-de-açúcar **STAB**, Piracicaba, v.12, n.13, p.8-9, 1994.

GALDOS, M.V.; CERRI, C.C.; CERRI, C.E.P. Soil carbon stocks under burned and unburned sugarcane in Brazil. *Geoderma*, v.153, p.347-352, 2009. DOI: 10.1016/j.geoderma.2009.08.025.

GARCÍA-RUIZ, J.M., BEGUERÍA, S., NADAL-ROMERO, E., GONZÁLEZ-HIDALGO, J. C., LANA-RENAULT, N., SANJUÁN, Y. **A meta-analysis of soil erosion rates across the world**. *Geomorphology*, v. 239, n.15, 2015, p. 160-173.

Gazeta de Alagoas – IBGE estima safra recorde para Alagoas (19/07/2017), disponível em: <http://gazetaweb.globo.com/gazetadealagoas/noticia.php?c=309407> acesso em: jan. 2018.

GUADAGNIN, J.C.; BERTOL, I.; CASSOL, P.C.; AMARAL, A.J. do. Perdas de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.277-286, 2005. DOI: 10.1590/S0100-06832005000200013.

IBGE – Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - outubro 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acesso em: nov. 2020.

LOMBARDI NETO, F.; BERTONI, J. **Tolerância de perdas de terras para solos do Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1975. 12p. (Boletim Técnico, 28).

LOMBARDI, G., GIROTO, V., LOMBARDI, N., PERES, M., SILVA, S. D. A., dos ALVES, C. E., & ABÍLIO, A. (2013, March). **Uso da palha de cana-de-açúcar como fonte de bioenergia versus a sua contribuição nutricional quando mantida no solo**. In Embrapa Clima Temperado-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA, 7., 2012, São Paulo. Anais... São Paulo, 2012.

MARQUES, J. F. Custos da erosão do solo em razão dos seus efeitos internos e externos à área de produção agrícola. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília - DF, v. 36, p. 61-79, 1998.

MARTINS FILHO, M. V.; LICCIOTTI, T. T.; PEREIRA, G. T.; MARQUES JÚNIOR, J.; SANCHEZ, R. B. Perdas de solo e nutrientes por erosão num Argissolo com resíduos vegetais de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v.29, n.1, p.8-18, 2009.

MATTOS, A. R. **Açúcar e Alcool no Brasil**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1942.

MIRANDA-STALDER, S.H.G. do.; BURNQUIST, H.L. **A importância dos subprodutos da cana-de-açúcar no desempenho do setor agroindustrial**. REVISTA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL - VOL. 34 - Nº 3 E 4 , 103-119, 1996.

MOZAMBANI, A. E.; PINTO, A. de S.; SEGATO, S. V.; MATUTIUZ, F.M. História e morfologia da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. de S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. de. (coord.) **Atualização em cana-de-açúcar**. Piracicaba: Livrocere, 2006. P. 11-18.

NASCIMENTO, R; TANNO, W.Q.; ROSA, J.H.; GARCIA, A.A.F.; ARIZONO, H. **Estudos comportamentais de variedades e clone de cana-de-açúcar na Região de Monte Belo – MG: Três épocas de colheita**. 8º CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIRO E ALCOOLEIROS DO BRASIL – STAB. Recife/ PE, 17 a 22 de novembro, 2002, Anais. P.331336

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; CONSÓLI, M. A. **Mapeamento e Quantificação do Setor Sucroenergético em 2008**. São Paulo, 2009. 36 p.

ONU News / Perspectiva Global, Reportagens Humanas (2019). Disponível em: <https://news.un.org>.

ONU News / Perspectiva Global, Reportagens Humanas (2020). Disponível em: <https://news.un.org>.

OLIVEIRA, M. H. R. de; SOUZA, R. F. de; OLIVEIRA, R. S. de; ARRUDA, A. B.; MOURA, J. B. de; SILVA R. M. da; **Uso da palhada da cana-de-açúcar na geração de etanol 2º geração versus sua contribuição nutricional para o solo no ambiente cerrado**. Acta Iguazu, Cascavel, v.8, n.1, p. 117-127, 2019.

PANACHUKI, E.; BERTOL, I.; ALVES SOBRINHO, T.; OLIVEIRA, P. T. S. de; RODRIGUES, D. B. B. Perdas de solo e de água e infiltração de água em latossolo vermelho sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, v.35, p.1777-1785, 2011. DOI: 10.1590/s0100-06832011000500032.

PANAGOS, P.; BORRELLI, P.; MEUSBURGER, K.; ALEWELL, C.; LUGATO, E.; MONTANARELLA, L. Estimating the soil erosion cover-management factor at the European scale. **Land Use Policy**, v.48, p.38-50, 2015. DOI: 10.1016/j.landusepol.2015.05.021.

PERES, J.G.; SOUZA, C.F.; LAVORENTI, N.A. Avaliação dos efeitos da cobertura de palha de cana-de-açúcar na umidade e na perda de água do solo. **Engenharia Agrícola**, v.30, p.875-876, 2010. DOI: 10.1590/s0100-69162010000500010.

PEREIRA, F.F.S.; MATSURA, E.E.; MOUSINHO, F.E.P.; BIZARI, D.R. Retenção de água em níveis de cobertura morta no feijoeiro irrigado em sistema de plantio direto. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 3, p. 557-569, julho-setembro, 2015.

PIB de cadeias agropecuárias. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - **ESALQ**, Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - Cepea, [2017]. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-de-cadeias-agropecuarias.aspx>. Acesso em: out. 2017.

PROCHNOW, D. **Perdas de terra e água em sistemas de manejo na cultura do café no Oeste do Estado de São Paulo**. 2003. 119f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2003.

PROCHNOW, D.; DECHEN, S. C. F.; DE MARIA, I. C.; CASTRO, O. M. de; VIEIRA, S. R. Razão de perdas de terra e fator C da cultura do cafeeiro em cinco espaçamentos, em Pindorama (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.1, 2005, p. 91-98.

SANTANA, J.A. da S.; VIEIRA, F. de A.; SOUTO, J. da S.; GONDIM, S.C.; FONSECA, F. das C.E. da. Decomposição da biomassa foliar de cana-de-açúcar em um Neossolo na região de Areia-PB. *Revista Caatinga*, v.24, p.28-32, 2011.

SANTOS, S. S.; **o cultivo de cana-de-açúcar no estado de Alagoas: uma análise comparativa dos efeitos da mecanização agrícola no estado de São Paulo**. Dissertação de mestrado, centro de desenvolvimento sustentável. Universidade de Brasília. Brasília, 2011, 103 p.

SANTOS, D. da S. **Produção de etanol de segunda geração por *Zymomonas mobilis* naturalmente ocorrente e recombinante, empregando biomassa lignocelulósica**. Tese (Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro, 2012. 218 p.: il.

SCHICK, J.; BERTOL, I. & BATISTELA, O. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico alumínico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: Perdas de nutrientes e carbono orgânico. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, 24:437-447, 2000.

TEIXEIRA, P. C.; MISRA, R. K. Erosion and sediment characteristics of cultivated forest soils as affected by the mechanical stability of aggregates. **Catena**. v.30, p. 199-134, 1997.

UNICA- União **da Indústria de Cana-de-Açúcar**. Balanço de atividades 2012/2013 a 2018/2019. Disponível em: <https://www.unica.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Relatorio-Atividades-201213-a-201819.pdf>. Acesso em: nov. 2020.

UNICA. **União da Indústria de Cana-de-Açúcar**. Disponível em: www.unica.com.br. Acesso em: jan. 2018.

VAN DER KNIJFF, J. M.; JONES, R. J. A.; MONTANARELLA, L. Soil Erosion Risk Assessment in Europe. Ispra: **European Soil Bureau**. Joint Research Centre. 2000.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington: United States Department of Agriculture, 1978, 57 p. (Agriculture Handbook, n. 537).

ANEXO A – Análise de variância para perdas de solo

Variável analisada: SOLO

Opção de transformação: Raiz quadrada de Y + 1.0 - SQRT (Y + 1.0)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	19705.995531	6568.665177	69.759	0.0000
REPET	2	323.270469	161.635234	1.717	0.2573
erro	6	564.975634	94.162606		
Total corrigido	11	20594.241634			
CV (%) =	24.43				
Média geral:	39.7147730	Número de observações:	12		

Teste Tukey para a FV TRAT

DMS: 27,4230729307051 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 3
 Erro padrão: 5,60245796481934

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
2	13.292898	a1
3	13.635912	a1
1	22.305783	a1
DESC	109.624499	a2

ANEXO B – Análise de variância para perdas de água

Variável analisada: AGUA

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	3	1.461467395E+0012	4.87155798E+0011	243.971	0.0000
REPET	2	4.332982499E+0009	2.16649125E+0009	1.085	0.3961
erro	6	1.198064877E+0010	1.99677480E+0009		
Total corrigido	11	1.477781027E+0012			
CV (%) =	14.67				
Média geral:	304530.9916667	Número de observações:	12		

Teste Tukey para a FV TRAT

DMS: 126281,993097181 NMS: 0,05

Média harmonica do número de repetições (r): 3
 Erro padrão: 25799,0619734086

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
100%	67749.066667	a1
50%	80035.300000	a1
0%	164829.900000	a1
DESC	905509.700000	a2