



**TALES TOVO ZOCAL**

**LEVANTAMENTO DA MATRIZ VARIETAL SAFRA 2019/20  
CASUR/ UFLA**

**LAVRAS – MG**

**2021**

**TALES TOVO ZOCAL**

**LEVANTAMENTO DA MATRIZ VARIETAL SAFRA 2019/20  
CASUR/ UFLA**

Monografia apresentada à  
Universidade Federal de Lavras,  
como parte das exigências do  
curso de Agronomia, para  
obtenção do título de bacharel.

Aprovado em 12 de novembro de 2021

Prof. Dr. Guilherme Vieira Pimentel UFLA - Orientador

Sergio Hebron Maia Godinho UFLA - Coorientador

**LAVRAS - MG**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus por todas as bênçãos e sua presença em cada passo da minha vida.

À minha mãe Fabiana, que nunca mediu esforços em me fazer feliz, sempre zelando e me guiando para que hoje eu chegasse até aqui, e ao meu pai Jose Carlos, meu maior exemplo de vida, que sempre me mostrou que para conquistar o sucesso devemos correr atrás dele.

Ao meus, irmãos Poliana e Caíque, por sempre acreditarem nos meus sonhos, sempre ao meu lado em todos os momentos.

Ao orientador Prof. Dr. Guilherme Viera Pimentel, sempre solícito e dedicado em me ajudar em todas as etapas deste trabalho.

À CASUR (Compañía Azucarera del Sur S.A.), por todo apoio e fornecimento de dados para conclusão do projeto.

Ao Núcleo de Estudos em cana-de-açúcar (NECANA) por todos os momentos de aprendizado, crescimento pessoal e profissional, e pela construção de amizades.

Ao meus Amigos da república carro de boi e os companheiros Venicius e Fabio por todos os momentos vividos, por todas as risadas e companheirismo desde o início da minha vida acadêmica.

Ao doutorando Sérgio Godinho, por todo suporte e paciência para elaboração do presente trabalho.

À Universidade Federal de Lavras e a todos os professores e funcionários que contribuíram para minha formação acadêmica e crescimento pessoal.

## RESUMO

O grupo CASUR (Compañía Azucarera del Sur S.A.) é um dos maiores produtores de cana-de-açúcar da Nicarágua tendo, entretanto, fortes condições limitantes de ambiente em sua produção. Com vistas a auxiliar no planejamento das áreas da empresa, objetivou-se com esse trabalho gerar um censo varietal para aperfeiçoamento de estratégias de manejo. O censo foi realizado com base na safra 2019/20, referente à área da usina localizada no município de Potosí, Departamento de Rivas, onde o grupo CASUR possui 10 mil hectares. O levantamento e análise de tais informações se deram pelo recebimento de planilhas previamente preenchidas pela equipe da usina. Os dados analisados foram: Série histórica de variedades; Relação Plantio/Cultivo (RPC); Estágio Médio de Corte (EMC); Índice de Concentração Varietal (ICV); Índice de Atualização Varietal (IAV); Índice de Maturação Varietal (IMV); produtividade de colmos (TCH); Teor aparente de sacarose (POL%cana); e, Toneladas de POL por Hectare (TPH). A variedade CP72-2086 foi a que ocupou maior área cultivada (37,8%), seguida da RB84-5210 (22,1%), e da NA56-42 (13,8%) na safra 2019/20, sendo que estas representaram 73,7% da área total (alta concentração), o que evidencia um ICV indesejável (maior que 50%). O EMC aponta para grande parte dos canaviais em estágio de corte avançado, e para a necessidade de maior escalonamento ao longo das safras. Para RPC, a variedade NA56-42 apresentou o índice mais negativo (-14,3%), sendo muito cultivada e pouco plantada, ou, um indicativo para a redução de sua área. As variedades CC01-1940 e RB86-7515 apresentaram maior RPC com 9,6% e 9,4% respectivamente, o que evidencia aumento de presença nas áreas. Os dados indicam que o IAV não é satisfatório (acima de 7 anos), logo, há pouca atualização. Quanto ao IMV, ao longo do tempo passou-se a ter ciclos mais tardios. Os dados de POL e TPH apresentaram flutuações ao longo das safras, sem alterações significativas. O TCH evoluiu muito em função do aumento de área e pouco pelo manejo. As sucessivas safras com alta concentração varietal aliada à baixa renovação, podem implicar em alto risco biológico haja visto que o manejo segue sendo semelhante ano após ano, impedindo a evolução da produção como um todo. O censo varietal indica a grande concentração de mesmas variedades (IVC) nas áreas da CASUR. Tem aumentado a adoção de novas variedades (redução do IAV), ainda que com aumento daquelas tardias, evidenciado pelo IMV. Além disso, com base no EMC, foi observada a maior longevidade dos canaviais.

**Palavras-chave:** Cana-de-açúcar; Censo varietal; Nicarágua.

## ABSTRACT

The CASUR group (Compañía Azucarera del Sur S.A.) is one of the largest sugarcane producers in Nicaragua, however, it has strong environmental conditions in its production. With a view to assisting in the planning of the company's areas, the aim of this work was to generate a varietal census to improve management strategies. The census was carried out based on the 2019/20 harvest, referring to the area of the plant located in the municipality of Potosí, Department of Rivas, where the CASUR group has 10,000 hectares. The survey and analysis of such information took place through the receipt of spreadsheets previously filled in by the plant's team. The data analyzed were: Historical series of varieties; Planting/Cultivation Ratio (RPC); Medium Cutting Stage (EMC); Varietal Concentration Index (ICV); Varietal Update Index (IAV); Varietal Maturation Index (IMV); stalk productivity (TCH); Apparent sucrose content (POL%cane); and, Tons of POL per Hectare (TPH). The CP72-2086 variety was the one that occupied the largest cultivated area (37.8%), followed by RB84-5210 (22.1%), and NA56-42 (13.8%) in the 2019/20 crop, with these represented 73.7% of the total area (high concentration), which shows an undesirable LCI (greater than 50%). The EMC points to a large part of the sugarcane fields in an advanced cutting stage, and to the need for greater staggering throughout the harvests. For RPC, the variety NA56-42 had the most negative index (-14.3%), being highly cultivated and little planted, or, an indication for the reduction of its area. The varieties CC01-1940 and RB86-7515 showed higher RPC with 9.6% and 9.4% respectively, which shows an increase in their presence in the areas. Data indicate that the IAV is not satisfactory (over 7 years), so there is little update. As for the IMV, over time it started to have later cycles. The POL and TPH data showed fluctuations over the seasons, without significant changes. TCH evolved a lot due to the increase in area and little due to management. Successive crops with high varietal concentration combined with low renewal may imply high biological risk, as management remains similar year after year, preventing the evolution of production as a whole. The varietal census indicates the large concentration of same varieties (IVC) in the CASUR areas. The adoption of new varieties has increased (reduction in IAV), although with an increase in late ones, as evidenced by the IMV. Furthermore, based on the EMC, the greatest longevity of sugarcane fields was observed.

**Keywords:** Sugar cane; Varietal census; Nicaragua.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Evolução histórica do Estágio Médio de Corte (EMC) na unidade CASUR .....	23
Figura 2 - Histórico das (TOP 10) da unidade CASUR, safras 2013/14 a 2019/20 .....	24
Figura 3 - Evolução histórica do Índice de Atualização Varietal (IAV) na unidade CASUR .....	25
Figura 4 - Evolução histórica do Índice de Concentração Varietal (ICV) na unidade CASUR .....	26
Figura 5 - Variação mensal de produtividade, Pol (%Cana) e área (ha) .....	27
Figura 6 - Evolução histórica do Índice de Atualização Varietal (IAV) na unidade CASUR .....	28

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Classificação das variedades e o índice de atualização varietal (IAV) .....	17
Tabela 2 - Classificação dos locais em relação ao índice de atualização varietal (IAV) .....	18
Tabela 3 - Classificação dos locais em relação ao índice de concentração varietal (ICV).....	19
Tabela 4 - Classificação e nota das cultivares em relação à maturação .....	19
Tabela 5 - Classificação em relação ao Índice de Maturação Varietal .....	20
Tabela 6 - Notas de maturação definidas para as variedades cultivadas na empresa .....	20
Tabela 7 - Áreas de plantio e cultivo, relação “%plantio-%cultivo”, área total cultivada na unidade CASUR, na safra 2019/20 .....	22
Tabela 8 - Variedades IMV.....	26

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>9</b>
2.1 CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR NA NICARÁGUA .....	9
2.2 ASPECTOS MORFOLÓGICOS DA CANA-DE-AÇÚCAR.....	10
2.3 MELHORAMENTO VARIETAL DE CANA-DE-AÇÚCAR .....	10
2.4 PLANEJAMENTO VARIETAL .....	12
2.5 DIFICULDADES EM NICARÁGUA .....	13
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>21</b>
4.1 RELAÇÕES PLANTIO-CULTIVO (RPC) .....	21
4.2 ESTÁGIO MÉDIO DE CORTE (EMC).....	22
4.3 ÍNDICE DE ATUALIZAÇÃO VARIETAL (IAV) .....	23
4.4 ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO VARIETAL (ICV) .....	24
4.5 ÍNDICE DE MATURAÇÃO VARIETAL (IMV) .....	25
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>28</b>
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>29</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente os mercados mundiais encontram-se marcados por uma concorrência intensa. Conforme reportado em KANITZ (1995), após passar por um período de estagnação e incertezas, os empreendimentos na América Latina passam por um processo de “exposição acelerada” a este ambiente de concorrência. Este fato ocorre na esteira da globalização e se reflete fortemente na indústria nacional, que necessita empregar processos competitivos e atualizados para sobreviver. Neste contexto, o setor agrícola experimenta processos tecnológicos e metodológicos que apresentam uma grande defasagem quando comparados aos praticados em outros setores da economia. A carência de métodos científicos e a dificuldade de implantá-los, quando estes estão desenvolvidos, torna ainda mais desgastante e difícil o processo de atualização no setor.

Na busca de soluções para o aumento da competitividade das empresas do setor sucroalcooleiro, têm sido enfocadas a formação, avaliação e introdução de variedades de cana-de-açúcar, assim como a seleção da variedade mais produtiva para cada local.

De acordo com Landell (2016), é muito importante conhecer o Censo Varietal da usina e manejar de forma correta, pois a diversidade de variedades é estratégica para garantir que, em casos de ataque de pragas ou doença severa, a segurança biológica seja mantida, e evite que grande parte do canavial seja atingida, para isso o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) recomenda que em uma área de produção, cada variedade de cana-de-açúcar não supere 15% do total.

Apesar da existência de um grande esforço científico no âmbito do melhoramento genético das variedades, existe uma carência de investigações científicas no contexto específico do tratamento do processo decisório no âmbito da seleção/escolha da variedade a ser cultivada. Diante deste cenário, no presente trabalho buscou-se apresentar através de uma metodologia fundamentada nos conceitos de Auxílio Multicritério à Decisão – AMD, um documento de auxílio à gerência agrícola da Compañía Azucarera del Sur - CASUR, da Nicarágua, no processo de escolha/decisão da variedade de cana-de-açúcar a ser cultivada em uma determinada área de plantio.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Cultivo da cana-de-açúcar na Nicarágua**

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é originária do sudeste asiático, mais precisamente na região central da Nova Guiné e Indonésia, onde o clima tem como características temperaturas elevadas e alta umidade relativa do ar (MATSUOKA et al., 2005). Atualmente a cana-de-açúcar é cultivada em cerca de 100 países com produção por volta 1.8 bilhões de toneladas de por ano, sendo Brasil e Índia os dois maiores produtores e responsáveis por cerca de 60% de toda produção mundial (ATLASBIG, 2020).

A introdução da cana-de-açúcar em Nicarágua se deu em 1526, pelo governador Don Pedrarias Dávila. No início do século XX a indústria açucareira dava seus primeiros passos exportando açúcar para outros países da América Central e Europa. Em 1890 foi fundado o primeiro engenho chamando San Antonio, cinquenta anos depois o Engenho Benjamin Zeledón entrou em operação e atualmente é chamado de Compañía Azucarera del Sur, S.A - CASUR (Comité Nacional de Productores de Azúcar – CNPA, 2021).

A atividade açucareira gera em Nicarágua, cerca de 36 mil empregos diretos e 136 mil indiretos, responsável por mais de 4% do PIB do país. Também aporta 380 milhões de quilowatts de energia elétrica nas redes públicas e gerando mais de 10% do movimento portuário (CASUR, 2021).

A Compañía Azucarera del Sur, S.A (CASUR) está localizada no município de Potosí, no Departamento de Rivas, Nicarágua. A usina opera há mais de 60 anos e em 2014 o grupo colombiano Mayaguez adquiriu a usina Casur, que agora faz parte desse grupo que é composto por 3 (três) usinas, sendo duas com operações na Colômbia e a Casur com operação na Nicarágua, América Central. Como benefício dessa aliança, além da geração de mais empregos, destaca-se o crescimento da usina de açúcar, o investimento em novos sistemas de irrigação e o aprimoramento das práticas agrícolas. Atualmente, a usina processa a cana-de-açúcar proveniente de uma área aproximada de 8.000 hectares. A produção atende aos mercados do açúcar (mercado interno e exportação), melado (destinado a alimentação animal e produção de etanol em Costa Rica) e energia (consumo interno e venda ao sistema nacional), sendo que 40% da produção são destinadas à exportação para Estados Unidos, Peru, Trinidad e Tobago, Europa e Ásia (CASUR, 2021).

## 2.2 Aspectos morfológicos da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar pertence ao gênero *Saccharum*, de acordo com a classificação botânica descrita por Cronquist (1981). A família Poaceae é conhecida como a família das gramíneas (TZVELV, 1989). Trata-se de uma planta de reprodução sexuada; quando cultivada comercialmente, porém, é multiplicada assexuadamente, por propagação vegetativa. É caracterizada pela inflorescência do tipo panícula, flor hermafrodita, caule em crescimento cilíndrico composto de nós e entrenós, folhas alternas, opostas, presas aos nós dos colmos, com lâminas de sílica em suas bordas, e bainha aberta (JADOSKI et al., 2011).

A cana-de-açúcar desenvolve-se em forma de touceira com parte aérea formada por colmos, folhas e inflorescência e parte subterrânea formada por raízes e rizomas (CESNIL e MIOCQUE, 2004). Segundo os autores citado anteriormente, o colmo é constituído por nódios e internódios que é a parte que fica acima do solo, sustenta as folhas e a panícula. A folha é ligada ao colmo na região nodal, formando duas fileiras opostas e alternadas. De acordo com Scarpari e Beauclair (2008), as folhas da cana são completas, isto é, são compostas por bainha, colar e lâmina foliar. A lâmina foliar é alongada e relativamente plana, com comprimento que varia entre 0,5 e 1,5 m e largura variando de 2,5 a 10 cm, após estar totalmente expandida.

Cesnik e MIOCQUE (2004) afirmam que, a inflorescência é uma panícula aberta e a flor é hermafrodita, possuindo ovário, com um óvulo e três estames que sustentam as anteras com os grãos de pólen. O fruto, como na maioria das gramíneas, é uma cariopse de 19 forma elíptica alongada. As raízes são fasciculadas e os rizomas possuem nódios, internódios e gemas, responsáveis pelo aparecimento dos perfilhos, formados nas touceiras. Segundo Sampaio et al. (1995), as raízes podem atingir até 4 m de profundidade, embora cerca de 80% do sistema radicular se concentrem nos 20 cm superficiais do solo.

## 2.3 Melhoramento varietal de cana-de-açúcar

Muitos países possuem programas bem-sucedidos de melhoramento com produção de variedades adaptadas às suas peculiaridades, sendo que variedades selecionadas em um país podem tornar-se variedades comerciais de êxito em outros. As variedades comerciais recebem uma identificação referente ao seu país de origem, como, por exemplo, Indonésia (POJ), Índia (CO), África do Sul (N), Austrália (Q, KQ), Brasil (IAC, SP, CV, CTC, RB, CB, PB), Argentina (NA), Filipinas (Phill), etc. (Castro, 2016). Entretanto na Nicarágua não existe um programa de melhoramento com produção de variedades adaptadas aos ambientes de

produção e suas respectivas microrregiões. Fazendo assim, com que as empresas do setor canavieiro no país importem materiais genéticos e os testem, todavia, esse processo é burocrático e tem muitas dificuldades pelo fato dos ambientes de produção da unidade CASUR serem desafiadores.

O florescimento é considerado indesejável nos cultivos comerciais, mas é necessário para os programas de melhoramento de variedades. Reprodutores de plantas usam ambientes controlados para simular o comprimento do dia e as condições de temperatura favoráveis para o florescimento, dando maior gama de potenciais parentais para novas variedades (CASTRO, 2016).

Nos programas de melhoramento da cana-de-açúcar, experimentos são acompanhados em diversas unidades produtoras e colhidos, em sua maioria, em três épocas distintas, com o intuito de contrastar o desempenho de novos materiais com aqueles utilizados em cultivos comerciais (FERREIRA et al., 2005).

As condições de diminuição de temperatura e de precipitação são fundamentais para o processo de maturação da cana-de-açúcar (Deuber, 1988). No Sul da Nicarágua as condições para maturação de cana-de-açúcar não são favoráveis, pois o inverno é úmido e o verão é seco. A safra é realizada entre novembro e maio, pois o território é influenciado pelo clima tropical, que apresenta maior índice de pluviosidade em maio e outubro. Utiliza-se o critério de “período útil de industrialização” (PUI) para caracterizar o período em que uma cana pode ser processada, em que 13% para Pol de cana é considerado o teor mínimo satisfatório para industrialização. Então, classificam-se as variedades de cana-de-açúcar como precoces, médias e tardias, em que as precoces atingem o pico de maturação no início da safra, as médias no meio e as tardias no final (RIBEIRO et al., 1999).

O desenvolvimento de variedades de cana-de-açúcar visa a obter materiais com maior resistência a pragas e doenças, e melhor adaptação a variações de clima, solos, técnicas de corte ou manejo. De acordo com Maule et al. (2001), a grande potencialidade de produtividade das cultivares de cana-de-açúcar acontece em função de suas características genéticas.

A cultura da cana-de-açúcar é implantada em vários tipos de solo e sob influência de diversos climas, resultando em vários tipos de ambiente com os quais a planta interage (DIAS, 1997). O conhecimento da interação genótipo x ambiente é fundamental no melhoramento genético devido à possibilidade de o melhor genótipo em um determinado ambiente não o ser em outro (CRUZ E REGAZZI, 1997). E essa interação é uma das principais dificuldades na seleção e na recomendação de genótipos de qualquer programa de

melhoramento, sendo a escolha de genótipos com alta produtividade, adaptabilidade e estabilidade uma das alternativas para minimizar os efeitos da mesma (CRUZ; CARNEIRO, 2003; ZENINETO, 2008).

O principal objetivo das instituições de pesquisa em melhoramento genético é a seleção e a recomendação dos genótipos de elevado potencial produtivo. Entretanto, quando os genótipos são testados em diferentes ambientes, a classificação relativa entre eles pode não ser coincidente, devido à interação genótipo x ambiente, dificultando a identificação dos efetivamente superiores (SANTOS, 2008).

## **2.4 Planejamento Varietal**

A alocação varietal abrange uma análise conjunta das características agrônômicas da planta e do ambiente em que será inserida, além dos aspectos operacionais. Além disso, outra premissa fundamental para a alocação da variedade de cana-de-açúcar baseia-se no ciclo de maturação do material genético (precoce, médio ou tardio) estar compatível com o manejo de colheita da área, garantindo que a variedade será colhida no momento ideal de modo a render seu melhor resultado (CATELAN, 2019).

As características genéticas de propagação da cana-de-açúcar variam entre as variedades sob influência das condições edafoclimáticas, apresentando diferentes características quanto à velocidade de emergência e de brotação das gemas. A profundidade do sistema radicular depende principalmente da variedade e das condições de umidade e das características físicas e químicas do solo. Quanto aos aspectos do colmo, as inúmeras variedades atuais, provenientes de trabalhos de melhoramento, contribuíram para aumentar a diversidade de formas, comprimentos, diâmetro e cores dos entrenós, assim como a diversidade das formas e tamanhos das gemas (CASTRO, 2016).

Entre as ferramentas de caracterização do solo para o cultivo da planta de cana-de-açúcar, tem-se o conceito de ambiente de produção, que é definido em função das condições físicas, hídricas, morfológicas, químicas e mineralógicas dos solos, sendo a soma das interações desses atributos associados ao grau de declividade, onde os solos ocorrem na paisagem, e as condições climáticas (PRADO, 2005).

Cada variedade expressa seu potencial em função do ambiente de produção e, quando a recomendação ocorre de forma inadequada, traz consequências como a redução do número de cortes e a queda na produtividade (SCARPARI, 2007). Dessa forma, o manejo varietal consiste em alocar a cultivar mais apta a determinado ambiente de produção, a fim de melhor explorar seu potencial produtivo (SILVA, 2008).

Além disso, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) recomenda que em uma área de produção, cada variedade de cana-de-açúcar não supere 15% do total, de acordo com Landell (2016), a diversidade varietal é estratégica para garantir a segurança biológica e evitar que, em caso do ataque de praga ou doença severa, grande parte do canavial seja atingida.

Como exemplo podemos citar a ocorrência de doenças que podem incidir na cultura, a ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar, cujo agente causal é o fungo *Puccinia kuehnii*, apesar de recente no Brasil, foi exemplo de risco relacionados a variedades, segundo Araújo et al. (2011) em vários países e inclusive no Brasil as perdas em variedades suscetíveis e intermediárias mostraram-se superiores a 40%.

## 2.5 Dificuldades em Nicarágua

O cultivo da cana-de-açúcar na Nicarágua enfrenta muitas adversidades, a começar pelo clima tropical, em que a precipitação média anual de 1200 mm é concentrada entre os meses de maio a outubro, chuvas de 100-150 milímetros em 1 ou 2 horas são normais, neste período, especialmente entre setembro a início de novembro é comum a ocorrência de tormentas tropicais ou furacões. No período de novembro a meados de maio, com o clima extremamente seco (evaporação de até 10 mm/dia), existe uma dependência muito forte do uso da irrigação. A irrigação em si não seria um problema, uma vez que são utilizados diversos sistemas de irrigação em seus cultivos, porém a qualidade da água, com alto grau de salinidade, compromete ainda mais a sustentabilidade do uso dos solos. O estresse salino é um dos mais importantes estresses abióticos reflete diretamente no processo fotossintético, com consequentes perdas de crescimento e produtividade (JAMES et al., 2002; MUNNS, 2011).

A maior parte das áreas (~70%) cultivadas é composta por vertissolos, que devido a alto teor de argila 2:1 (Comunicação pessoal com Rapaél Menezes, 28 de maio de 2021), sofrem constantes processos de expansão e contração, e causam diversos problemas, como: destruição das raízes das plantas, comprometimento do controle das lâminas de irrigação, baixa eficiência do uso da água, problemas de drenagem, mecanização, entre outros. A cana-de-açúcar cultivada nesse ambiente em que o clima, a água e o solo não favorecem o seu desenvolvimento, cresce com os componentes biométricos fora de padrões pré-estabelecidos, ficando a produção totalmente comprometida.

Cardoso et al. (2002) relatam que os vertissolos apresentam baixo potencial para aproveitamento agrícola sendo suas principais limitações decorrentes de suas características físicas. Embora a densidade do solo seja a medida quantitativa mais direta no diagnóstico da compactação, a granulometria do solo exerce forte influência sobre esse atributo, limitando, a

escolha de um valor absoluto que possa ser utilizado como referência para solos de diferentes classes texturais (CAMARGO e ALLEONI, 2006; REICHERT et al., 2009).

Para os vertissolos, as condições manifestadas, notadamente as físicas, se mostram desfavoráveis ao desenvolvimento de culturas de sequeiro. Estes solos apresentam baixa porosidade total, com predomínio de microporos, camadas compactadas próximas à superfície, baixa estabilidade de agregados e tendência à formação de encrostamento superficial. Estas características fazem com que estes solos sejam mal drenados e apresentem baixa velocidade de infiltração. Em decorrência pode-se afirmar que eles não manifestam qualidade adequada para o cultivo de espécies de sequeiro. Todavia, o uso de um conjunto de práticas de manejo mais apropriado tem melhorado a qualidade destes solos (qualidade dinâmica), que associado a genótipos com alto potencial genético, viabilizará tecnicamente o cultivo nesses solos (GOMES et al., 2006; VERNETTI JÚNIOR et al., 2009).

A cana-de-açúcar é uma planta denominada glicófita (SENGAR et al., 2013; KUMAR et al., 2014), ou seja, pouco tolerante à salinidade de solos. Em fases iniciais, como brotação e perfilhamento, as plantas encontram-se mais sensíveis a este tipo de estresse, logo, os sintomas apresentados são mais severos quando a salinidade atinge as plantas de cana nestes estádios (SENGAR et al., 2013). Quando o estresse provocado pela salinidade atinge plantas em crescimento e desenvolvimento, ele pode reduzir o conteúdo de sacarose nos colmos (GUERZONI et al., 2014).

Plantas com genótipos mais sensíveis à salinidade podem apresentar mecanismos de tolerância mais fracos, com conseqüente retardo no crescimento e maiores perdas de produtividade que as plantas halófitas, tolerantes à salinidade (CHAUM; KIRDMANEE, 2009). Sengar et al. (2013) relatam perdas de até 40% na produtividade de cana-de-açúcar na Índia devido a salinidade de solos. Cha-Um e Kirdmanee (2009) encontraram efeitos mais prejudiciais na fisiologia e crescimento de cana-de-açúcar quando submetidas ao estresse salino que em condições de deficiência hídrica, pela diminuição de clorofilas e carotenóides, com conseqüentes prejuízos na fotossíntese e desenvolvimento das plantas (CHICONATO, 2016).

Apesar das inúmeras desvantagens constatadas em solos salinos, é de suma importância e interesse do setor agrícola do país, o cultivo com eficiência nessas áreas. Isso se torna um tema muito relevante quando tratamos das necessidades de expansão das fronteiras agrícolas, aproveitamento dos recursos, sustentabilidade e eficiência produtiva. Para tanto, o conhecimento dos efeitos dos sais nas plantas e no solo, bem como os efeitos envolvidos nessas relações são fundamentais para se adotar técnicas de manejo adequadas nos cultivos,

bem como para o desenvolvimento de plantas que sejam bem adaptadas a tais condições, via processo de melhoramento genético (DIAS; BLANCO, 2010).

É fundamental ainda ressaltar que, dando enfoque ao setor sucroenergético, não existem variedades de cana-de-açúcar disponíveis no mercado que tenham sido melhoradas visando à tolerância a salinidade. Portanto, se faz necessário a identificação e seleção de genótipos, pelos programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar, que apresentem mecanismos de tolerância a salinidade, o que é fundamental para a exploração econômica da cultura em locais com problemas relacionados ao estresse por salinidade.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Para realização dos estudos foram utilizados os dados dos campos ou talhões dentro da área administrada pela CASUR (Nicarágua), que se encontra dentro das seguintes coordenadas: 11°48'58" de latitude Norte e 85°83'46" de longitude Oeste de Greenwich, com altitude média de 65 metros.

Os dados foram obtidos por meio da planilha enviada para o grupo CASUR e preenchida pelos mesmos. As áreas cultivadas foram identificadas e os resultados foram calculados índices que avaliam a intensidade de renovação das áreas da CASUR:

Na região da Unidade CASUR - safra 2019/20, as áreas cultivadas foram identificadas através da seguinte classificação:

- a) Número de corte (considerando até o 5º corte);
- b) Área de cultivo (ha) própria ou administrada;
- c) Data de plantio e de corte; espaçamento de entrelinha (m);
- d) Ambiente de produção (1- Irrigado por sulco; 2- Irrigado por aspersão; 3- Irrigado por pivô; 4- Irrigado por gotejamento; e 5 - sequeiro);
- e) Produtividade de colmos (TCH) e sacarose (TPH);
- f) Variedade planta (1 corte) e cultivada ( $\geq 1$  corte).

A partir dos resultados obtidos foram calculados os seguintes índices de qualidade no uso de variedades, para a região estudada:

1) **IAV** – Índice de Atualização Varietal, para avaliar o ritmo em que as novas variedades geradas pelos programas de melhoramento estão sendo introduzidas nos canaviais da empresa. (BRAGA JR. et al., 2016).

O IAV é obtido pela média ponderada da idade de uma variedade em função da porcentagem que ela ocupa, ou seja, é o somatório das diferenças entre o ano atual e o ano do

cruzamento das variedades, ponderado pela porcentagem de utilização das variedades na unidade produtora analisada.

Esse índice representa a média da idade do plantel varietal, de modo que quanto maior o valor do I.A.V., mais antigas são as variedades adotadas na unidade produtora, estado ou região analisada. A relação total estudada é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação das variedades e o Índice de Atualização Varietal (IAV).

VARIEDADES	% Área total	Nº de anos
	2019/2020	2020
B80-689	2,3	40
B82-333	2,7	38
CC01-1940	1,8	19
CC06-791	0,3	14
CG 98-78	0,1	22
CP00-1101	3,1	20
CP72-1210	0,0	48
CP72-2086	37,8	48
CP73-1547	0,1	47
CP88-1165	5,0	32
CP89-2143	0,9	31
MEX68-P23	0,5	52
MEX79-431	0,8	41
NA56-42	13,8	64
NA85-1602	2,3	35
RB86-7515	2,6	34
RB84-5210	22,1	36
RB92-579	0,3	28
SP81-3250	0,0	39

Fonte: CASUR (2021).

O IAV pode ser calculado a partir da seguinte fórmula:

$I.A.V. = \sum i [(ano\ atual - ano\ de\ cruzamento\ da\ variedade) \times \% \text{ da área cultivada da variedade}] / 100$ , onde  $i$  varia de 1 até o número de variedades cultivadas.

Esse índice representa a média da idade do plantel varietal, de modo que quanto maior o valor do I.A.V., mais antigas são as variedades adotadas na unidade produtora, estado ou região analisados. Avaliando os resultados históricos de IAV entre os produtores de cana-de-açúcar no Brasil chegou-se à classificação que pode ser vista na Tabela 2 (BRAGA JR., 2016).

Tabela 2 - Classificação dos locais em relação ao índice de atualização varietal.

<b>IAV</b>	<b>Nível</b>
Menor que 5 anos	Satisfatório
Entre 5 a 7 anos	Intermediário
Maior que 7 anos	Não recomendado

Fonte: BRAGA JR. et al., 2016.

2) **I.C.V.** - Índice de Concentração Varietal, o qual é obtido a partir da participação percentual das três principais variedades na região estudada (BRAGA JR. et al., 2016).

Na avaliação do segundo índice, foi estipulado o I.C.V mede o nível de concentração das variedades e é dado em porcentagem, obtido pela soma da participação percentual das três principais variedades na área total cultivada em uma unidade produtora, estado ou região usando a seguinte equação:

$I.C.V. = \sum i (\% \text{ da variedade})$ , onde  $i$  varia de 1ª variedade mais cultivada até a 3ª variedade mais cultivada.

Os parâmetros de referência para este índice foram instituídos com base na estimativa de que não é recomendável que uma unidade produtora tenha mais do que 15% de sua área cultivada com uma única variedade (LANDELL et al, 2015). Essa recomendação decorre do fato que após o plantio eram colhidos, em média, cinco corte nos canaviais e desse modo, em apenas uma safra quase seria possível erradicar uma variedade sem causar grandes efeitos na produção total da unidade produtora.

A partir dessa premissa criou-se uma classificação das unidades produtoras a partir do I.C.V., classificação esta que pode ser vista na Tabela 3.

Tabela 3 - Classificação dos locais em relação ao Índice de Concentração Varietal (ICV).

ICV	Nível
Menor que 40%	Satisfatório
Entre 40 a 50%	Intermediário
Maior que 50%	Não recomendado

Fonte: BRAGA JR. et al., (2016).

3) **O Índice de Maturação Varietal (I.M.V.)**, que estuda o uso de variedades precoces ou tardias nos canaviais (BRAGA JR. et al., 2017). Este indicador foi criado com a intenção de mostrar as tendências no uso de variedades com perfis de maturação distintos em cada região estudada, e não está diretamente associado com alguma vantagem no manejo, já que existem orientações distintas das mais convencionais, que preconizam o uso menos intensivo de variedades precoces.

O I.M.V. é um valor dado pela média ponderada das notas indicadas para as cultivares em relação a sua porcentagem de área cultivada, usando a seguinte equação:  $IMV = (\% \text{ da área cultivada da variedade} \times \text{nota da variedade})$  onde varia da primeira até a última variedade cultivada. Esse índice representa a média da maturação do plantel varietal, de modo que quanto menor o valor do I.M.V. maior é o uso de cultivares precoces. A partir da análise dos resultados de I.M.V. criou-se uma classificação dos produtores em termos do nível de maturação de suas cultivares.

Para obter esse índice, as cultivares foram classificadas em cinco (5) grupos e para cada grupo foi estabelecida uma nota, simulando os meses indicados para a colheita das cultivares, conforme a Tabela 4, abaixo:

Tabela 4 - Classificação e nota das cultivares em relação à maturação.

Maturação	Nota
Precoce	3
Precoce-Média	5
Média	7
Média-Tardia	9
Tardia	11

Fonte: BRAGA JR. et al., (2017).

Esse índice representa a média da maturação do plantel varietal, de modo que quanto menor o valor do I.M.V. maior é o uso de cultivares precoces. A partir da análise dos resultados de I.M.V. criou-se uma classificação dos produtores em termos do nível de maturação de suas cultivares. Os parâmetros assim estabelecidos são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Classificação em relação ao Índice de Maturação Varietal (IMV).

<b>I.M.V.</b>	<b>Classificação</b>
Menor que 6,3	Precoce
Entre 6,3 e 7,7	Média
Maior que 7,7	Tardia

Fonte: BRAGA JR. et al., (2017).

A partir da classificação, notas foram coletadas por meio de preenchimento de tabelas enviadas ao grupo CASUR. As variedades possuem particularidades de acordo com os diferentes ambientes de produção. A classificação e os índices de maturação estão na Tabela 6.

Tabela 6 - Notas de maturação definidas para as variedades cultivadas na empresa.

<b>VARIEDADES</b>	<b>Maturação</b>
B80-689	Tardia
B82-333	Tardia
CC01-1940	Tardia
CC06-791	Média
CG 98-78	Precoce
CP00-1101	Preco-média
CP72-1210	Precoce
CP72-2086	Preco-média
CP73-1547	Precoce
CP88-1165	Média
CP89-2143	Média
MEX68-P23	Média-tardia
MEX79-431	Média-tardia
NA56-42	Média
NA85-1602	Média-tardia
RB86-7515	Média-tardia
RB84-5210	Média-tardia
RB92-579	Média
SP81-3250	Média

Fonte: CASUR (2021).

Além disso, foram também calculados índices que avaliam a intensidade de renovação das áreas da CASUR:

- RPC - Relação Plantio/Cultivo, que mede a proporção da área de plantio em relação à área total cultivada;

- EMC - Estágio Médio de Corte, que avalia o nível de envelhecimento dos canaviais estudados.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Relações Plantio-Cultivo (RPC)

A principal variedade utilizada foi a CP 72-2086 e a RB 84-5210 totalizando mais de 50% dos canaviais. Em contrapartida essas variedades obtiveram valores negativos na relação Plantio-Cultivo indicando que terão redução em suas áreas nas safras futuras. Tais dados são apresentados na Tabela 7, abaixo.

Já as variedades RB 86-7515 e CC 01-1940 apresentaram aumentos significativos em áreas de plantio, cerca de 20% de toda a área foi reformada com estas variedades, projetando um crescimento no cultivo nas próximas safras.

Tabela 7 - Áreas de plantio e cultivo, relação “%plantio-%cultivo”, e área total cultivada na unidade CASUR, na safra 2019/20.

Safrá 2019/20 (Nov 19 a Out 20)				
Variedade	Plantio	Cultivo	Plantio - Cultivo	Total
Área (ha)	1675,4	9992,9	-	11668,4
	----- % -----			
CP 72-2086	33,5	38,6	-5,1	37,8
RB 84-5210	21,0	22,2	-1,2	22,1
NA 56-42	1,6	15,9	-14,3	13,8
CP 88-1165	6,3	4,7	1,5	5,0
Desconhecidas	1,6	3,8	-2,2	3,5
CP 00-1101	0,0	3,6	-3,6	3,1
B 82-333	3,7	2,6	1,1	2,7
RB 86-7515	10,6	1,2	9,4	2,6
NA 85-1602	6,5	1,6	4,9	2,3
B 80-689	3,0	2,2	0,8	2,3
CC01-1940	10,0	0,4	9,6	1,8
CP 89-2143	0,0	1,1	-1,1	0,9
MEX79-431	0,0	1,0	-1,0	0,8
MEX68-P23	0,0	0,6	-0,6	0,5
RB 92-579	0,8	0,2	0,5	0,3
CC06-791	1,6	0,1	1,5	0,3
CG-9878	0,0	0,1	-0,1	0,1
CP 73-1547	0,0	0,1	-0,1	0,1

Fonte: CASUR (2021).

A relação entre área de plantio e a área total cultivada, detalha o nível de renovação que a unidade está adotando, sendo que o valor do RPC de 14,3% da área total cultivada refere-se a áreas de plantio, evidenciando dificuldades na renovação dos canaviais. Todavia, isso se dá pelo fato de o plantio ser feito 100% manualmente e de maneira diferente do

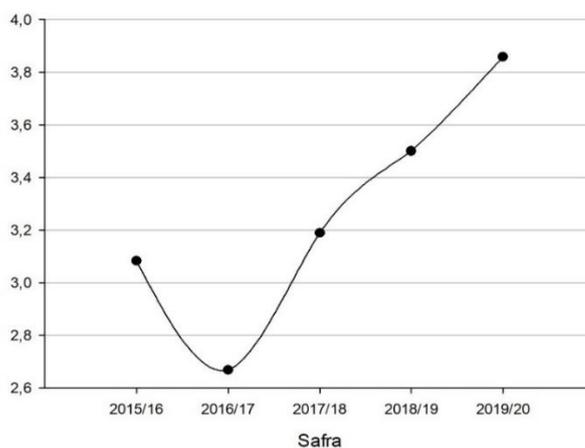
convencional, no chamado “plantio em feixes”, com feixes ou “pacotes” de 30-40 pedaços com 4 gemas cada um. O consumo médio de mudas fica em torno de 6-7 t/ha. Em alguns casos o cobrimento da muda se faz mecanizado. Não havendo a necessidade de repicar dentro do sulco.

#### 4.2 Estágio Médio de Corte (EMC)

A idade do canavial é representada pela variável Estágio Médio de Corte (EMC) medida em anos. Braga Junior e Nardy (2014), analisaram a influência da idade do canavial sobre a produtividade da cana-de-açúcar e o resultado encontrado demonstrou que a produtividade agrícola está diretamente relacionada com o EMC, indicando que um aumento de 1 ano no EMC provoca uma perda de 8,8 t de cana/ha. Portanto, a variável EMC da cana-de-açúcar deve ser considerada em estimativas da produtividade agrícola dessa cultura.

O EMC (estágio médio corte) é de 3,9, sendo relativamente alto perante a média histórica. A Figura 1 mostra que o Estágio Médio de Corte (EMC) na safra 2019/20, foi o maior na série histórica de mais de 5 anos, ou seja, os canaviais estão ficando mais velhos.

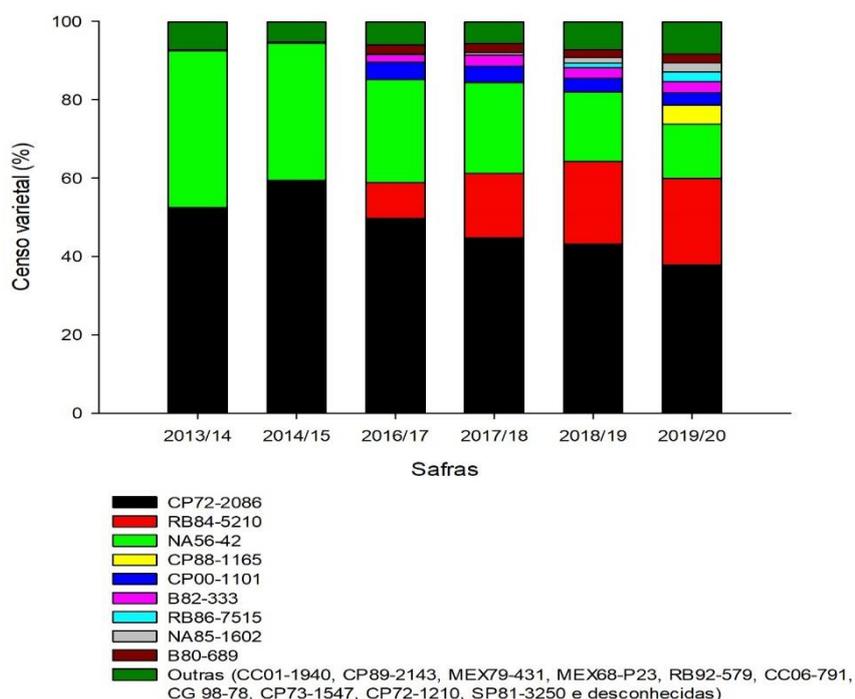
Figura 1 - Evolução histórica do Estágio Médio de Corte (EMC) na unidade CASUR.



Fonte: CASUR (2021).

Por fim, com esse cenário formado, considerando diferentes ambientes de produção e diferentes épocas de colheita, na safra 2019/20, o canavial da unidade CASUR apresentou uma maior gama de materiais genéticos, se comparado às safras anteriores. O histórico das variedades cultivadas entre as safras 2013/14 e 2019/20 é apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Histórico das variedades cultivadas na unidade CASUR, safras 2013/14 a 2019/20.



Fonte: CASUR (2021).

A partir dos resultados obtidos foram calculados os seguintes índices de qualidade no uso de variedades, segundo BRAGA JR., et al. (2013 e 2017):

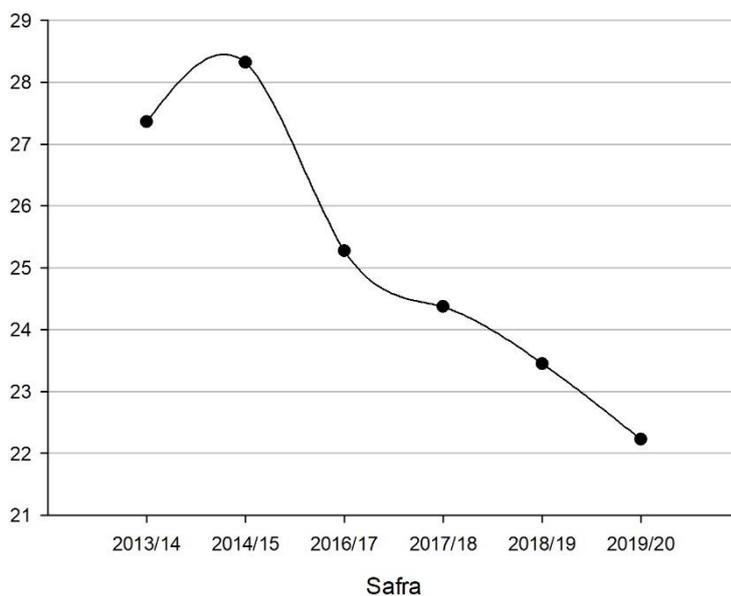
### 4.3 Índice de Atualização Varietal (IAV)

Uma das características que impactam de forma significativa na produtividade é o uso de variedades mais modernas. Variedades que apresentam alto perfilhamento, porte ereto, livre de doenças, alto teor de sacarose e baixo florescimento (BRAGA JR. et al., 2019). Entretanto a adoção de novos materiais genéticos é de acesso limitado, pois na Nicarágua não se tem um programa de melhoramento de cana-de-açúcar. Além disso, a dificuldade de importar os materiais já selecionados para outros ambientes e “adaptá-los” nos ambientes da empresa é um processo lento devido à questões de legislativas e burocráticas entre países, retardando a inclusão dos ganhos do melhoramento genético da cana-de-açúcar na receita da empresa. Devemos salientar também a dificuldade de implantação de canaviais pois o plantio é feito de forma manual em toda área.

Entraves como este tem relação direta com o IAV, que na safra 2019/20 foi de 22,2, caracterizando o amplo uso de variedades antigas e o acúmulo de áreas com mesmas variedades, principalmente, CP 72-2086 e RB 84-5210. Todavia, avaliando-se a série histórica

fica evidente a queda do índice, o que representa o empenho da empresa e a busca por novas e mais assertivas variedades para cada condição.

Figura 3 - Evolução histórica do Índice de Atualização Varietal (IAV) na unidade CASUR.



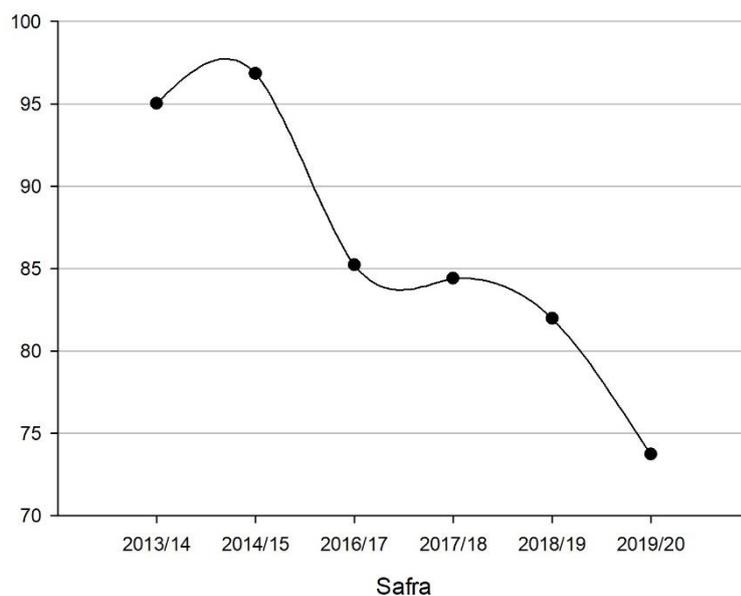
Fonte: CASUR (2021).

#### 4.4 Índice de Concentração Varietal (ICV)

Com relação ao Índice de Concentração Varietal (ICV), o histórico da região mostra que nas últimas três safras houve queda, isso porque a empresa tem investido no aumento de área (plantio) com outras variedades. O índice foi de 73,7%, o nível de concentração em poucas variedades está muito elevado, sendo o ideal menor de 40%, o que aumenta o risco biológico, como dito anteriormente.

A variedade mais adaptada do plantel nos ambientes da empresa é a CP72-8086, sendo que esta, por anos foi muito plantada e, por consequência, mesmo com a redução nos dias atuais, ainda ocupa grande parte da área de cultivo.

Figura 4 - Evolução histórica do Índice de Concentração Varietal (ICV) na unidade CASUR.



Fonte: CASUR (2021)

#### 4.5 Índice de Maturação Varietal (IMV)

O processo de maturação da cana-de-açúcar envolve um sistema metabólico complexo. Fisiologicamente a maturação da cana-de-açúcar é alcançada quando os colmos atingem o seu potencial de armazenamento de sacarose (MUTTON; MUTTON, 2015). O armazenamento de sacarose nos internódios do colmo é acelerado quando as condições climáticas para o crescimento são desfavoráveis, principalmente, sob déficit hídrico (MACHADO, 1987). Sendo assim, é de se esperar a adoção de variedades com diferentes perfis de maturação em função de regiões onde este déficit é mais ou menos expressivo.

A notas de maturação das cultivares foram feitas de acordo com o grau de maturação de cada variedade nas áreas da CASUR, como é demonstrado na tabela 8.

Tabela 8 – Notas de Índice de Maturação Varietal de variedades da CASUR.

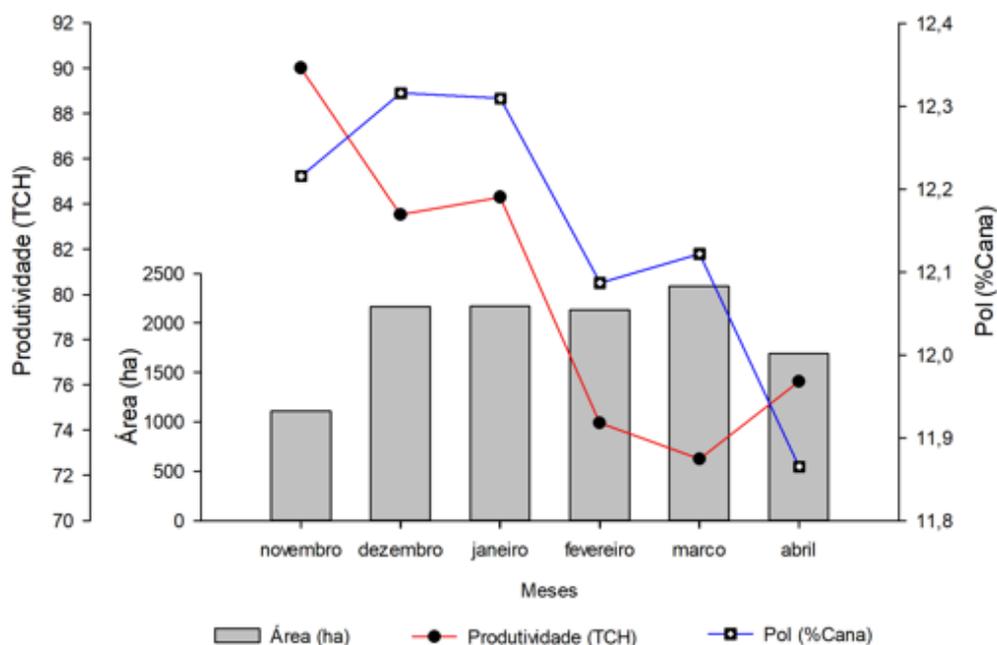
<b>VARIETADES</b>	<b>Nota IMV</b>
B80-689	11
B82-333	11
CC01-1940	11
CC06-791	7
CG 98-78	3
CP00-1101	5
CP72-1210	3
CP72-2086	5
CP73-1547	3
CP88-1165	7
CP89-2143	7
MEX68-P23	9
MEX79-431	9
NA56-42	7
NA85-1602	9
RB86-7515	9
RB84-5210	9
RB92-579	7
SP81-3250	7

Fonte: CASUR (2021)

O índice na safra 2019/20 apresentou o valor de 6,86, chegando muito próximo ao valor que divide a escala em variedades precoces (menor que 6,3) e tardias (maior que 7,7). O incremento de variedades mais tardias no plantel tem se tornado eficiente.

Com os valores mensais de produtividade (TCH) e Pol (%cana), que é teor aparente de sacarose existente na cana, considerando caldo + fibra (FERNANDES, 2003), podemos notar na Figura 5, que no terço final da safra, entre os meses de março e abril, a produtividade aumentou, enquanto a porcentagem de sacarose diminuiu. A melhor compreensão do comportamento não só das variedades, mas também do próprio ambiente de produção, contribuirá para evolução em termos de manejo, podendo atingir-se maior equilíbrio entre tais parâmetros, de acordo com os interesses e finalidades da produção. Essa variação tem relação direta com a dificuldade de inserção de mateias mais tardios no plantel da usina.

Figura 5 - Variação mensal de produtividade, Pol (%Cana) e área (ha). Safra 2019/2020.



Fonte: CASUR (2021)

Por ser uma cultura de metabolismo C4, apresenta alta taxa fotossintética, eficiência na utilização e sequestro de CO<sub>2</sub> da atmosfera, e realiza grande volume de evapotranspiração, demandando, portanto, boa disponibilidade hídrica (SEGATO et al. 2006). Mesmo com dificuldade de manter a sacarose a empresa tem aumentado as variedades tardias historicamente. No terço final da safra é relevante testar novos materiais tardios com adaptabilidade ao estresse hídrico, que acontece na região.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A gestão da CASUR tem obtido maior longevidade de seus canaviais, além de estar investindo em maior diversidade de materiais para cultivo. A continuidade da adoção de novas variedades é fundamental para que de posse de um planejamento com maior robustez de informação e variedades, se alcance maior estabilidade e adequado escalonamento produtivo, obtendo-se assim maior segurança em relação aos riscos biológicos e do ambiente em si, como também, maiores lucros em virtude de tal.

## **6. CONCLUSÃO**

Considerando apenas a safra 2019/20, o RPC foi de 14,3% e o IMV apresentou valor de 6,86, caracterizando o incremento de variedades mais tardias.

Há aumento do EMC, o que representa canaviais mais longevos. Tem ocorrido a redução do IAV, baseado na adição de novas variedades. O IVC de 73,7%, porém, permanece elevado e evidencia a importância da continuidade de introdução de novos materiais.

## REFERÊNCIAS

- ACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; SILVA, F. L. B.; GUIMARÃES, F. V. A.; SILVA, G. L.; CAVALCANTE, L. F. **Soil salinization and maize and cowpea yield in the crop rotation system using saline waters**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.31, n.4, p.663- 675, 2011.
- BRAGA JR., R. L. C.; LANDELL, M. G. A.; NARDY, V. **Revisão no índice de concentração varietal para cana-de-açúcar**. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 10., Ribeirão Preto, 2016. Anais..., Ribeirão Preto: STAB Regional Sul, 2016. p. 12-16.
- BRAGA JUNIOR, R. L. C.; NARDY, V. **Efeito do estágio médio de corte na produtividade dos canaviais da região centro-sul**. STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos, Piracicaba, v. 32, n. 4, p. 18-19, mar./abr. 2014.
- BRAGA JR., R. L. C.; SILVA, T. N.; LANDELL, M. G. A. **Índice de maturação varietal para a cana-de-açúcar**. In: WORKSHOP AGROENERGIA: MATÉRIAS PRIMAS, XI, Ribeirão Preto, 2017. Anais... Ribeirão Preto: Instituto Agrônômico, 2017. p. 1-7. CD-ROM.
- BRAGA JR., R. L. C.; LANDELL, M. G. A. **Levantamento de intenção de plantio do IAC mostra que os produtores estão aumentando o uso das novas variedades**. Revista STAB, Piracicaba, v. 37, n. 3, p. 20-21, jan-fev 2019.
- CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Causas da compactação do solo**. 2006. Disponível em: Acesso em: 15 out. 2011.
- CARDOSO, E. L.; OLIVEIRA, H., PELLEGRIN, L. A.; SPERA, S. T.; SPERA, M. R. N. **Solos do Assentamento Paiolzinho, Corumbá - MS: caracterização e potencial agrícola**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 28 p. il. - (Embrapa Pantanal. Documentos, 32).
- CASTRO, P. R. C. **Fisiologia aplicada à cana-de-açúcar**. Piracicaba: STAB – Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil. 2016. 208 p.
- COMPAÑÍA AZUCARERA DEL SUR, S. A. - CASUR. **A Compañía Azucarera del Sur, S. A.** Disponível em: <[www.casur.com.ni/index.php](http://www.casur.com.ni/index.php)>. Acesso em: 25 de set. 2021.
- CATELAN, Michelle Gimenes. **Planejamento varietal de cana-de-açúcar utilizando suscetibilidade magnética do solo**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista (UNESP). 2019.
- CHICONATO, D. A. **Salt stress in young sugarcane plants: biochemical and physiological responses**. Tese de Doutorado, Agronomia, Produção vegetal, FCAV. Repositório institucional UNESP. 2016.
- Comité Nacional de Productores de Azúcar - CNPA. **Importancia económica**. Disponível em: <<https://cnpa.com.ni/importancia-economica/>>. Acesso em: 23 de out. 2021.

COSTA, M. E. D. **Efeito do biochar e de águas salinas sobre o crescimento e nutrição do milho e na salinidade do solo**. Tese. Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água, UFRSA, 2017.

CRONQUIST, A. **An Integrated System of Classification of Flowering Plants**. New York: Columbia University Press. 1262 p. 1981.

CRUZ C. D., CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2003. 585 p.

CRUZ C. D., REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 1997. 390 p.

DEUBER R. **Maturação da cana-de-açúcar na região Sudeste do Brasil**. In.: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA. Anais... Piracicaba: Copersucar, p. 33-40, 1998.

DIAS, F. L. F. **Relação entre a produtividade, clima, solos e variedades de cana-de-açúcar, na Região Noroeste do Estado de São Paulo**. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP, Piracicaba. 1997.

DIAS, N. da S.; BLANCO, F. F. **Efeitos dos sais no solo e na planta**. In: Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Embrapa Meio Norte. Capítulo em livro científico (ALICE), 2010. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/889229/1/Efeitos0002.pdf>>. Acesso em: 26/10/2021

FAOSTAT. **Sugarcane production**. Food and Agriculture Organization. Rome, Italy. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em: 22 de out. 2021.

FERNANDES, A. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. 2.ed. Piracicaba: EME, 2003.

FERREIRA A; BARBOSA M. H. P.; CRUZ C. D.; HOFFMANN H. P.; VIEIRA M. A. S.; BASSINELLO A. I., SILVA, M. F. **Repetibilidade e número de colheitas para a seleção de clones de cana-de-açúcar**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 2005. 40:761-767.

GOMES. A. da S. et al. **Caracterização de indicadores da qualidade do solo, com ênfase às áreas de várzea do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Documentos, 169, 40 p., 2006.

GUERZONI, J. T. S.; BELINTANI, N. G.; MOREIRA, R. M. P.; HOSHINO, A. A.; DOMINGUES, D. S.; BESPALHOK FILHO, J. C.; VIEIRA, L. G. E. **Stress-induced D1-E. L. L. Caroline-5-carboxylate synthetase (P5CS) gene confers tolerance to salt stress in transgenic sugarcane**. Acta Physiologiae Plantarum, Krakow, v. 36, p. 309-2319, 2014.

JAMES, R. A.; RIVELLI, A. R.; MUNNS, R.; VON CAEMMERER, S. **Factors affecting CO<sub>2</sub> assimilation, leaf injury and growth in salt-stressed durum wheat**. Functional Plant Biology. Victoria, v. 29, p. 1393-1403, 2002.

KANITZ, S.: **O Brasil que Dá Certo – O Novo Ciclo de Crescimento**. São Paulo. Ed. Makron Books do Brasil, 1995.

KUMAR, T.; KHAN, M. R.; JAN, S. A.; AHMAD, N.; NIAZ ALI, N.; ZIA, M. A.; ROOMI, S.; IQBAL, A.; ALI, G. M. **Efficient regeneration and genetic transformation of sugarcane with AVP1 gene**. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, Dubai, v. 14, p. 165-171, 2014. L

LANDELL, M.G.A.; BERRO, C.D.; SILVA, D.N.; XAVIER, M.A. **Manejo varietal em cana-de-açúcar: Aspectos teóricos e aplicação de conceitos**. In: Belardo, G.C.; Cassia, M.T.; Silva, R.P. Jaboticabal, SP. Processos Agrícolas e Mecanização da Cana-de-Açúcar, p. 273-288, 2015

LIU TL; JUANG KW; LEE DY. **Interpolating soil properties using kriging combined with categorical information of soil maps**. Soil Science Society of America Journal, v. 70, p. 1200-1209, 2006.

MACHADO, E.C. **Fisiologia de produção de cana-de-açúcar**. In: **PARANHOS, S.B. Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill. 1987, p.7-16. MCTIC (Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Disponível em: [http://www.mcti.gov.br/noticia/-/asset\\_publisher](http://www.mcti.gov.br/noticia/-/asset_publisher). Acesso em 13 de out. 2016.

MATSUOKA, S.; GARCIA, A. A. F.; ARIZONO, H. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. In: Borém, A. (Ed.). Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: Ed. da UFV, p. 205-251, 2005.

MAULE RF; MAZZAJA, MARTHA Jr G. B. **Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita**. Scientia Agricola, v. 58, p. 295-301, 2001.

MIRANDA, M. A.; OLIVEIRA, E. E. M.; SANTOS, K. C. F.; FREIRE, M. B. G. S.; ALMEIDA, B. G. **Condicionadores químicos e orgânicos na recuperação de solo salinosódico em casa de vegetação**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, n. 5, p. 484-490, 2011.

MUNNS, R. **Plant Adaptations to Salt and Water Stress: Differences and Commonalities**. Advances in Botanical Research, New York, v. 57, p. 1-32, 2011.

MUTTON, M.A.; MUTTON, M.J.R. **Fisiologia da maturação e maturadores em cana-de-açúcar**. In: SILVA, F.C.; ALVES, B.J.R.; FREITAS, P.L. Sistema de produção mecanizada da cana-de-açúcar integrada à produção de energia e alimentos. Brasília, DF: Embrapa, p. 222-287, 2015.

NEUBAUER, R.A.; SANCHES, P.R.B.; GILIO, T.A.S.; FAGUNDES, C.; BASSAN, B.E.; RODERO, D.P.; RODERO, D.C.P.; ARAÚJO, K.I.; GIGLIOTI, E.A.; CANTERI, M.G. **Mapeamento espaço-temporal de zonas de risco para ocorrência da Ferrugem Alaranjada da Cana-de-açúcar (Puccinia kuehnii) no Brasil**. In XLIV Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 36., 2011, Bento Gonçalves. Resumos ... Bento Gonçalves: Tropical Plant Pathology, 2011.p. 1079.

PRADO, H. **Ambientes de produção de cana-de-açúcar na Região Centro-Sul do Brasil**. Piracicaba: Encarte do Informações Agronômicas, 110 p., 2005.

REICHERT, J.M.; SUZUKI, L.E.A.S.; REINERT, D.J.; HORN, R.; HAKANSSON, I. **Reference bulk density and critical degree-of-compactness for no-till crop production in subtropical highly weathered soils**. Soil and Tillage Research, Amsterdam, v.102, n. 2, p. 242-254, 2009.

RIBEIRO CAF; BLUMER SAG; HORII J. **Tecnologia do açúcar**. Fundamentos de Tecnologia Sucroalcooleira. Piracicaba: ESALQ, 33 p., 1999.

SANTOS ACA. **Avaliação de genótipos de cana-de-açúcar para as condições edafoclimáticas de Aparecida do Tabuado – MS**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Unesp, Ilha Solteira, 90 f., 2008.

SCARPARI MS. **PREDPOL: um modelo de previsão da maturação da cana-de-açúcar visando planejamento otimizado**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP, Piracicaba, 120 f., 2007.

SENGAR, K., SENGAR, R. S., SINGH, A. **Biotechnological and genomic analysis for salinity tolerance in sugarcane**. International Journal of Biotechnology and Bioengineering Research, Baoding, v. 4, p. 407-414, 2013.

SEGATO, S. V. [Organização et al. ] **Atualização em produção de cana-de-açúcar** – Piracicaba: CP2, 415p., 2006.

SILVA MA **Interação genótipo x ambiente e estabilidade fenotípica de cana-de-açúcar em ciclo de cana de ano**. Bragantia, v. 67, p. 109-117, 2008.

TZVELEV, N. N. **The system of grasses Poaceae and their evolution**. The Botanical Review. Lancaster, v.55, n.3, p.141-204, 1989.

VERNETTI JUNIOR, F.J.; GOMES, A.S.; SCHUCH, L.O.B. **Sustentabilidade de sistemas de rotação e sucessão de culturas em solos de várzea no Sul do Brasil**. Ciência Rural, Santa Maria, RS, v.39, n.6, p.1708-1714, 2009.