



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**PAULO GLEISSON RODRIGUES DE SOUSA**

**PRODUTIVIDADE E RENTABILIDADE DE ALGODOEIROS SOB MANEJOS DE  
IRRIGAÇÃO E DE COBERTURA DO SOLO NO SEMIÁRIDO**

**FORTALEZA**

**2023**

PAULO GLEISSON RODRIGUES DE SOUSA

PRODUTIVIDADE E RENTABILIDADE DE ALGODOEIROS SOB MANEJOS DE  
IRRIGAÇÃO E DE COBERTURA DO SOLO NO SEMIÁRIDO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará como requisito para a obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola. Área de Concentração: Irrigação e Drenagem.

Orientador: Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana

Coorientador: Prof. Dr. Francisco Limeira da Silva

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- S698p Sousa, Paulo Gleisson Rodrigues de.  
Produtividade e rentabilidade de algodoeiros sob manejos de irrigação e de cobertura do solo no semiárido / Paulo Gleisson Rodrigues de Sousa. – 2023.  
108 f. : il. color.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2023.  
Orientação: Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana.  
Coorientação: Prof. Dr. Francisco Limeira da Silva.
1. *Gossypium hirsutum* L.. 2. Bagana de Carnaúba. 3. Eficiência do uso da água. 4. Eficiência financeira. I. Título.

CDD 630

---

PAULO GLEISSON RODRIGUES DE SOUSA

PRODUTIVIDADE E RENTABILIDADE DE ALGODOEIROS SOB MANEJOS DE  
IRRIGAÇÃO E DE COBERTURA DO SOLO NO SEMIÁRIDO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará como requisito para a obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola. Área de Concentração: Irrigação e Drenagem.

Aprovada em: 30/11/2023

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Francisco Limeira da Silva (Coorientador)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

---

Prof. Dr. Kleiton Rocha Saraiva  
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

---

Prof. Dr. Kilmer Coelho Campos  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Clayton Moura de Carvalho  
Universidade Federal de Sergipe (UFS)

---

Prof. Dr. Solerne Caminha Costa  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

## A DEUS

Aos meus pais, José Paula e Marta Maria. Aos meus irmãos Daiana Paula, Paula Luciana, Paula Glauciane, Paulo Ricardo, João Alfredo, Fernanda Rodrigues e Fernando Rodrigues. A minha esposa Karla Luana e aos nossos filhos Ana Livia e Luis Henrique.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as conquistas ocorridas em minha vida.

Ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade de cursar o Doutorado.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana e Prof. Dr. Francisco Limeira da Silva, pela excelência nas orientações recebidas, nos ensinamentos e no apoio durante o curso.

Aos professores pertencentes à banca examinadora, Prof. Dr. Kleiton Rocha Saraiva, Prof. Dr. Kilmer Coelho Campos, Prof. Dr. Clayton Moura de Carvalho e Dr. Solerne Caminha Costa, por todas as sugestões valiosas para o enriquecimento deste trabalho.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), especialmente ao Centro de Pesquisa de Algodão – Campina Grande, pela cessão das sementes para a realização da pesquisa.

Aos meus pais, José Paula e Marta Maria, por toda força e o apoio ao longo de toda a caminhada.

Aos meus irmãos, Daiana Paula, Paula Luciana, Paula Glauciane, Paulo Ricardo, João Alfredo, Fernanda Rodrigues e Fernando Rodrigues, por todo companheirismo e apoio ao longo da trajetória.

Aos meus avós Maria e João Rodrigues e, *IN MEMORIAN*, Euzinda e Alfredo.

Aos meus tios(as) na pessoa de Antônio Alfredo, por todo o apoio nos momentos mais precisos.

Aos colaboradores na execução do experimento, José de Paula e Fernando, por todo o apoio prestado nas atividades.

Aos meus amigos José Otacílio, Márcio Aragão, Eldon Moura, Régia Ávila, Edilardo Sales, Gilberto Quevedo, Levi Couto, Marcos Iran e Izayanne Lima.

À minha esposa Karla Luana e aos nossos filhos, Ana Livia e Luís Henrique, pelo companheirismo e pelo carinho recebido.

Enfim, agradeço a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a obtenção desta conquista.

## RESUMO

O algodão é uma planta autógama pertencente ao gênero *Gossypium*, espécie *G. hirsutum* e da família *Malvaceae*, cultivado principalmente em razão de sua fibra. O objetivo desta pesquisa foi avaliar, em função dos fatores lâminas de irrigação e níveis de cobertura do solo, sob condições do semiárido, a produtividade e a rentabilidade financeira de três variedades de algodoeiro: BRS 370 RF, BRS 286 e BRS 416. O trabalho foi conduzido na propriedade denominada Fazenda Boa Vista, localizada no município de Pentecoste-CE. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com sistema de faixa, em parcelas subsubdivididas, constando de três tratamentos primários, com as variedades de algodoeiro BRS 370 RF, BRS 286 e BRS 416, associados a cinco tratamentos secundários, lâminas de irrigação e a cinco tratamentos terciários, níveis de cobertura do solo, gerando 75 tratamentos com quatro repetições blocos, 3 x 5 x 5 x 4, totalizando 300 unidades experimentais. As variáveis analisadas foram Produtividade de Caroço, Produtividade de Pluma, Produtividade Total, Produtividade da Água em  $\text{kg.m}^{-3}$ , Produtividade da Água em  $\text{R}\$.m^{-3}$ , relação benefício/custo, valor presente líquido, taxa interna de retorno e o período “payback” para um horizonte de planejamento de dez anos. A produtividade do algodoeiro apresentou variação significativa em função das lâminas de irrigação, sendo esta decrescente a partir da lâmina 100,01% da ETc, apontando o manejo da irrigação como um fator de suma importância para a eficiência do uso da água e o sucesso do empreendimento. A adoção de irrigação deficitária reduziu a produtividade, entretanto, aumentou a eficiência do uso da água. A eficiência no uso da água nas variáveis de produtividade de algodão em caroço, em  $\text{kg.m}^{-3}$  e em  $\text{R}\$.m^{-3}$ , indicaram essa como uma cultura promissora para a região, associada às técnicas de cultivo adotadas no presente trabalho. A cobertura morta com bagana de carnaúba proporcionou resultado significativo, apontando seu uso como uma estratégia importante para a conservação da umidade do solo e para a redução da evapotranspiração, as quais influenciam diretamente na produtividade. Houve interação entre os fatores, sendo a cultivar BRS 286 (CV2), no quarto nível de irrigação (L4), equivalente a 100% da ETc, com o quarto nível de bagana (NB), 6 cm de cobertura com bagana, a que resultou nos melhores resultados de produtividades. De acordo com os resultados obtidos pelos indicadores financeiros, a produção de algodão nas condições de cultivo em 2,00 ha, aponta maiores riscos ao investidor. Entretanto, a utilização da lâmina aplicada, equivalente a 100% da ETc, L4, na presença ou não de cobertura morta, na condição de cultivo em 10 ha, mostrou-se como a condição mais viável economicamente quanto às análises de sensibilidade dos custos e das receitas. Como estratégia para o crescimento da exploração do algodão nas condições de

cultivo para a região Nordeste, faz-se necessário incentivar o acesso ao crédito de apoio ao agronegócio nas modalidades de investimento e de custeio, assim como a associação das técnicas de manejo, o respeito à legislação e, principalmente, a conservação do solo e da água.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum* L.; bagana de carnaúba; eficiência do uso da água; eficiência financeira.

## ABSTRACT

Cotton is an autogamous plant belonging to the genus *Gossypium*, species *G. hirsutum* and the *Malvaceae* family, where it is cultivated mainly for its fiber. The objective of this research was to evaluate the productivity and financial profitability of three cotton varieties, BRS 370 RF, BRS 286 and BRS 416, depending on the factors irrigation depths and soil cover levels, under conditions of the semiarid. The work was carried out on the property called Fazenda Boa Vista, located in the municipality of Pentecoste-CE. The experimental design was in randomized blocks, with a strip system, in sub-subdivided plots, consisting of three primary treatments, cotton varieties, BRS 370 RF, BRS 286 and BRS 416 associated with five secondary treatments, blades irrigation and five tertiary treatments, soil cover levels, generating 75 treatments with four block replications, 3 x 5 x 5 x 4, totaling 300 experimental units. The variables analyzed were, Lump Productivity, Plume Productivity, Total Productivity, Water Productivity in  $\text{kg.m}^{-3}$ , Water Productivity in  $\text{R}\$.m^{-3}$ , benefit/cost ratio, net present value, internal rate of return and the “payback” period for a ten-year planning horizon. Cotton productivity showed significant variation depending on irrigation depths, decreasing from a depth of 100.01% of  $\text{ET}_c$ , pointing to irrigation management as an extremely important factor for the efficiency of water use and the success of the enterprise. . The adoption of deficit irrigation reduced productivity, however, it increased the efficiency of water use. The water use efficiency in the seed cotton productivity variables, in  $\text{kg.m}^{-3}$  and in  $\text{R}\$.m^{-3}$ , indicated this as a promising crop for the region, associated with the cultivation techniques adopted in the present work. Mulching with carnauba bagana provided significant results, pointing to its use as an important strategy for conserving soil moisture and reducing evapotranspiration, which directly influence productivity. There was an interaction between the factors, with the cultivar BRS 286 (CV2), and the fourth level of irrigation (L4), equivalent to 100% of  $\text{ET}_c$ , with the fourth level of bagana (NB), 6 cm of coverage with bagana, the which resulted in the best productivity results. According to the results obtained by the financial indicators, cotton production under cultivation conditions on 2.00 ha indicates greater risk to the investor. However, the use of the applied depth, equivalent to 100% of  $\text{ET}_c$ , L4 in the presence or absence of mulch, in the cultivation condition on 10 ha, proved to be the most economically viable condition in terms of sensitivity analyzes of costs and revenues. As a strategy for the growth of cotton exploitation in the cultivation conditions for the Northeast region, it is necessary to encourage access to credit to support agribusiness in the investment and costing modalities, as well as the association of management techniques, respecting legislation and, mainly, soil and water conservation.

**Keywords:** *Gossypium hirsutum* L.; water use efficiency; carnauba bagana; financial efficiency.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Área experimental, localizada no município de Pentecoste – CE .....	41
Figura 2 – Área experimental, Pentecoste – CE .....	42
Figura 3 – Colheita de algodão .....	44
Figura 4 – Croqui da área experimental .....	45
Figura 5 – Sistema de irrigação para a cultura do algodão, Pentecoste – CE, 2020 ..	46
Figura 6 – Lâminas de irrigação aplicadas com e sem diferenciação para a cultura do algodão .....	49
Figura 7 – Cobertura do solo .....	50
Figura 8 – Produtividade de caroço em função das lâminas de irrigação .....	54
Figura 9 – Produtividade de caroço em função dos níveis de cobertura do solo com bagana .....	55
Figura 10 – Produtividade de pluma em função das lâminas de irrigação .....	56
Figura 11 – Produtividade de pluma em função dos níveis de cobertura do solo com bagana .....	58
Figura 12 – Produtividade total em função das lâminas de irrigação .....	59
Figura 13 – Produtividade total em função dos níveis de cobertura do solo com bagana .....	60
Figura 14 – Produtividade da água em $\text{kg.m}^{-3}$ em função das lâminas de irrigação ....	61
Figura 15 – Produtividade da água em $\text{R}\$.m^{-3}$ em função das lâminas de irrigação ...	62

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Atributos físicos e químicos do solo na camada arável (0-0,2 m) .....	42
Tabela 2 – Evapotranspiração de referência média diária para Pentecoste – CE .....	47
Tabela 3 – Ciclo fenológico e coeficiente de cultivo (Kc) do algodoeiro .....	48
Tabela 4 – Resumo da ANOVA para produtividade de caroço em kg.ha <sup>-1</sup> , ProdC, produtividade de pluma sem caroço em kg.ha <sup>-1</sup> , ProdP, produtividade total em kg.ha <sup>-1</sup> , ProdT e produtividade da água, PA em kg.m <sup>-3</sup> e em R\$.m <sup>-3</sup> , em função das lâminas de irrigação e dos níveis de cobertura com bagana de carnaúba. Pentecoste – CE. 2020 .....	52
Tabela 5 – Médias de produtividade de caroço de algodão em função da interação entre cultivares (CV), lâmina de irrigação (L) e níveis de bagana (NB) ..	63
Tabela 6 – Médias de produtividade de pluma de algodão em função da interação entre cultivares (CV), lâmina de irrigação (L) e níveis de bagana (NB) ..	64
Tabela 7 – Médias de produtividade de pluma em caroço de algodão em função da interação entre cultivares (CV), lâmina de irrigação (L) e níveis de bagana (NB) .....	64
Tabela 8 – Indicadores financeiros RB/C, VPL, TIR e PB, para o cultivo de algodão em 2,0 ha, em função das lâminas de irrigação, com obtenção de financiamento, Pentecoste – CE, 2023 .....	79
Tabela 9 – Indicadores financeiros: RB/C, VPL, TIR e PB para o cultivo de algodão em 10,0 ha, em função das lâminas de irrigação, com obtenção de financiamento, Pentecoste – CE, 2023 .....	80
Tabela 10 – Avaliação financeira da produção de algodão em função de lâminas de irrigação, para uma área de 2,0 ha, Pentecoste – CE, 2023 .....	81
Tabela 11 – Avaliação financeira da produção de algodão em função de lâminas de irrigação, para uma área de 10,0 ha, Pentecoste – CE, 2023 .....	81
Tabela 12 – Análise de sensibilidade: (RB/C) e (VPL), para 2,00ha em função das lâminas de irrigação aplicadas na cultura do algodão com variação nas receitas e nos custos, Pentecoste – CE, 2023 .....	82
Tabela 13 – Análise de sensibilidade: (RB/C) e (VPL), para 10,00 ha em função das lâminas de irrigação aplicada na cultura do algodão com variação nas receitas e nos custos, Pentecoste – CE, 2023 .....	83

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Al	Alumínio
ANOVA	Análise de variância
<i>Ap</i>	Área útil por planta, m <sup>2</sup>
RB/C	Relação benefício custo
C/N	Relação carbono nitrogênio
Ca	Cálcio
<i>CE</i>	<i>Condutividade Elétrica</i>
CE	Custo da energia elétrica durante o ciclo da cultura, em R\$
Ci	Custos no ano
DAP	Dias após plantio
DENA	Departamento de Engenharia Agrícola
dS.m <sup>-1</sup>	deciSiemens por metro
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ET <sub>C</sub>	Evapotranspiração da Cultura
ET <sub>O</sub>	Evapotranspiração de referência
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
f <sub>i</sub>	Fator de ajuste em conformidade com os tratamentos com lâminas
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
g.p <sup>-1</sup>	Gramas por planta
H	Altura
i	Número de anos para quitar o investimento ou vida útil dos equipamentos
IR	Indicadores de rentabilidade
K	Potássio
K <sub>c</sub>	Coeficiente da cultura
Kg.ha <sup>-1</sup>	Quilo por hectare
Kg.m <sup>-3</sup>	Quilo por metro cúbico
Kgf	Quilograma força
L.h <sup>-1</sup>	Litro por hora
L <sub>1</sub>	Lâmina aplicada com 40% do total da evapotranspiração de referência
L <sub>2</sub>	Lâmina aplicada com 60% do total da evapotranspiração de referência
L <sub>3</sub>	Lâmina aplicada com 80% do total da evapotranspiração de referência

L <sub>4</sub>	Lâmina aplicada com 100% do total da evapotranspiração de referência
L <sub>5</sub>	Lâmina aplicada com 120% do total da evapotranspiração de referência
m	Metro
NB <sub>1</sub>	Nível de bagana de 0,00 cm
NB <sub>2</sub>	Nível de bagana de 2,00 cm
NB <sub>3</sub>	Nível de bagana de 4,00 cm
NB <sub>4</sub>	Nível de bagana de 6,00 cm
NB <sub>5</sub>	Nível de bagana de 8,00 cm
M.O.	Matéria Orgânica
m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	Metro cúbico por hectare
MAP	Monoamônio fosfato
Mg	Magnésio
Mg.kg <sup>-1</sup>	Miligrama por quilograma
mm	Milímetro
mmolc.L <sup>-1</sup>	Milimol de carga por litro
MPa	Mega Pascal
Ne	Número de emissores por planta
N	Nitrogênio
Na	Sódio
P	Fósforo
PA	Produtividade da água
pH	Potencial hidrogeniônico
PST	Porcentagem de sódio trocável
PVC	Policloreto de polivinila
qe	Vazão do emissor, L.h <sup>-1</sup>
r	Taxa real anual de juros (decimal)
R <sup>2</sup>	Coefficiente de determinação
Ri	Receita obtida no ano
Ti	Tempo de irrigação em minutos
TIR	Taxa interna de retorno
VPL	Valor presente líquido
%AC	Porcentagem de área coberta pela projeção da copa
%	Porcentagem

*	Efeito significativo a 5% de probabilidade
**	Efeito significativo a 1% de probabilidade
'	Minutos
”	Segundos
ns	Não significativo
°	Graus
°C	Graus Celsius

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	20
<b>2.1</b>	<b>A cultura do algodão</b> .....	20
<b>2.2</b>	<b>Necessidade hídrica da cultura</b> .....	21
<b>2.3</b>	<b>Cobertura morta como estratégia de retenção de umidade</b> .....	23
<b>2.4</b>	<b>Aspectos econômicos da cultura do algodão</b> .....	24
<b>2.5</b>	<b>Indicadores de rentabilidade</b> .....	24
<b>2.6</b>	<b>Avaliação financeira de investimentos</b> .....	25
<b>2.6.1</b>	<b><i>Indicadores financeiros de investimento</i></b> .....	27
<b>3</b>	<b>PRODUTIVIDADE DO ALGODOEIRO SOB MANEJOS DE IRRIGAÇÃO E DE COBERTURA DO SOLO NO SEMIÁRIDO CEARENSE</b> .....	37
<b>3.1</b>	<b>Introdução</b> .....	40
<b>3.2</b>	<b>Material e Métodos</b> .....	41
<b>3.2.1</b>	<b><i>Localização e caracterização da área experimental</i></b> .....	41
<b>3.2.2</b>	<b><i>Preparo do solo e condução do cultivo</i></b> .....	43
<b>3.2.3</b>	<b><i>Delineamento experimental</i></b> .....	44
<b>3.2.4</b>	<b><i>Manejo da irrigação</i></b> .....	46
<b>3.2.5</b>	<b><i>Cobertura morta</i></b> .....	49
<b>3.2.6</b>	<b><i>Variáveis analisadas</i></b> .....	50
<b>3.2.6.1</b>	<b><i>Variáveis de produção</i></b> .....	50
<b>3.2.6.1.1</b>	<b>Produtividade total (kg.ha<sup>-1</sup>)</b> .....	50
<b>3.2.6.1.2</b>	<b>Produtividade de pluma sem caroço (kg.ha<sup>-1</sup>)</b> .....	51
<b>3.2.6.1.3</b>	<b>Produtividade de caroço (kg.ha<sup>-1</sup>)</b> .....	51
<b>3.2.6.2</b>	<b><i>Produtividade da água (PA)</i></b> .....	51
<b>3.2.7</b>	<b><i>Análises Estatísticas</i></b> .....	52
<b>3.3</b>	<b>Resultados e Discussão</b> .....	52
<b>3.4</b>	<b>Conclusões</b> .....	65
<b>4</b>	<b>RENTABILIDADE DA CULTURA DO ALGODOEIRO IRRIGADO SOB MANEJOS DE IRRIGAÇÃO NO SEMIÁRIDO CEARENSE</b> .....	70
<b>4.1</b>	<b>Introdução</b> .....	72

<b>4.2</b>	<b>Material e Métodos</b> .....	73
<b>4.2.1</b>	<b><i>Caracterização do estudo e levantamento de dados</i></b> .....	73
4.2.1.1	<i>Obtenção dos custos e das receitas</i> .....	74
4.2.1.2	<i>Indicadores financeiros de projeto de investimento</i> .....	76
<b>4.2.2</b>	<b><i>Variáveis analisadas</i></b> .....	77
4.2.2.1	<i>Relação benefício custo</i> .....	77
4.2.2.2	<i>Valor presente líquido</i> .....	77
4.2.2.3	<i>Taxa interna de retorno</i> .....	78
4.2.2.4	<i>Período “payback”</i> .....	78
<b>4.3</b>	<b>Resultados e Discussão</b> .....	79
<b>4.3.1</b>	<b><i>Indicadores financeiros de rentabilidade</i></b> .....	79
<b>4.3.2</b>	<b><i>Cálculo dos indicadores para diferentes taxas de descontos sob o investimento</i></b>	80
<b>4.3.3</b>	<b><i>Análise de sensibilidade sob a variação nas receitas e nos custos</i></b> .....	82
<b>4.4</b>	<b>Conclusões</b> .....	84
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO GERAL</b> .....	87
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	88
	<b>APÊNDICE A - FLUXO DE CAIXA (COM FINANCIAMENTO) DE UM PROJETO DE INVESTIMENTO PARA O CULTIVO DE DOIS HECTARE DE ALGODÃO COM A LÂMINA (L1) PARA UM HORIZONTE DEZ ANOS DE PLANEJAMENTO</b> .....	99
	<b>APÊNDICE B - FLUXO DE CAIXA (COM FINANCIAMENTO) DE UM PROJETO DE INVESTIMENTO PARA O CULTIVO DE DOIS HECTARE DE ALGODÃO COM A LÂMINA (L2) PARA UM HORIZONTE DEZ ANOS DE PLANEJAMENTO</b> .....	100
	<b>APÊNDICE C - FLUXO DE CAIXA (COM FINANCIAMENTO) DE UM PROJETO DE INVESTIMENTO PARA O CULTIVO DE DOIS HECTARE DE ALGODÃO COM A LÂMINA (L3) PARA UM HORIZONTE DEZ ANOS DE PLANEJAMENTO</b> .....	101
	<b>APÊNDICE D - FLUXO DE CAIXA (COM FINANCIAMENTO) DE UM PROJETO DE INVESTIMENTO PARA O CULTIVO DE DOIS HECTARE DE ALGODÃO COM A LÂMINA (L4) PARA UM HORIZONTE DEZ ANOS DE PLANEJAMENTO</b> .....	102
	<b>APÊNDICE E - FLUXO DE CAIXA (COM FINANCIAMENTO) DE UM</b>	

<b>PROJETO DE INVESTIMENTO PARA O CULTIVO DE DOIS HECTARE DE ALGODÃO COM A LÂMINA (L5) PARA UM HORIZONTE DEZ ANOS DE PLANEJAMENTO .....</b>	<b>103</b>
<b>APÊNDICE F - FLUXO DE CAIXA (COM FINANCIAMENTO) DE UM PROJETO DE INVESTIMENTO PARA O CULTIVO DE DEZ HECTARE DE ALGODÃO COM A LÂMINA (L1) PARA UM HORIZONTE DEZ ANOS DE PLANEJAMENTO .....</b>	<b>104</b>
<b>APÊNDICE G - FLUXO DE CAIXA (COM FINANCIAMENTO) DE UM PROJETO DE INVESTIMENTO PARA O CULTIVO DE DEZ HECTARE DE ALGODÃO COM A LÂMINA (L2) PARA UM HORIZONTE DEZ ANOS DE PLANEJAMENTO .....</b>	<b>105</b>
<b>APÊNDICE H - FLUXO DE CAIXA (COM FINANCIAMENTO) DE UM PROJETO DE INVESTIMENTO PARA O CULTIVO DE DEZ HECTARE DE ALGODÃO COM A LÂMINA (L3) PARA UM HORIZONTE DEZ ANOS DE PLANEJAMENTO .....</b>	<b>106</b>
<b>APÊNDICE I - FLUXO DE CAIXA (COM FINANCIAMENTO) DE UM PROJETO DE INVESTIMENTO PARA O CULTIVO DE DEZ HECTARE DE ALGODÃO COM A LÂMINA (L4) PARA UM HORIZONTE DEZ ANOS DE PLANEJAMENTO .....</b>	<b>107</b>
<b>APÊNDICE J - FLUXO DE CAIXA (COM FINANCIAMENTO) DE UM PROJETO DE INVESTIMENTO PARA O CULTIVO DE DEZ HECTARE DE ALGODÃO COM A LÂMINA (L5) PARA UM HORIZONTE DEZ ANOS DE PLANEJAMENTO .....</b>	<b>108</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O algodão (*Gossypium hirsutum* L.) é uma planta autógama pertencente ao gênero *Gossypium*, espécie *G. hirsutum* e da família *Malvaceae*, originária da Índia. Esse gênero possui 50 espécies, tendo se expandido para as regiões áridas e semiáridas da África, da Austrália, das Américas, da Arábia, das ilhas Galápagos e do Havai. As fibras crescem, em quantidade considerável, aderidas às sementes e encerradas numa cápsula, que se abre ao amadurecer. As espécies cultivadas são: *G. herbaceum*, *G. arboreum*, *G. barbadense* e *G. hirsutum* (Souza, 2011).

O Brasil é um dos grandes produtores de algodão, ocupando o segundo lugar em exportação no mundo, sendo o quinto maior produtor e o nono maior consumidor, constituindo-se esta a quinta cultura mais importante no país (Severino *et al.*, 2019), ficando atrás de soja, milho em grão, cana de açúcar e café (IBGE, 2022). Com o advento das novas tecnologias, destacando-se a importância da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pioneira na evolução e no progresso de sementes para a região do Cerrado com melhoramento genético a partir dos anos 1990, o Mato Grosso se tornou o maior produtor de algodão do país (Fietz *et al.*, 2009; Fenerich, 2019).

Em função de muitos estudos voltados ao melhoramento genético, predominam hoje espécies herbáceas que favorecem o cultivo do algodoeiro. Das quatro espécies cultivadas de algodão, *Gossypium hirsutum*, *Gossypium barbadense*, *Gossypium herbaceum* e *Gossypium arboreum*, a *Gossypium hirsutum* é a mais cultivada, respondendo por mais de 90% da produção mundial de algodão, com suas fibras médias quanto a comprimento, finura e resistência. Há uma estimativa de que, na atualidade, haja mais de 2.500 cultivares em uso nos mais de cem países que exploram economicamente a cultura (Beltrão; Carvalho, 2004; Maniçoba, 2019).

Devido à presença marcante da interação genótipo e ambiente no algodoeiro, são muitas as cultivares a serem pesquisadas a fim de se encontrar a que melhor se adapta a cada região no Brasil, sendo importante a identificação daquelas mais adequadas a cada região, onde o sucesso de um bom desempenho agrônomico do algodoeiro herbáceo dependerá da escolha correta da cultivar a ser plantada, do ambiente e do manejo cultural (Carvalho *et al.*, 1995).

Para Beltrão e Azevedo (2008) é necessário conhecer as características agrônomicas e industriais de cultivares comercializadas no Brasil a fim de se assegurar aos produtores escolhas que lhes sejam técnica e economicamente vantajosas. Além disso, em cada programa de melhoramento, buscam-se características gerais e específicas, agrônomicas e tecnológicas

da fibra consideradas padrão mínimo a serem apresentadas por uma cultivar de algodão com vista ao atendimento à indústria têxtil.

Para a região semiárida no Nordeste brasileiro, com a má distribuição associada à escassez de chuvas, tem se justificado o uso da irrigação no cultivo de algodoeiro como prática essencial para a obtenção de elevadas produtividades e qualidade nas fibras longa e extralonga, e para o plantio de cultivares com características especiais com mercado diferenciado, tendo em vista as baixas produtividades com o cultivo em sequeiro (Batista *et al.*, 2010; Zonta *et al.*, 2016).

Estudos apontam que o estresse por déficit hídrico pode reduzir o desenvolvimento das plantas cultivadas, haja vista ser a água o principal componente dos processos fisiológicos, bioquímicos, moleculares e morfológicos das plantas (Bhargava; Sawant, 2013; Nachimuthu *et al.*, 2017; Taiz *et al.*, 2017). As plantas, quando submetidas a condições de stress hídrico, sofrem alterações em todos os níveis de organização celular, de modo que a fisiologia induz a planta ao acúmulo de ácido abscísico (ABA), envolvido no fechamento estomático, reduzindo a fotossíntese e os processos de trocas gasosas, acarretando na redução da divisão e da expansão celular, na formação e no crescimento de estruturas como folhas e caule, com alterações bioquímicas nas plantas, além de interferir no potencial hídrico e de induzir a senescência acelerada e a abscisão das folhas (Jiménez *et al.*, 2013; Ferrari *et al.*, 2015; Taiz *et al.*, 2017).

Logo, para se fazer uso da irrigação, é imprescindível seu adequado manejo, visando a maior eficiência no uso dos recursos hídricos (Carvalho *et al.*, 2011). Uma das práticas que vem sendo difundida para se reduzir o gasto de água na irrigação é o uso da rega com déficit hídrico controlado, a qual mantém a produtividade das culturas, eleva a eficiência de uso da água e o retorno da produção por unidade de água aplicada, aumentando a sustentabilidade do sistema (Zonta *et al.*, 2015).

Somando-se a isso, o uso da cobertura do solo com bagana, restolho de culturas, entre outros, vem sendo utilizado como estratégia para se reduzir a evapotranspiração e aumentar a eficiência de menores lâminas aplicadas no suprimento hídrico da cultura (Souza *et al.*, 2008; Ferreira *et al.*, 2015; Souza *et al.*, 2016).

No entanto, tem-se observado que as pesquisas na agricultura têm focado na obtenção de máximas produtividades, e assim vale salientar a importância da análise financeira de investimentos, pois os elevados custos com a implantação de um sistema de irrigação e até mesmo de operação, muitas vezes, pode não representar o maior rendimento líquido, mesmo com o máximo rendimento da cultura (Lima Júnior *et al.*, 2011; Sousa *et al.*, 2019).

Portanto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a produtividade e a rentabilidade financeira de três variedades de algodoeiro (BRS 370 RF, BRS 286 e BRS 416) em função dos fatores lâminas de irrigação e níveis de cobertura do solo, sob condições do semiárido cearense.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A cultura do algodão

A cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.) é praticada em mais de 60 países, nos cinco continentes do mundo e encontra-se entre as dez principais espécies vegetais mais cultivadas, sendo que o algodoeiro se tornou de fundamental importância para a humanidade, devido à utilização dos seus produtos e subprodutos, assim como na área social, propiciando inúmeros empregos diretos e indiretos (Montanha *et al.*, 2011; Bezerra, 2019).

A planta apresenta elevada complexidade morfofisiológica, desenvolve simultaneamente suas estruturas vegetativas e reprodutivas e apresenta baixa eficiência assimilatória, pois sua rota metabólica é do tipo C3, apresenta uma elevada taxa de fotorrespiração e alto ponto de compensação de CO<sub>2</sub>, variando entre 60 e 120 ppm, além de ser fortemente sensível à falta de luminosidade, quando comparado às espécies de metabolismo fotossintético C4, além de acumular muito amido no interior dos cloroplastos (Silva *et al.*, 2011).

No cenário mundial, desde 2003, a China é o maior produtor e consumidor dessa *commodity*, representando aproximadamente 40% das importações totais de fibra de algodão. O Brasil ocupa a quinta posição entre os maiores produtores, atrás da China, Índia, Estados Unidos e Paquistão (Feng *et al.*, 2017).

Ao longo das últimas décadas, a cotonicultura brasileira passou por grandes dificuldades em seu sistema de produção e comercialização. Inicialmente, a entrada de uma nova praga, o bicudo do algodoeiro, dizimou plantações por todo o País, fazendo com que houvesse redução na produção dessa cultura. E, no decorrer de 10 anos, entre 1998 e 2008, o Brasil passou de importador para exportador de algodão, ocupando a quinta colocação dentre os países que mais produzem a cultura no mundo, respondendo por 5,7% da produção (Braz *et al.*, 2012; Oliveira *et al.*, 2012).

A cultura é uma *commodity* economicamente importante no mundo, se constituindo como a principal fonte de matéria-prima básica da cadeia agrotêxtil, representando cerca de 90% do total das fibras naturais consumidas e produzidas no Brasil. Com isso, melhorar a qualidade das fibras das cultivares de algodão para atender às necessidades da indústria do algodão é uma das principais demandas do setor devido à concorrência com as fibras sintéticas (Morello *et al.*, 2012).

Como parte viva da planta, a fibra recebe influência constante do ambiente e apresenta diversas respostas aos estresses abióticos e bióticos. Apesar de apresentar mecanismos para defesa em condições estressantes, é relatada uma diminuição na produção quando a planta é exposta a condições desfavoráveis ao desenvolvimento. A correlação entre genótipo ideal e elementos ambientais é essencial para o sucesso da produção (Zonta *et al.*, 2015), tendo em vista fatores como o comprimento da fibra ser de extrema importância para a comercialização da pluma, pois, quanto mais longa, melhor é a fibra, que, assim, proporciona fios mais fortes e finos (Kazama *et al.*, 2016).

Atualmente, o cultivo do algodoeiro no Brasil está situado principalmente na região do Cerrado, devido às condições climáticas favoráveis para o seu cultivo. Entretanto, nessa região, são comuns solos ácidos e pobres em fósforo, além de períodos de déficit hídrico. Os cultivos concentram-se especialmente nos estados de Mato Grosso e da Bahia, que responderam, em 2017/18, por 89,0% da produção do país. E Mato Grosso tem a liderança com 65,7% da produção nacional, vindo a seguir o estado da Bahia com 23,3% da produção nacional (Batista *et al.*, 2010).

## **2.2 Necessidade hídrica da cultura**

Devido à escassez de água, a otimização do seu uso nas áreas irrigadas torna-se crucial como estratégia de manejo da irrigação e de preservação dos recursos hídricos, mantendo a produção sustentável das culturas. O manejo da irrigação tem como princípio fundamental decidir como, quanto e quando irrigar. Conhecer a quantidade de água requerida pelas culturas é de grande importância para a realização de um adequado programa de manejo, normalmente determinado pela necessidade hídrica da cultura, sendo estimada por vários meios, dentre eles, a evapotranspiração da cultura ou pela tensão de água no solo (Koetz, 2006).

Com o advento das inovações tecnológicas na agricultura, a otimização do uso da água passou a ser um fator essencial para a produção agrícola, sendo que sua disponibilidade e sua distribuição podem definir a viabilidade de um projeto agropecuário, estimulando a busca pelas máximas eficiências no uso da água na irrigação e o incremento em produtividade das culturas, com menor consumo de água, principalmente em regiões com limitação física de recursos hídricos (Singh; Panda, 2012; Zwirtes *et al.*, 2015).

No semiárido brasileiro, a má distribuição e/ou escassez de chuvas justifica o uso da irrigação como prática essencial para a obtenção de elevadas produtividades com o cultivo do algodoeiro e para o plantio de cultivares com características especiais. O sistema de irrigação

por gotejamento, pela elevada eficiência, acima de 90%, e menor consumo de água, por não molhar toda a superfície do solo, reduzindo assim o consumo de energia, tem sido o mais recomendado, principalmente em regiões onde a água é um fator limitante. (Mantovani *et al.*, 2009; Zonta *et al.*, 2016).

Brito *et al.* (2011) enfatizam que o cultivo de algodão irrigado no semiárido é uma ótima oportunidade para o setor, visto que as características climáticas da região são propícias para a produção de fibras de ótima qualidade e, em áreas irrigadas, são alcançadas excelentes produtividades. Ressaltando ainda que se deve buscar nas pesquisas melhorias no manejo da irrigação do algodoeiro visando à obtenção de elevadas produtividades, da alta qualidade de fibras e uma maior eficiência no uso de água pela cultura.

A necessidade hídrica das plantas varia com sua fase de desenvolvimento ao longo do ciclo, expressando a evapotranspiração da cultura (ETc), sendo o seu conhecimento importante no dimensionamento e no manejo de projetos de irrigação para quantificar a água a ser reposta ao solo para se atender à demanda da cultura (Freire *et al.*, 2011).

A quantidade de água requerida pela cultura durante o seu ciclo fenológico de modo a não limitar o crescimento, o desenvolvimento e a produção, varia de 400 a 700 mm, dependendo das condições climáticas locais e da duração do ciclo da cultivar (Zonta *et al.*, 2016). Cordão Sobrinho *et al.* (2015), avaliando a qualidade da fibra do algodoeiro herbáceo sob diferentes lâminas de irrigação, observaram que a cultivar BRS Araripe obteve a melhor qualidade de fibra com a lâmina de irrigação de 514,21 mm e a BRS Aroeira com a lâmina de 418,93 mm.

A pouca disponibilidade de água e de nutrientes pode reduzir e até eliminar a produtividade da grande maioria das plantas cultivadas e, assim, o monitoramento e o ajuste da lâmina de água adequada para as culturas, principalmente durante a floração e o desenvolvimento dos frutos, tornam-se fator importante para a garantia da colheita com viabilidade econômico-financeira (Sousa *et al.*, 2014).

A irrigação deficitária pode ser utilizada na agricultura irrigada quando essa ocasiona um mínimo de perdas de produtividade, e assim consiga atingir patamares elevados na eficiência de uso da água (Du *et al.*, 2010; Pereira *et al.*, 2012).

Para o manejo da irrigação deficitária é de fundamental importância se considerar as questões econômicas relativas à eficiência do uso da água, de tal forma que se faz necessário um detalhamento dos custos da produção, tendo em vista a irrigação representar uma parcela significativa nos custos de implantação (Lima Júnior *et al.*, 2011; Sousa *et al.*, 2019).

### **2.3 Cobertura morta como estratégia de retenção de umidade**

Atualmente, o uso de sistemas de irrigação com altos índices de eficiência promove um adequado fornecimento de água no período mais crítico da cultura. Entretanto, para que esta se adeque às condições de déficit hídrico, é necessário a incorporação de outras estratégias, como o uso da cobertura do solo, que reduz a evapotranspiração e aumenta a eficiência de menores lâminas de irrigação no suprimento hídrico da cultura (Ferreira *et al.*, 2015; Souza *et al.*, 2016).

A prática da cobertura morta consiste na manutenção dos resíduos de culturas de inverno na superfície do solo, sendo essa uma prática necessária para o estabelecimento do sistema de plantio direto. São inúmeros os benefícios do uso de cobertura morta dos quais podemos citar: a proteção do solo, contra a erosão ocasionada pelo impacto das gotas de chuva; benefícios à fertilidade e estrutura do solo devido à elevação do teor de matéria orgânica; melhora a amplitude térmica do solo mantendo a sua umidade; e tudo isso possibilita um melhor desempenho das culturas (Oliveira *et al.*, 2003; Campiglia *et al.*, 2010; Salmerón *et al.*, 2011; Teodoro *et al.*, 2011; Amossé *et al.*, 2013).

O “mulching” com palhada favorece a infiltração da água no solo e, a médio e a longo prazos, aumenta o teor de matéria orgânica do solo, o que favorece a atividade microbiana e a reciclagem de resíduos orgânicos. Além desses benefícios, solos mantidos com cobertura morta apresentam conteúdo de água maior do que solos sem cobertura morta, em função do aumento da capacidade de armazenamento de água e devido às perdas de água por evaporação serem menores (Van Donk *et al.*, 2010; Odhiambo; Irmak, 2012; Saraiva *et al.*, 2018).

No entanto, a bagana de carnaúba é um subproduto da extração de cera da palha dessa palmeira, com característica de baixa decomposição e apresenta grande potencial de reaproveitamento como cobertura morta do solo, pois a cobertura cerífera presente no resíduo reflete a radiação solar, funcionando como agente protetor contra a radiação solar (Jetter; Kunst, 2008; Silva *et al.*, 2018). Sendo a bagana de carnaúba um incremento da matéria orgânica atuando na manutenção de umidade do solo, pode prolongar o tempo de disponibilidade de água sobretudo em períodos de estiagem prolongada, atenuando a amplitude térmica, o que favorece a atividade microbiana no solo (Gonçalves *et al.*, 2019).

### **2.4 Aspectos econômicos da cultura do algodão**

O cultivo do algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. var. *Latifolium* Hutch) é destacado no cenário agrícola brasileiro, sendo uma das atividades de maior interesse econômico em todo o mundo e seus produtos são utilizados nos setores têxtil, químico de petróleo, alimentos, entre outros. Ressalte-se que a cotonicultura se destaca no cenário nacional como cultura de expressiva importância econômica, valendo acrescentar que já foi a principal atividade econômica da região semiárida do Nordeste brasileiro (Dantas *et al.*, 2012; Oliveira *et al.*, 2012; Freire, 2015).

A região Nordeste do Brasil é a segunda maior produtora de algodão do país e contribui com 26,0% da produção nacional. O parque têxtil da região é um dos maiores polos de consumo industrial de algodão da América Latina (Oliveira *et al.*, 2012), demonstrando sua importância socioeconômica para a região Semiárida do Brasil, através do beneficiamento de suas fibras para a indústria têxtil e também do caroço, que é utilizado na produção de óleo e de ração animal, podendo ainda serem aproveitadas as folhas como fonte de proteína para a alimentação dos animais na época seca (Cardoso *et al.*, 2010; Alves *et al.*, 2019).

Nesse sentido, investigações realizadas por Geerts e Raes (2009) e Klocke *et al.* (2010) têm apontado limitações nos recursos terra e água, razão pela qual as estratégias de irrigação deficitária têm sido indicadas para regiões com baixo índice pluviométrico associado a distribuição irregular de chuvas.

## **2.5 Indicadores de rentabilidade**

A temática que se refere à gestão da propriedade rural tem ganhado cada vez mais destaque no cenário científico e até mesmo político com o passar dos tempos. O desenvolvimento de estudos no assunto tem seus primeiros registros datados de 1874, na disciplina de contabilidade rural pelo agrônomo Roberts na Universidade de Cornell (Efferson, 1953).

Entretanto, o conhecimento de gestão só foi ter seu berço no Brasil em 1948, em função do esforço do governo em criar órgãos que se preocupassem com o tema e pudessem levar esse conhecimento aos produtores rurais (Osaki, 2012). E assim, estudos apontaram importantes indicadores na gestão da empresa rural.

Gitman e Madura (2003) e Diel *et al.* (2014) afirmam que os indicadores econômico-financeiros têm por finalidade calcular os índices da empresa para assim interpretar o seu desempenho. Apontam que as análises das demonstrações de um projeto de investimento

têm por finalidade monitorar e avaliar o desempenho da empresa, calculando e interpretando os índices.

Assaf Neto (2003) aponta que os estudos das demonstrações contábeis visam buscar, em determinado período passado, para diagnosticar, em consequência, sua posição atual e produzir resultados, no intuito de realizar previsões de tendências futuras.

Noronha e Duarte (1995) propõem que a análise econômico-financeira de um projeto de investimento em qualquer atividade produtiva de vida limitada, para o qual seja necessário a mobilização de algum recurso na forma de bem de produção na expectativa de gerar recursos futuros oriundos da produção, pressupõe a possibilidade de quantificação monetária dos insumos e dos produtos associados ao projeto.

Os principais fatores de decisão para uma criteriosa tomada de decisão sobre uma dada tecnologia para uma melhor alternativa de investimento são as receitas, as despesas, o custo inicial, o valor residual, a relação benefício/custo, a taxa interna de retorno, o valor presente líquido e o período “payback”. Frizzone (1999) classifica os critérios de análise econômica em dois grupos: os que não consideram a variação que o capital sofre com o tempo – tempo de retorno do capital investido e a razão receita/custo; e os que levam em consideração a variação que o capital sofre com o tempo – valor presente líquido, taxa interna de retorno, relação benefício/custo, custo anual uniforme.

## **2.6 Avaliação financeira de investimentos**

A análise de investimentos no setor agrícola consiste em uma abordagem sistemática dos empreendimentos, pois identifica onde, quando e como aplicar os recursos, principalmente para acompanhar um mercado competitivo e dinâmico, onde ocorrem rápidas alterações e, assim, identificar algumas vantagens ao elaborar e avaliar os mais diversos tipos de projetos, tais como: programar os investimentos necessários, identificar os riscos e quais os investimentos com maior prioridade, além de verificar a possibilidade de execução do projeto e comparar projetos entre si (Barros *et al.*, 2017; Sousa *et al.*, 2019).

Na atualidade, as empresas necessitam reduzir perdas e assim tornarem-se mais eficientes, pois elas possuem cada vez menos poder para alterar preços dos produtos a fim de suprir as suas necessidades financeiras. O agronegócio, há mais tempo, já possui esse conhecimento, pois gera produtos que, na maioria das vezes, são classificados como *commodities* e, diferentemente da indústria, a agricultura não age com a mesma intensidade perante essa nova equação em que o preço já é determinado. Logo, para que o empreendedor

desenvolva um negócio rentável, deve atuar sobre a redução de custos dos produtos (Martinelli *et al.*, 2010).

Mokate e Rodriguez (1987) afirmam que um projeto de investimento é compreendido em cinco fases: identificação (ou definição); elaboração do projeto; avaliação prévia (ou *ex-ante*); execução e supervisão; e avaliação *ex-post*. Sales (2016), por sua vez, assinala que um projeto pode ser avaliado por diferentes critérios: sob os pontos de vista privado, econômico e social, de modo que todos buscam atingir a máxima eficiência dos recursos aplicados.

Com a evolução dos processos e os mercados sendo disputados de forma cada vez mais acirrada, uma atenção maior deve ser dispensada à gestão econômica dos projetos de investimentos, sendo esses tradicionais ou inovadores (Rasoto *et al.*, 2012).

Os custos de aquisição de ativos fixos costumam representar grande parte dos ativos no balanço patrimonial de uma empresa, os custos com ativos nominais correspondem às inversões em ativos não tangíveis, ou seja, aqueles necessários ao funcionamento do projeto: tramitação de patentes e licenças; transferências de tecnologia e assistência técnica; gastos de constituição e organização; e capacitação e treinamento (Mokate; Rodriguez, 1987).

Para Assef (2003), o fluxo de caixa mensura necessidades futuras de recursos, assim como a possibilidade de cumprir pontualmente com seus compromissos e a disponibilidade de recursos financeiros para investimentos.

A viabilidade de um projeto de iniciativa privada é determinada por meio da análise monetária que comprove que suas receitas esperadas são superiores aos custos de investimento e de operação (Dalbem *et al.*, 2010), de modo que possa ser comparada com as alternativas mais atrativas, ou seja, com o custo de oportunidade do capital. Assim, para essa análise, a taxa de desconto a ser utilizada deve ser a que expresse a rentabilidade alternativa dos investimentos que podem ser realizados no mercado.

Dessa forma, pode-se perceber que são muitos os métodos para se analisar se há lucratividade ou não, porém há métodos mais específicos que, na visão de Cavalcante (1998), ajudam a avaliar e decidir se um projeto deve ser aceito ou não com base no tempo e no valor de retorno do investimento, os mais utilizados são: *Payback*, Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Presente Líquido (VPL), os quais dependem da estruturação prévia de um fluxo de caixa.

O período de *payback* descontado é definido como o número de anos necessários para se recuperar o investimento dos fluxos líquidos de caixa descontado. E, quanto mais alongado o prazo de retorno do investimento, menos interessante ele se torna para o investidor,

o que pode servir de referência para julgar a atratividade relativa das opções de investimento. (Brigham *et al.*, 2001; Motta; Caloba, 2002).

Gitman e Madura (2010) afirmam que o VPL é “[...] uma técnica sofisticada de orçamento de capital, por considerar o valor do dinheiro no tempo”. Sendo que esta se constitui em subtrair o investimento inicial do projeto do valor presente dos fluxos de caixa, descontados a uma taxa igual ao custo de capital. Desse modo, o projeto é viável quando o (VPL) é positivo.

Hoffmann *et al.* (1981) afirmam que a relação benefício/custo (RB/C) é definida como o quociente entre o valor presente das receitas a serem obtidas e o valor presente dos custos, inclusive os investimentos. Takitane (1988) e Brunelli (1990), trabalhando com simulação do custo de produção, utilizaram a taxa interna de retorno (TIR) e a relação benefício/custo como critério de análise econômica em seus trabalhos. Quando a TIR apresentar um valor maior do que a taxa mínima de atratividade, significa que o investimento é economicamente viável, porém, quando esse valor é menor, o investimento não é economicamente atrativo.

Para Rezende e Oliveira (2008), o VPL refere-se ao valor atual de um fluxo de caixa com investimentos, considerando os custos e as receitas futuros, descontando a taxa de juros determinada pelo mercado, calculado a partir do somatório das receitas descontado do somatório dos custos, ambos trazidos para o presente.

### ***2.6.1 Indicadores financeiros de investimento***

A agricultura é uma atividade que enfrenta um nível de incerteza mais significativo do que outras no que se refere aos fatores econômicos. Os riscos em função da variabilidade da oferta e da demanda, dos contratos futuros sobre a venda da produção e das incertezas com a variabilidade climática e fitossanitária são inerentes à volatilidade dos preços, o que, por sua vez, eleva o risco de o produtor não ter fluxo de caixa que apresente viabilidade econômica do investimento agrícola. (Maia *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2019).

Furlaneto *et al.* (2011), avaliando o custo de produção do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*), concluíram que, em se tratando de um ambiente cada vez mais competitivo em que está inserido o setor agrícola, faz-se necessária a adoção de técnicas de gestão, principalmente no que tange à estrutura de custos operacionais e de transação, que se reflitam em ganhos de competitividade.

Duarte Júnior *et al.* (2008) afirmam que o funcionamento de qualquer empreendimento no mercado exige o bom gerenciamento da atividade, desde a aquisição de

vários tipos de recursos, como trabalho humano, terra, insumos, máquinas e equipamentos, entre outros, pelos quais se deve pagar pela utilização. Enfatizando ainda que o dimensionamento destes custos por parte dos produtores, em sua maioria, é equivocado, principalmente pelo fato deles não considerarem os custos de depreciação, um tipo especial de pagamentos que, ao longo de um determinado período deve servir para acumular um montante de dinheiro que seja suficiente para a reposição ou renovação destes recursos produtivos. Logo, assim se deve entender a estrutura dos custos e o demonstrativo das receitas, como instrumentos “ex-ante” para decisões estratégicas e “ex-post” para revisões corretiva-estratégicas dos resultados das atividades produtivas analisadas.

No momento da tomada de decisões em um determinado projeto, faz-se necessário a adoção de critérios “índices” para o entendimento das suas implicações econômicas, o que pode ser avaliado analisando relação benefício/custo (RB/C), taxa interna de retorno (TIR), valor presente líquido (VPL), período “*payback*” e Análise de Sensibilidade. Os métodos de análises do VPL e TIR estão sendo bem utilizados no setor agrícola, abrangendo diversos estudos de viabilidade financeira. (Peixoto *et al.*, 1998). No entanto, para que seja possível concretizar essas métricas, é necessária a elaboração de um fluxo de caixa que objetiva o cálculo do retorno esperado do capital investido considerando receitas, custos e investimento para todo o período do projeto.

No que diz respeito à análise de sensibilidade, podemos entender como uma técnica de simulação que examina como um resultado varia nos indicadores de viabilidade, RB/C, TIR e VPL se os dados previstos não forem alcançados, parâmetros esses que simulam as maiores incertezas e quais elementos devem ser mais observados por gerar incerteza ao longo do horizonte do projeto. (Contador, 1988; Buarque, 1991; Horngren *et al.*, 2004; Ross *et al.*, 2007).

## REFERÊNCIAS

- ALVES, F. A. L.; CAVALCANTE, F. de S.; OLIVEIRA JÚNIOR, I. S.; FERRAZ, I.; SILVA, S. M. S. Competição de variedades de algodão herbáceo para cultivo no agreste pernambucano. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 24, n. 1, 2019. 8 p.
- AMOSSÉ, C.; JEUFFROY, M. H.; DAVID, C. Relay intercropping of legume cover crops in organic winter wheat: effects on performance and resource availability. **Field Crops Research**, v. 145, p. 78-87, 2013.
- ASSAF NETO, Alexandre. **Finanças Corporativas e Valor**. São Paulo: Atlas, 2003.
- ASSEF, R. **Guia prático de administração financeira: pequenas e médias empresas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- BARROS, S.; NORILLER, R.; SOUSA, A.; LOPES, A. Análise de investimento na produção de milho e soja de 2015/2016, viabilidade econômica no município de Dourados – MS. **Contaduría Universidad de Antioquia**, Medellín, v. 70, p. 213-235, 2017.
- BATISTA, C. H.; AQUINO, L. A.; SILVA, T. R.; SILVA, H. R. F. Crescimento e produtividade da cultura do algodão em resposta a aplicação de fósforo e métodos de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 4, n. 4, p. 197-206, 2010.
- BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. Contribuição do melhoramento ao cultivado algodão. *In.*: BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de. (org.). **O agronegócio do algodão no Brasil**. v. 1. Brasília – DF: Embrapa Algodão, 2008. p.271-279.
- BELTRÃO, N. E. M.; CARVALHO, L. P. de. **Algodão colorido no Brasil, e em particular no Nordeste e no Estado da Paraíba**. Documentos, n. 128. Campina Grande: Embrapa Algodão. 2004. 17p.
- BEZERRA, B. B. **Proteínas expressas durante a ontogenia do botão floral de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**. 2019. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa, 2019.
- BHARGAVA, S.; SAWANT, K. Drought stress adaptation: metabolic adjustment and regulation of gene expression. **Plant Breeding**, v. 132, n. 1, p. 21-32, 2013.
- BRAZ, G. B. P.; OLIVEIRA, J. R. R. S.; CONSTANTIN, J.; RAIMONDI, M. A.; FRANCHINI, L. H. M.; BIFFE, D. F.; ARANTES, J. G. Z.; TAKANO, H. K. Seletividade de amonio-glufosinate isolado e em mistura com pyriithobac-sodium em algodoeiro transgênico LL<sup>®1</sup> D. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 853-860, 2012.
- BRIGHAM, E. F.; GAPENSKI, L. C.; EHRHARDT, M. C. **Administração financeira: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2001. 1113 p.

BRITO, G. G.; SOFIATTI, V.; LIMA, M. M. A.; CARVALHO, L. P.; SILVA FILHO, J. L. Physiological traits for drought phenotyping in cotton. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 117-125, 2011.

BRUNELLI, G. M. **Simulação do custo de produção de laranja no Estado de São Paulo**. 1990. 99 fl. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**: uma apresentação didática. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 266 p.

CAMPIGLIA, E.; MANCINELLI, R.; RADICETTI, E.; CAPORALI, F. Effect of cover crops and mulches on weed control and nitrogen fertilization in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Crop Protection**, v. 29, n. 4, p. 354-363, 2010.

CARDOSO, G. D.; ALVES, P. L. da C. A.; BELTRÃO, N. E. de M.; VALE, L. S. Períodos de interferência das plantas daninhas em algodoeiro de fibra colorida ‘BRS Safira’. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 456-462, 2010.

CARVALHO, D. F.; OLIVEIRA NETO, D. H.; RIBEIRO, R. de L. D.; GUERRA, J. G. M.; ROUWS, J. R. C. Manejo da irrigação associada a coberturas mortas vegetais no cultivo orgânico da beterraba. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 269-277, 2011.

CARVALHO, L. P.; COSTA, J. N.; SANTOS, J. W.; ANDRADE, F. P. de. Adaptabilidade e estabilidade em cultivares de algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 207-213, 1995.

CAVALCANTE, F. Análise de projetos de investimento. **Up-To-Date**, São Paulo, v. 1, n. 9, 1998. 20 p.

SARAIVA, K. R.; VIANA, T. V. A.; COSTA, S. C.; BEZERRA, F. M. L.; CARVALHO, C. M.; GOMES FILHO, R. R. Interactive Effect of Soil Mulching and ISAREG Model Based Irrigation on Watermelon Production. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 24, n. 5, p. 1-13, 2018.

CONTADOR, C. R. **Avaliação social de projetos**. São Paulo: Atlas, 1988. 316 p.

CORDÃO-SOBRINHO, F. P.; GUERRA, H. O. C.; ARAÚJO, W. P.; PEREIRA, J. R.; ZONTA, J. H.; BEZERRA, J. R. C. Fiber quality of upland cotton under different irrigation depths. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 11, p. 1057-1063, 2015.

DALBEM, M. C.; BRANDÃO, L.; MACEDO-SOARES, T. D. L. van A. de. Avaliação econômica de projetos de transporte: melhores práticas e recomendações para o Brasil. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 1, p. 87-117, 2010.

DANTAS, A. C. A.; BARROSO, P. A. V.; HOFFMANN, L. V.; ALVES, M. F.; ANDRADE, F. P. SSR markers to detect gene flow from upland to mocó cotton. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 163-169, 2012.

DIEL, F. J.; DIEL, E. H.; SCHULZ, S. J.; CHIARELLO, T. C.; SILVA, T. P. Análise da eficiência econômico-financeira das empresas pertencentes ao agronegócio brasileiro. **CONTEXTUS Revista Contemporânea de Economia e Gestão**, v. 12, n. 2, p. 116-133, 2014.

DU, T.; KANG, S.; SUN, J.; ZHANG, X.; ZHANG, J. An improved water use efficiency of cereals under temporal and spatial deficit irrigation in north China. **Agricultural Water Management**, v. 97, n. 1, p. 66-74, 2010.

DUARTE JÚNIOR, J. B. ; COELHO, F. C.; PONCIANO, N. J. Avaliação econômica do milho e feijão em sistema de semeadura direta e convencional em Campos dos Goytacazes – RJ. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 7, p. 75-89, 2008.

EFFERSON, J. N. **Principles of farm management**. New York: McGraw-Hill, 1953. 431 p.

FENERICH, M. G. **Análise de viabilidade econômica do algodão no estado do Mato Grosso**. 2019. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) – Escola de Economia de São Paulo, da Fundação Getúlio Vargas – EESP – FGV, São Paulo, 2019.

FENG, L.; DAI, J.; TIAN, L.; ZHANG, H.; LI, W.; DONG, H. Review of the technology for high-yielding and efficient cotton cultivation in the northwest inland cotton-growing region of China. **Field Crops Research**, v. 208, p. 18-26, 2017.

FERRARI, E.; PAZ, A.; SILVA, A. C. Déficit hídrico no metabolismo da soja em semeaduras antecipadas no Mato Grosso. **Nativa**, v. 3, n. 1, p. 67-77, 2015.

FERREIRA, N. M.; MESQUITA, E. F. de.; SA, F. V. da S.; BERTINO, A. M. P.; PAIVA, E. P. de.; FARIAS, S. A. R. Crescimento e produção da mamoneira BRS Paraguaçu sob irrigação, cobertura do solo e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 9, p. 857-864, 2015.

FIETZ, C. R.; COMUNELLO, E.; LAMAS, F. M. **Circular técnica 16: análise da época de semeadura do algodoeiro em Mato Grosso com base na precipitação provável**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2009. 5 p.

FREIRE, E. C. **Algodão no Cerrado do Brasil**. Brasília, DF: Gráfica e Editora Positiva, 2015. 956 p.

FREIRE, J. L. de O.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J.; SOUTO, A. G. de L. Necessidade hídrica do maracujazeiro amarelo cultivado sob estresse salino, biofertilização e cobertura do solo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 1, p. 82-91, 2011.

FRIZZONE, J. A. **Planejamento da irrigação: uma abordagem às decisões de investimento**. Piracicaba: ESALQ/Depto. Engenharia Rural, 1999. 110 p.

FURLANETO, F. de P. B.; MARTINS, A. N.; ESPERANCINI, M. S. T.; VIDAL, A. de A.; OKAMOTO, F. Custo de produção do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. esp., p. 441-446, 2011.

GEERTS, S.; RAES, D. Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. **Agricultural Water Management**, v. 96, n. 9, p. 1275-1284, 2009.

GITMAN, L. J.; MADURA, J. **Administração financeira**: uma abordagem gerencial. São Paulo: Addison Wesley, 2003. 676 p.

GITMAN, L. J.; MADURA, J. **Administração financeira**: uma abordagem gerencial. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010.

GONÇALVES, M. P. M.; SILVA, M. I. O.; GRUGIK, M. A.; FELICIANO, A. L. P.; SILVA, L. B. Substratos alternativos na produção de mudas de *Harpalyce brasiliiana* BENTH. **Oecologia Australis**, v. 23, n. 3, p. 464-472, 2019.

HOFFMANN, R.; ENGLER, J. J. de C.; SERRANO, O.; THAME, A. C. de M.; NEVES, E. M. **Administração da empresa agrícola**. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1981. 325 p.

HORNGREN, C. T.; FOSTER, G.; DATAR, S. M. **Contabilidade de Custos**. 11 ed. v. 1 e 2. São Paulo: Pearson-Prentice Hall, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agropecuária**. Ranking - Agricultura - Valor da produção (2022). online. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/>. Acesso em: 07 mar. 2023.

JETTER, R.; KUNST L. Plant surface lipid biosynthetic pathways and their utility for metabolic engineering of waxes and hydrocarbon biofuels. **The Plant Journal**, v. 54, n. 4, p. 670-683, 2008.

JIMÉNEZ, S.; DRIDI, J.; GUTIÉRREZ, D.; MORET, D.; IRIGOYEN, J. J.; MORENO, M. A.; GOGORCENA, Y. Physiological, biochemical and molecular responses in four *Prunus* rootstocks submitted to drought stress. **Tree Physiology**, Oxford, v. 33, p. 1061-1075, 2013.

KAZAMA, E. H.; FERREIRA, F. M.; SILVA, A. R. B.; FIORESE, D. A. Influência do sistema de colheita nas características da fibra do algodão. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 5, p. 631- 638, 2016.

KLOCKE, N. L.; CURRIE, R. S.; STONE, L. R.; BOLTON, D. A. Planning for deficit irrigation. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 26, n. 3, p. 405-412, 2010.

KOETZ, M. **Maracujazeiro-amarelo**: cultivo protegido e natural, irrigação e adubação potássica. 2006. 130 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências e Tecnologias da Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, 2006.

LIMA JUNIOR, J. A.; PEREIRA, G. M.; GEISENHOFF, L. O.; COSTA, G. G.; REIS R. P.; OLIVEIRA, L. F. C. Avaliação econômica da produção de alface americana em função de lâmina de irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 2, p. 392-398, 2011.

MAIA, G. B. da S.; ROITMAN, F. B.; GONÇALVES, F. C. e S.; CONTI, B. M. Seguros agrícolas: experiências internacionais e reflexões para o caso brasileiro. **Revista do Banco Nacional de Desenvolvimento**, Brasília, n. 34, p. 53-100, 2010.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3. ed. atual. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2009. 355p.

MANIÇOBA, R. M. **Manejo da irrigação em cultivares de algodoeiro herbáceo no semiárido brasileiro**. 2019. 140 p. Tese (Doutorado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2019.

MARTINELLI, L. A.; NAYLOR, R.; VITOUSEK, P. M.; MOUTINHO, P. Agriculture in Brazil: impacts, costs, and opportunities for a sustainable future. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 2, n. 5/6, p. 431-438, 2010.

MOKATE, K. M.; RODRIGUEZ, R. C. **A avaliação financeira de projetos de inversão**. Bogotá: Universidad de Los Andes, 1987. 112 p.

MONTANHA, G. K.; GUERRA, S. P. S.; SANCHEZ, P. A.; CAMPOS, F. H.; LANÇAS, K. P. Consumo de combustível de um trator agrícola no preparo do solo para a cultura do algodão irrigado em função da pressão de inflação nos pneus. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 26, n. 1, p.39-51, 2011.

MORELLO, C. de L.; PEDROSA, M. B.; SUASSUNA, N. D.; LAMAS, F. M.; CHITARRA, L. G.; SILVA FILHO, J. L.; ANDRADE, F. P.; BARROSO, P. A. V.; RIBEIRO, J. L.; GODINHO, V. de P. C.; LANZA, M. A. BRS 336: A high-quality fiber upland cotton cultivar for Brazilian savanna and semiarid conditions. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 12. p. 92-95, 2012.

MOTTA, R. R.; CALOBA, G. M. **Análise de Investimentos**. São Paulo: Atlas, 2002.

NACHIMUTHU, V. V.; PANDIAN, B. A.; ROBIN, S. Role of reactive oxygen species in water-deficit stress response. *In*: KHAN, M. I. R.; KHAN, N. A. (org.). **Reactive oxygen species and antioxidant systems in plants: role and regulation under abiotic stress**. Singapore: Springer, 2017. p. 283-295.

NORONHA, J. F.; DUARTE, L. Avaliação de projetos de investimentos na empresa agropecuária. *In*: AIDAR, A. C. K. **Administração Rural**. São Paulo: Pauliceia, 1995.

ODHIAMBO, L. O.; IRMAK, S. Evaluation of the impact of surface cover on single and dual crop coefficient for estimating soybean actual evaporation. **Agricultural Water Management**, v. 104, p. 221-234, 2012.

OLIVEIRA, C. A. P. de; SOUZA, C. M. de. Influência da cobertura morta na umidade, incidência de plantas daninhas e de broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*) em um pomar de bananeiras (*musa* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 345-347, 2003.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F. de; OLIVEIRA, F. R. A. de; FREIRE, A. G.; SOARES, L. C. da S. Produção do algodoeiro em função da salinidade e tratamento de sementes com regulador de crescimento. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 279-287, 2012.

OSAKI, M. **Gestão financeira e econômica da propriedade rural com multiproduto.** [s.l.]. Universidade Federal de São Carlos, 2012.

PEIXOTO, H.; KHAN, A. S.; SILVA, L. M. R. Agroindústria: viabilidade econômica de implantação de agroindústria de polpa de frutas no estado do Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 29, n. 2, p. 175-193, 1998.

PEREIRA, L. S.; CORDERY, I.; IACOVIDES, I. Improved indicators of water use performance and productivity for sustainable water conservation and saving. **Agricultural Water Management**, v. 108, p. 39-51, 2012.

RASOTO, A.; GNOATTO, A. A.; OLIVEIRA, A. G. de; ROSA, C. F. da; ISHIKAWA, G.; CARVALHO, H. A. de; LIMA, I. A. de; LIMA, J. D. de; TRENTIN; M. G.; RASOTO, V. I. **Gestão Financeira: enfoque em inovação.** v. 6. 1. ed. série UTFinova. Curitiba: Aymar, 2012. 140 p.

REZENDE, J. L. P; OLIVEIRA, A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais.** 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J. F. **Financial management: corporate finance.** São Paulo: Atlas, 2007. 776 p.

SALES, M. L. de S. **Avaliação financeira e econômica das ações de captação, acumulação e suprimento de água no estado do Ceará.** 2016. 107 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Economia Agrícola, Curso de Pós-Graduação em Economia Rural, Fortaleza – CE, 2016.

SALMERÓN, M.; ISLA, R.; CAVERO, J. Effect of winter cover crop species and planting methods on maize yield and N availability under irrigated Mediterranean conditions. **Field Crops Research**, v. 123, n. 2, p. 89-99, 2011.

SEVERINO, L. S.; RODRIGUES, S. M. M.; CHITARRA, L. G.; LIMA FILHO, J.; CONTINI, E.; MOTA, M.; MARRA, R.; ARAÚJO, A. **Produto: Algodão.** Parte 01: Caracterização e Desafios Tecnológicos. Série Desafios do Agronegócio Brasileiro (NT3). Campina Grande: Embrapa Algodão, 2019. 29 p.

SILVA, F. L.; CAMPOS, A. O.; SANTOS, D. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, S. D.; PADILHA, C. E. A.; SOUSA JUNIOR, F. C.; MACEDO, G. R.; SANTOS, E. S. Pretreatments of Carnauba (*Copernicia prunifera*) straw residue for production of cellulolytic enzymes by *Trichoderma reesei* CCT-2768 by solid state fermentation. **Renewable Energy**, v. 116, n. 2, p. 299-308, 2018.

SILVA, I. P. F; JUNIOR, J. F. S; ARALDI, R.; TANAKA, A. A; GIROTTO, M; BOSQUÊ, G. G; LIMA, F. C. C. Estudos das fases fenológicas do algodão (*Gossypium hirsutum* L.). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça – SP, v. 10, n. 20, p. 1-10, 2011.

SILVA, J. N. da.; PONCIANO, N. J.; SOUZA, C. L. M. de; SOUZA, P. M. Viabilidade econômica do tomate em sistema convencional e protegido por telas de sombreamento. **Custos e @gronegociosonline**, v. 15, n. 3, p. 297-313, 2019.

SINGH, A.; PANDA, S. N. Development and application of an optimization model for the maximization of net agricultural return. **Agricultural Water Management**, v. 115, p. 267-275, 2012.

SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. A.; DIAS, C. N.; SILVA, G. L.; e AZEVEDO, B. M. Lâminas de irrigação para cultura do gergelim com biofertilizante bovino. **Magistra**, Cruz das Almas – BA, v. 26, n. 3, p. 343-352, 2014.

SOUSA, P. G. R.; VIANA, T. V. de A.; CARVALHO, C. M.; CAMPOS, K. C.; SILVA, SILVA, F. L.; AZEVEDO, B. M. Avaliação financeira do sorgo forrageiro no semiárido cearense. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 12, n. 4, p. 1465-1485, 2019.

SOUZA, C. S. **Variação de temperatura e umidade e suas influências nas características físicas e mecânicas dos fios de algodão**. 2011. 107 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Materiais; Projetos Mecânicos; Termociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

SOUZA, E. R. de.; MONTENEGRO, A. A. de A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Variabilidade espacial da umidade do solo em Neossolo Flúvico. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 2, p. 177-187, 2008.

SOUZA, T. M. A. de.; SOUZA, T. A.; SOUTO, L. S.; SA, F. V. da S.; PAIVA, E. P. de.; MESQUITA, E. F. de. Água disponível e cobertura do solo sob o crescimento inicial do feijão-caupi cv. BRS pujante. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 10, n. 3, p. 598-604, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TAKITANE, I. C. **Custo de produção da borracha e análise de rentabilidade em condições de risco no Planalto Paulista, SP e no Triângulo Mineiro, MG**. 1988. 119 fl. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

TEODORO, R. B.; OLIVEIRA, F. L. de; SILVA, D. M. N. da; FÁVERO, C.; QUARESMA, M. A. L. Leguminosas herbáceas perenes para utilização como coberturas permanentes de solo na Caatinga Mineira. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 292-300, 2011.

VAN DONK, S. J.; MARTIN, D. L.; IRMAK, S.; MELVIN, S. R.; PETERSEN, J. L.; DAVISON, D. R. Crop residue cover effects on evaporation, soil water content, and yield of deficit-irrigated corn in west-central Nebraska. **Transactions of the ASABE**, v. 56, n. 6, p. 1787-1797, 2010.

ZONTA, J. H.; BEZERRA, J. R. C.; PEREIRA, J. R.; SOFIATTI, V. **Circular Técnica 139 EMBRAPA: manejo da irrigação do algodoeiro**. Campina Grande: MAPA, 2016.

ZONTA, J. H.; BEZERRA, J. R. C.; SOFIATTI, V.; FARIAS, F. J. C.; CARVALHO, L. P. de. Efeito da irrigação no rendimento e qualidade de fibras em cultivares de algodoeiro herbáceo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 4, p. 43-52, 2015.

ZWIRTES, A. L.; CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; KUNZ, J.; REIMANN, G. K. Desempenho produtivo e retorno econômico da cultura do sorgo submetida a irrigação deficitária. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 676-688, 2015.

### 3 PRODUTIVIDADE DO ALGODOEIRO SOB MANEJOS DE IRRIGAÇÃO E DE COBERTURA DO SOLO NO SEMIÁRIDO CEARENSE

#### RESUMO

A utilização das técnicas de irrigação, associadas ao manejo de cobertura do solo, na avaliação do desempenho de diferentes cultivares de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) apresenta-se como uma alternativa para alavancar a exploração da cultura na região Nordeste. Em consequência, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a produtividade de três variedades de algodoeiro, BRS 370 RF, BRS 286 e BRS 416, em função dos fatores lâminas de irrigação e níveis de cobertura do solo, utilizando-se bagana de carnaúba, sob condições do semiárido cearense. O trabalho foi conduzido na propriedade denominada Fazenda Boa Vista, localizada no município de Pentecoste – CE. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com sistema de faixa, em parcelas subdivididas, constando de três tratamentos primários, as variedades de algodoeiro BRS 370 RF, BRS 286 e BRS 416, associados a cinco tratamentos secundários com lâminas de irrigação e cinco tratamentos terciários, níveis de cobertura do solo, gerando 75 tratamentos com quatro repetições/blocos (3 x 5 x 5 x 4), totalizando 300 unidades experimentais. As variedades (fator primário) foram analisadas em função resposta ao fator secundário (lâminas de irrigação), correspondendo a 40, 60, 80, 100 e 120% da  $ET_C$ , e o terciário (cobertura do solo) com cinco níveis de bagana, 0,00; 2,00; 4,00; 6,00; e 8,00 cm. As variáveis analisadas foram Produtividade de Carço, Produtividade de Pluma, Produtividade Total, Produtividade da Água em  $kg.m^{-3}$ , Produtividade da Água em  $R\$.m^{-3}$ . A produtividade do algodoeiro apresentou variação significativa em função das lâminas de irrigação, sendo esta decrescente a partir da lâmina 100,01% da  $ET_C$ , apontando o manejo da irrigação como um fator de suma importância para a eficiência do uso da água e sucesso do empreendimento. A adoção da irrigação deficitária reduziu a produtividade, entretanto, aumentou a eficiência do uso da água. A eficiência no uso da água nas variáveis de produtividade de algodão em carço, em  $kg.m^{-3}$  e em  $R\$.m^{-3}$ , indicaram essa como uma cultura promissora para a região quando associada às técnicas de cultivo adotadas no presente trabalho. A cobertura morta com bagana de carnaúba proporcionou resultado significativo, apontando seu uso como uma estratégia importante para a conservação da umidade do solo e para a redução da evapotranspiração, os quais influenciam diretamente na produtividade. Houve interação entre os fatores, sendo a cultivar BRS 286 (CV2) e o quarto nível de irrigação (L4) equivalente a 100% da  $ET_C$ , com o

quarto nível de bagana (NB), 6 cm de cobertura com bagana, a que resultou nos melhores resultados de produtividades.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum* L.; eficiência do uso da água; bagana de carnaúba; eficiência financeira.

## ABSTRACT

The use of irrigation techniques, associated with soil cover management, in evaluating the performance of different cotton cultivars (*Gossypium hirsutum* L.), presents itself as an alternative to boost the exploitation of the crop in the northeast region. Consequently, the objective of this research was to evaluate the productivity of three cotton varieties, BRS 370 RF, BRS 286 and BRS 416, depending on the factors irrigation depths and soil cover levels, using bagana de carnaúba, under semi-arid conditions in Ceará. The work was carried out on the property called Fazenda Boa Vista, located in the municipality of Pentecoste – CE. The experimental design was in randomized blocks, with a strip system, in sub-subdivided plots, consisting of three primary treatments, cotton varieties, BRS 370 RF, BRS 286 and BRS 416 associated with five secondary treatments, blades irrigation, and five tertiary treatments, soil cover levels, generating 75 treatments with four replications/blocks (3 x 5 x 5 x 4), totaling 300 experimental units. The varieties, the primary factor, were analyzed in response to the secondary factor, irrigation depths, corresponding to 40, 60, 80, 100 and 120% of ETC, and the tertiary factor, soil cover, with five bagana levels, 0.00; 2.00; 4.00; 6.00; and 8.00 cm. The variables analyzed were, Lump Productivity, Plume Productivity, Total Productivity, Water Productivity in kg.m<sup>-3</sup>, Water Productivity in R\$.m<sup>-3</sup>. Cotton productivity showed significant variation depending on irrigation depths, decreasing from a depth of 100.01% of ETc, pointing to irrigation management as an extremely important factor for the efficiency of water use and the success of the enterprise. . The adoption of deficit irrigation reduced productivity, however, it increased the efficiency of water use. The water use efficiency in the seed cotton productivity variables, in kg.m<sup>-3</sup> and in R\$.m<sup>-3</sup>, indicated this as a promising crop for the region, associated with the cultivation techniques adopted in the present work. Mulching with carnauba bagana provided significant results, pointing to its use as an important strategy for conserving soil moisture and reducing evapotranspiration, which directly influence productivity. There was an interaction between the factors, with the cultivar BRS 286 (CV2), and the fourth level of irrigation (L4), equivalent to 100% of ETc, with the fourth level of bagana (NB), 6 cm of coverage with bagana, the which resulted in the best productivity results.

**Keywords:** *Gossypium hirsutum* L.; water use efficiency; carnauba bagana; financial efficiency.

### 3.1 Introdução

A cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma espécie eminentemente de clima tropical, sendo uma das mais importantes no mundo devido, principalmente, à sua ampla utilização nos diversos setores, seja através do beneficiamento de suas fibras para a indústria têxtil ou do caroço, que é utilizado na produção de óleo e de ração animal. (Almeida *et al.*, 2017; Alves *et al.*, 2019).

O Brasil é um dos maiores produtores de algodão, ocupando o segundo lugar em exportação no mundo, sendo o quinto maior produtor e o nono maior consumidor. O algodão é a quarta cultura mais importante no país ficando atrás da soja, da cana de açúcar e do milho (Severino *et al.*, 2019). Com o advento das novas tecnologias, o estado do Mato Grosso apresentou o maior desenvolvimento da cotonicultura nas últimas décadas, se tornando o principal produtor de algodão no país. (Fietz, *et al.*, 2009; Lima, 2018; Daniel *et al.*, 2021).

O melhoramento genético do algodoeiro no Nordeste brasileiro apresenta como prioridade a obtenção de cultivares com alto potencial produtivo que sejam resistentes a pragas e a doenças, adaptadas às condições edafoclimáticas da região e, principalmente, que possuam fibras especiais, finas, resistentes e de várias colorações. (Echer *et al.*, 2010; Gilio *et al.*, 2017).

Dessa forma, a cultura do algodoeiro torna-se uma alternativa relevante para o semiárido nordestino, uma vez que essa região apresenta como principal problema as irregularidades pluviométricas, as quais atingem o crescimento e o desenvolvimento das culturas, e assim a utilização da irrigação torna-se imprescindível para o seu adequado manejo, visando a maior eficiência no uso dos recursos hídricos. (Carvalho *et al.*, 2011; Almeida *et al.*, 2017).

A água é o recurso mais limitante à produtividade agrícola, haja visto ser essencial aos diversos processos metabólicos, sobretudo durante o período inicial de desenvolvimento. (Souza *et al.*, 2001).

A cobertura do solo com restos vegetais vem sendo utilizada com a finalidade de diminuir a evaporação da água disponibilizada às plantas, evitando o incremento da concentração salina e promovendo depleção nos quantitativos de sais na superfície do solo e próximo à zona radicular das plantas. (Peres *et al.*, 2010; Freire *et al.*, 2014).

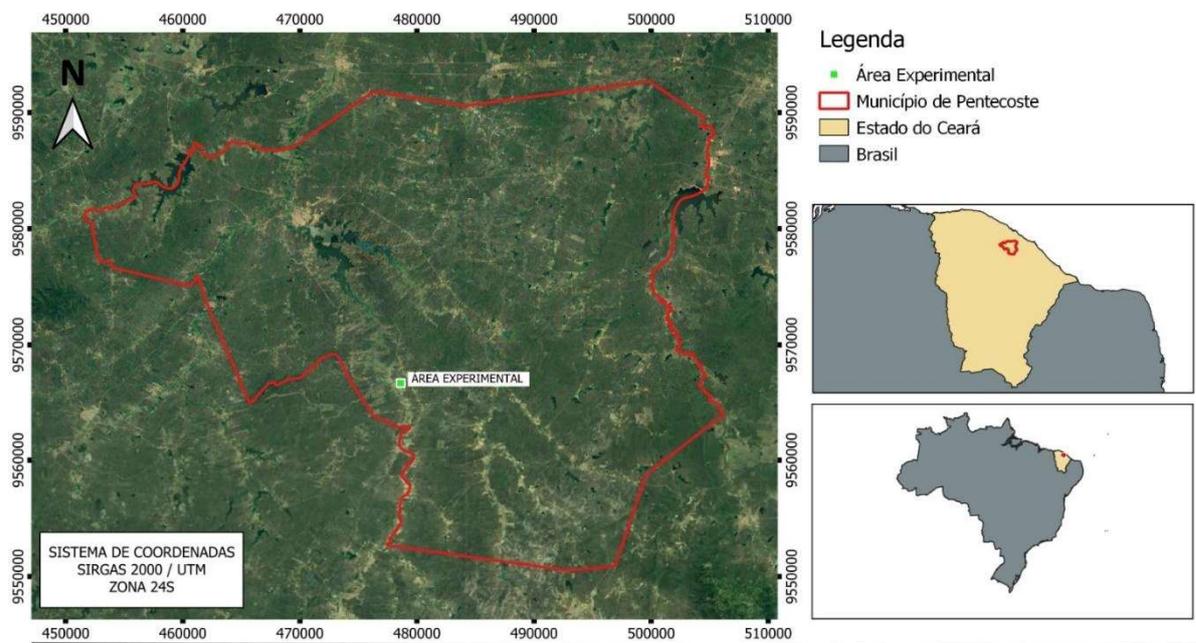
Portanto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a produtividade de três variedades de algodoeiro, “BRS 370 RF”, “BRS 286” e “BRS 416”, em função de diferentes lâminas de irrigação e níveis de cobertura do solo, sob condições do semiárido cearense.

### 3.2 Material e Métodos

### 3.2.1 Localização e caracterização da área experimental

A pesquisa foi conduzida na propriedade denominada Fazenda Boa Vista, localizada no município de Pentecoste – CE, 03° 55' 11.66" S; 39° 11' 33.58" O, no período de outubro de 2020 a janeiro de 2021. (Figuras 1 e 2). De acordo com a classificação climatológica de Köppen, o município apresenta clima BSw'h', o que corresponde ao clima semiárido, com chuvas irregulares e temperaturas elevadas. O total anual médio de chuva é de 719,2 mm, média essa obtida no período de 1971 a 2022, extraída da base de dados da FUNCEME em janeiro de 2023.

Figura 1 – Área experimental, localizada no município de Pentecoste – CE



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 2 – Área experimental, Pentecoste – CE



Fonte: Acervo pessoal do autor.

Os atributos físicos e químicos do solo na camada de (0 – 0,2 m) foram determinados no Laboratório de Solo e Água do Departamento de Ciências do Solo, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. (Tabela 1).

Tabela 1 – Atributos físicos e químicos do solo na camada arável (0 – 0,2 m).

Atributos químicos	(0 – 0,20 m)	Atributos físicos	(0 – 0,20 m)
P (mg.kg <sup>-1</sup> )	32,00	Areia (%)	62,00
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )	0,36	Silte (%)	10,00
Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )	0,23	Argila (%)	28,00
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )	1,20	DS (g.cm <sup>-3</sup> )	1,52
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )	0,60		
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )	0,15		
M.O. (g.kg <sup>-1</sup> )	11,17		
C/N	11,00		
pH	6,00		
CE (dS.m <sup>-1</sup> )	0,35		
PST	5,00		

Fonte: Laboratório de Solo e Água da Universidade Federal do Ceará.

### ***3.2.2 Preparo do solo e condução do cultivo***

Antes do estabelecimento da cultura do algodão em campo foi verificada a necessidade de calagem para a correção do pH do solo. Sendo que, nessa análise, utilizou-se como referência o manual de recomendação de adubação e calagem para o estado de Pernambuco: 2ª aproximação. (IAP, 2008).

O preparo do solo foi realizado com uma aração e com uma gradagem com a finalidade de se facilitar o processo de confecção dos sulcos para o plantio e para os demais tratamentos culturais.

Neste trabalho, utilizaram-se três variedades do algodoeiro, cujas sementes foram fornecidas pelo Programa de Melhoramento Genético de Algodão, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, Campina Grande – PB.

As variedades utilizadas foram: BRS 370 RF, BRS 286 e BRS 416. O plantio foi realizado em sulcos, manualmente, com espaçamento entre fileiras de 0,90 m, e com 9 plantas por metro linear. Aos 20 dias após a emergência foi realizado o desbaste a fim de se obter a densidade de plantas recomendada.

As adubações de cobertura, conforme recomendações, foram realizadas via fertirrigação com os seguintes adubos: ureia, monoamônio fosfato (MAP) e cloreto de potássio branco.

O controle das ervas daninhas foi realizado com enxadas e o controle de pragas e de doenças foi realizado por meio de manejo preventivo, visando-se evitar danos à cultura que pudessem prejudicar o seu pleno desenvolvimento e o rendimento da produção. A colheita foi realizada manualmente, após estimativa de que 95% das maçãs encontravam-se abertas. (Figura 3).

Figura 3 – Colheita de algodão



Fonte: Acervo pessoal do autor.

### 3.2.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com sistema de faixa nas subparcelas, com parcelas subdivididas, constando de três tratamentos primários, as variedades do algodoeiro BRS 370 RF, BRS 286 e BRS 416, cinco tratamentos secundários lâminas de irrigação, associados a cinco tratamentos terciários, níveis de cobertura do solo, gerando 75 tratamentos com quatro repetições, blocos, 3 x 5 x 5 x 4 e totalizando 300 unidades experimentais.

As lâminas de irrigação, fator secundário, trabalhados corresponderam a 40, 60, 80, 100 e 120% da  $ET_C$ , denominados, L1, L2, L3, L4 e L5. Esses fatores foram avaliados em função resposta ao fator terciário, cobertura do solo, que apresentava cinco níveis de bagana, 0,00; 2,00; 4,00; 6,00; e 8,00 cm, denominados NB1, NB2, NB3, NB4 e NB5, respectivamente.

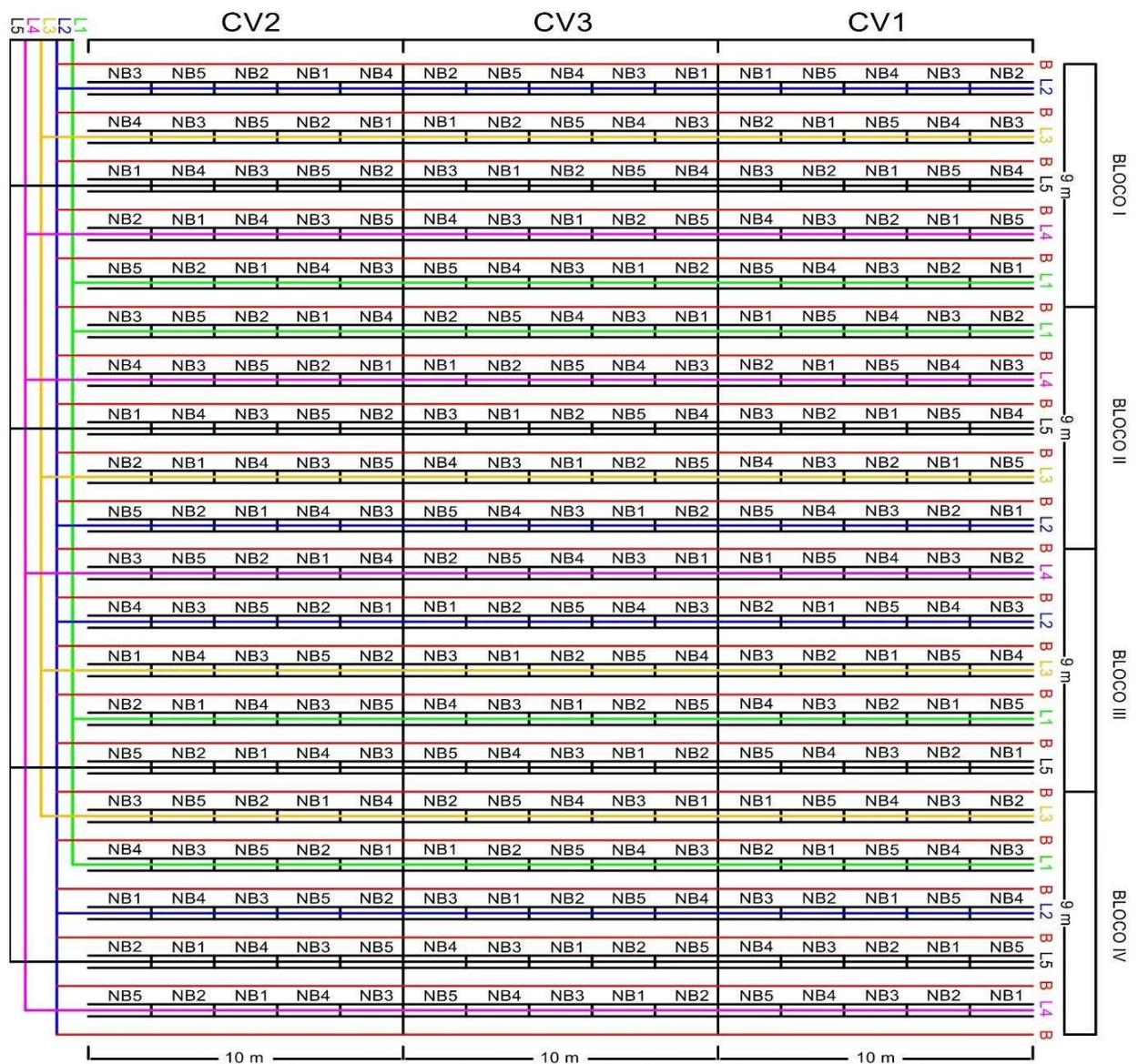
A área total do experimento com a cultura do algodoeiro foi de 1.080,00 m<sup>2</sup> (36,00 m x 30,00 m). A área foi dividida em quatro blocos de 270,00 m<sup>2</sup> (9,00 m x 30,00 m), e cada

bloco em 3 parcelas, variedades, correspondentes aos tratamentos primários, cada uma com 90 m<sup>2</sup> (9,00 m x 10,00 m).

Cada parcela com 10 linhas de plantio, 10 metros cada, espaçadas de 0,9 m entre linhas, sendo que essas constituíram as subparcelas, formando uma área de 18 m<sup>2</sup> (1,8 m x 10 m). Sendo uma linha útil à pesquisa e a outra constituindo a bordadura.

Cada subparcela, lâminas de irrigação, foi dividida em 5 subsubparcelas, nível de cobertura morta, onde a área foi de 3,6 m<sup>2</sup> (1,8 m x 2,0 m). (Figura 4).

Figura 4 – Croqui da área experimental



Legenda: L: Lâmina de Irrigação; NB: Nível de bagana; B: Bordadura; CVi: Cultivares.  
 Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.2.4 Manejo da irrigação

O sistema de irrigação utilizado foi do tipo gotejamento, com emissores espaçados de 0,20 m e operando a uma vazão de 1,8 L.h<sup>-1</sup>, com pressão de 1 kgf, sendo o sistema constituído de uma linha principal de tubos de PVC, diâmetro de 50 mm, com linhas laterais constituídas por mangueiras de polietileno, diâmetro de 16 mm. (Figura 5).

Figura 5 – Sistema de irrigação para a cultura do algodão, Pentecoste – CE, 2020



Fonte: Acervo pessoal do autor.

Desse modo, cada tempo de irrigação foi controlado com um registro para cada um dos diferentes tratamentos. O tempo de irrigação para cada subparcela foi calculado para os diferentes meses e estádios conforme Equação 3.1 a seguir:

$$T_i = 60. \frac{f_i. E_{To}. K_c. A_p. K_s}{N. q_e. E_i} \quad (3.1)$$

Sendo:

$T_i$ : tempo de irrigação, em minutos;

$f_i$ : fator de ajuste em conformidade com os tratamentos com lâminas, 0,40; 0,60; 0,80; 1,00 e 1,20, adimensional;

$ET_o$ : evapotranspiração de referência diária, mm;

$K_c$ : coeficiente de cultivo da cultura, adimensional;

$A_p$ : área útil por planta,  $m^2$ ;

$K_r$ : coeficiente de redução, em decimal, adimensional;

$N$ : número de emissores por planta, adimensional;

$q_e$ : vazão do emissor,  $L \cdot h^{-1}$ ; e

$E_i$ : eficiência de irrigação, adimensional.

A evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ) foi calculada através do método de Penman-Monteih/FAO (1998), como calculada por Cabral (2000), fazendo-se uso do software Cropwat. Os dados de entrada para o cálculo de  $ET_o$  foram obtidos de uma série histórica para o município de Pentecoste, relativa ao período 1970-1998, conforme Tabela 2. Vale ressaltar que os dados foram obtidos na estação agrometeorológica da Fazenda Experimental Vale do Curu, da Universidade Federal do Ceará, com localização  $3^{\circ}48'59.07''S$ ;  $39^{\circ}20'23.75''O$ ; h 63 m.

Tabela 2 – Evapotranspiração de referência média diária para Pentecoste – CE

MÊS	$ET_o$ média diária (mm)
Janeiro	6,15
Fevereiro	5,33
Março	4,14
Abril	4,14
Maio	4,28
Junho	4,61
Julho	5,21
Agosto	6,85
Setembro	7,83
Outubro	7,97
Novembro	7,77
Dezembro	7,27

Fonte: Cabral (2000).

Já os coeficientes de cultivo nos diversos estádios fenológicos foram obtidos por (Bezerra, *et al.* 2014), conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Ciclo fenológico e coeficiente de cultivo (Kc) do algodoeiro

	Fases do desenvolvimento	Kc
Fase I	Emergência a 10% de cobertura de solo	0,4 – 0,5
Fase II	10% de cobertura de solo ao início da floração	0,7 – 0,8
Fase III	Início da floração ao início da maturação	1,05 – 1,2
Fase IV	Início ao final da maturação	0,8 – 0,9

Fonte: Adaptado de Bezerra *et al.* (2014).

O fator Kr, sugerido por Keller e Karmelli (1974), foi aplicado ao cálculo usual de consumo de água pela Equação 3.2:

$$Kr = \frac{\%AC}{0,85} \quad (3.2)$$

Onde:

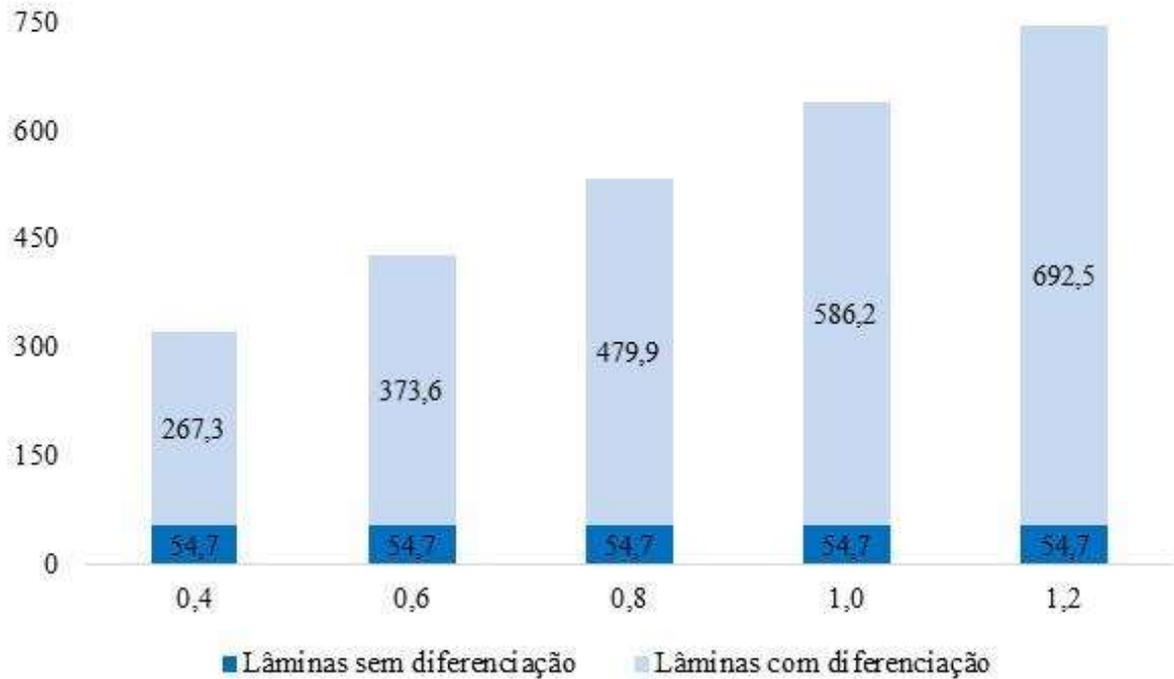
Kr: fator de redução de molhamento, devendo-se adotar o valor menor ( $Kr \leq 1$ ); e

%AC: faixa molhada, porcentagem de área molhada pela faixa de molhamento.

Na fase de implantação da cultura, foi realizada uma irrigação uniforme com a finalidade de levar o solo à capacidade de campo, proporcionando condições hídricas para a germinação adequada da cultura. Nessa fase, foram realizadas as medidas da faixa molhada, visando determinar a porcentagem de área molhada.

Da semeadura até os 14 dias após a germinação (DAG), foram conduzidas irrigações correspondentes a 100% da ETc para toda a área experimental. Após essa fase, foram iniciados os tratamentos com diferenciação hídrica, conforme metodologia descrita. Vale salientar que as diferentes lâminas aplicadas, correspondentes a 40, 60, 80, 100 e 120% da ETc, resultaram em totais de 322,0, 428,3, 534,6, 640,9, 747,2 mm respectivamente (Figura 6).

Figura 6 – Lâminas de irrigação aplicadas com e sem diferenciação para a cultura do algodão



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.2.5 Cobertura morta

A utilização de cobertura do solo vem crescendo com a necessidade de se otimizar o uso da água e pelo efeito positivo da utilização dessa, porém ainda não foram determinados índices que apontem o quanto deve ser aplicado para as diferentes culturas e regiões. Dessa forma, este trabalho consistiu na utilização de bagana de carnaúba como cobertura morta com os seguintes níveis, 0,00; 2,00; 4,00; 6,00; e 8,00 cm. Na Figura 7, identifica-se o modelo de aplicação da bagana.

Figura 7 – Cobertura do solo



Fonte: Acervo pessoal do autor.

### **3.2.6 Variáveis analisadas**

#### **3.2.6.1 Variáveis de produção**

##### **3.2.6.1.1 Produtividade total ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )**

Foi determinada a média da massa de pluma com caroços por planta, a partir de 3 plantas por unidade experimental. A média foi obtida em  $\text{kg}\cdot\text{pl}^{-1}$  e, em seguida, convertida para  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , quando a densidade de plantas por hectare foi quantificada em 99.900.

### 3.2.6.1.2 Produtividade de pluma sem caroço (kg.ha<sup>-1</sup>)

Foi determinada a média da massa de pluma sem caroços por planta, a partir de 3 plantas por unidade experimental. A média foi obtida em kg.pl<sup>-1</sup> e em seguida convertida para kg.ha<sup>-1</sup>.

### 3.2.6.1.3 Produtividade de caroço (kg.ha<sup>-1</sup>)

Foi determinada a média da massa de caroços por planta a partir de 3 plantas por unidade experimental. A média foi obtida em kg.pl<sup>-1</sup> e, em seguida, convertida para kg.ha<sup>-1</sup>.

### 3.2.6.2 Produtividade da água (PA)

A eficiência de uso da água ou produtividade da água (PA) pode ser definida como a unidade de produção por volume de água aplicado, podendo ser expressa em kg.m<sup>-3</sup> (produtividade agrícola) ou, alternativamente, em termos de R\$.m<sup>-3</sup> (produtividade econômica).

Dessa forma, a PA, em kg.m<sup>-3</sup>, foi obtida pela relação entre a produtividade da cultura e a quantidade de água aplicada, conforme Equação 3.3 a seguir.

$$PA_1 = \frac{Y}{I} \quad (3.3)$$

Sendo:

PA<sub>1</sub>: Produtividade da água (kg.m<sup>-3</sup>);

Y: Produtividade (kg.ha<sup>-1</sup>); e

I: Volume de água aplicado via irrigação por unidade de área (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>).

Para a PA em R\$.m<sup>3</sup>, foi utilizada a relação entre a produtividade comercial da cultura e a quantidade de água aplicada, conforme Equação 3.4 a seguir.

$$PA_2 = \frac{Y}{I} \quad (3.4)$$

Sendo:

PA<sub>2</sub>: Produtividade da água (R\$.m<sup>-3</sup>);

Y: Produtividade (R\$.ha<sup>-1</sup>); e

I: Volume de água aplicado via irrigação por unidade de área (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>).

### 3.2.7 Análises estatísticas

Os dados médios de cada variável resposta foram submetidos a uma análise preliminar para se validar o teste paramétrico realizado, neste caso, a análise de variância (ANOVA). Esta análise preliminar, realizada graficamente ou por testes de médias, indicou os resíduos como variáveis aleatórias independentes: se a variância é constante; e se a distribuição dos erros é normal ou aproximadamente normal.

As premissas paramétricas foram totalmente atendidas e assim efetuada a análise de variância de regressão pelo teste F até 5% de probabilidade, testando-se os modelos linear, polinomial quadrático e cúbico. A escolha do modelo foi baseada na significância do teste F, no coeficiente de determinação  $R^2$  e na significância dos coeficientes do teste t. (Silva; Azevedo, 2016).

### 3.3 Resultados e Discussão

A fim de se avaliar o comportamento das cultivares de algodão, em função das diferentes lâminas de irrigação e dos níveis de cobertura morta, aplicou-se a análise de variância e os dados foram aglutinados na Tabela 4.

Tabela 4 – Resumo da ANOVA para produtividade de caroço em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (ProdC), produtividade de pluma sem caroço em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (ProdP), produtividade total em  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (ProdT) e produtividade da água (PA) em  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$  e em  $\text{R}\$.m^{-3}$ , em função das lâminas de irrigação e dos níveis de cobertura com bagana de carnaúba. Pentecoste – CE. 2020.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio									
		ProdC		ProdP		ProdT		PA $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$		PA $\text{R}\$.m^{-3}$	
CV Cultivares	2	1.504,8909	ns	466,95102	ns	633,93920	ns	0,01155	ns	0,20052	ns
Resíduo CV	6	696,02648		387,61441		2.148,30808		0,09813		1,28963	
L. de irrigação	4	3.443,79227	**	680,87971	**	6.863,28254	**	2,33756	**	29,45340	**
R. linear	1	613,48056	**	93,08601	**	1.330,33156	**	0,60270	**	7,44769	**
R. quadrática	1	18,89644	ns	64,80103	**	466,56231	**	0,00429	ns	0,04921	ns
R. cúbica	1	0,07225	ns	7,92990	ns	28,62864	ns	0,00072	ns	0,00552	ns
CV x L	8	2.514,98200	**	893,75486	**	6.056,79767	**	0,28910	**	3,52951	**
Resíduo (L)	36	300,22589		106,68673		707,84178		0,02827		0,40919	
C. Morta CM	4	927,69451	**	305,30302	*	2.128,93078	**	0,09495	**	1,50629	**
R. linear	1	77,17284	ns	56,45376	**	265,58562	*	0,00650	ns	0,08281	ns
R. quadrática	1	5,59446	ns	0,47546	ns	2,80359	ns	0,00150	ns	0,01446	ns
R. cúbica	1	124,85622	*	30,69504	*	278,99524	*	0,01296	*	0,16129	*
CV x CM	8	685,58456	**	622,50738	**	2.394,10223	**	0,14545	**	1,47546	**
L x CM	16	616,87437	**	146,08889	ns	1.093,05641	**	0,06401	**	0,99438	**
CV x L x CM	32	630,83660	**	268,08881	**	1.660,19702	**	0,08228	**	0,97357	**
Resíduo CM	180	184,41488		107,04734		455,81277		0,02761		0,33764	

(\*\*) Efeito significativo a 1% e (\*) a 5% de probabilidade; (ns) não significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: Elaborada pelo autor.

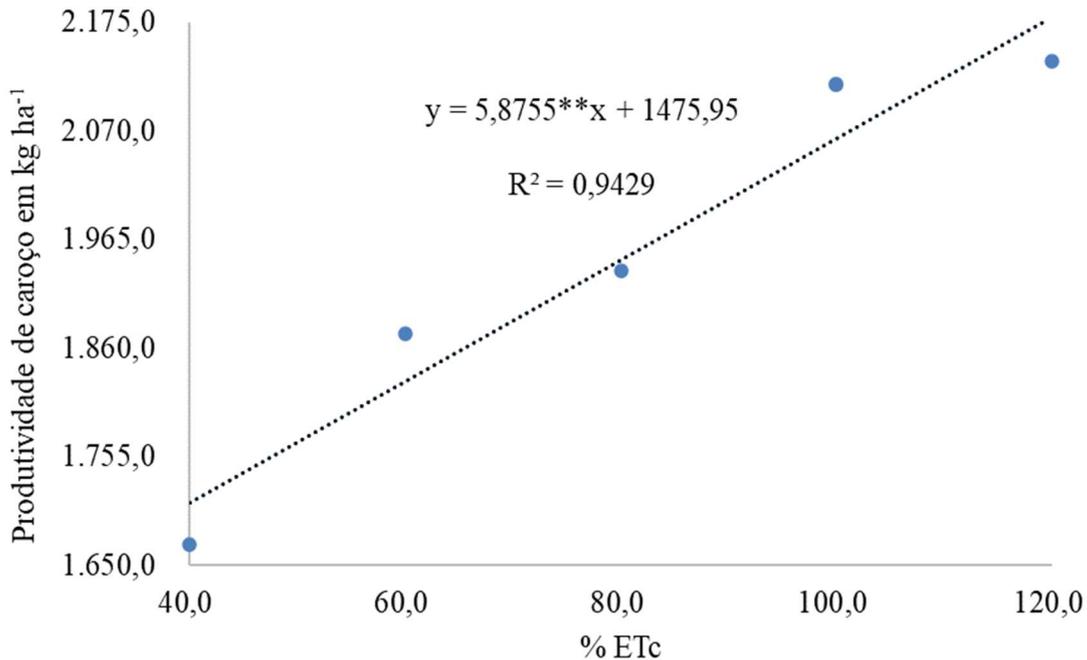
Com base na análise de variância apresentada na Tabela 4, observa-se que as variáveis ProdC, ProdP, ProdT e PA, em  $\text{kg.m}^{-3}$  e em  $\text{R}\$.m^{-3}$ , apresentaram resultado significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F para as lâminas de irrigação. Para a variável cobertura do solo, houve efeito significativo a 5% para ProdP e a 1% pelo teste F para as demais. Entretanto, não houve efeito significativo pelo teste F com relação às cultivares para as variáveis de produção.

Ao que se refere à interação entre os fatores cultivares  $\times$  lâminas de irrigação, observou-se efeito significativo entre as variáveis ProdC, ProdP, ProdT e PA, em  $\text{kg.m}^{-3}$  e em  $\text{R}\$.m^{-3}$ , ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. Tais resultados também foram observados na interação entre cultivares  $\times$  níveis de bagana. Quanto aos resultados da interação entre lâminas de irrigação e níveis de bagana, observou-se efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F, com exceção de variável ProdP, que não apresentou diferenças significativas.

Em relação à interação entre os três fatores, cultivares  $\times$  lâminas de irrigação  $\times$  níveis de cobertura do solo, observa-se que as variáveis ProdC, ProdP, ProdT e PA, em  $\text{kg.m}^{-3}$  e em  $\text{R}\$.m^{-3}$ , apresentaram resultados significativos ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

A equação de regressão que mais se adequou para a relação produtividade de caroços em função das lâminas de irrigação foi a do tipo linear, apresentando tendência crescente com o incremento do respectivo fator. A produtividade de caroços aumentou de  $1.669,75 \text{ kg.ha}^{-1}$  com a menor lâmina aplicada (373,7 mm, equivalente a 40% da ETc) e para  $2.137,25 \text{ kg.ha}^{-1}$  com a maior lâmina aplicada (692,5 mm, equivalente a 120% da ETc), gerando um aumento correspondente a 27,99%, conforme se verifica na Figura 8.

Figura 8 – Produtividade de caroço em função das lâminas de irrigação



Fonte: Elaborada pelo autor.

Os resultados obtidos a partir da maior lâmina aplicada se assemelham aos de Araújo et al. (2013) trabalhando com características fenológicas, agrônomicas e tecnológicas da fibra em diferentes cultivares de algodoeiro herbáceo, que obtiveram produtividade média de caroço de 2.346,26 kg.ha<sup>-1</sup>.

Cordão et al. (2018), trabalhando com tratamentos sem déficit em todo o ciclo e com déficit nas fases de crescimento, inicial e de capulho das cultivares BRS 286 e BRS 336 de algodoeiro herbáceo, obtiveram, em todos os tratamentos, produtividades de algodão em caroço superiores à média nacional, que é de 3.700,00 kg.ha<sup>-1</sup>. Tais resultados assemelham-se aos observados por Batista et al. (2010), os quais afirmaram que a irrigação resultou em um maior número de estruturas reprodutivas e em maiores alturas de plantas, números de capulhos por planta e produtividades de algodão em caroço.

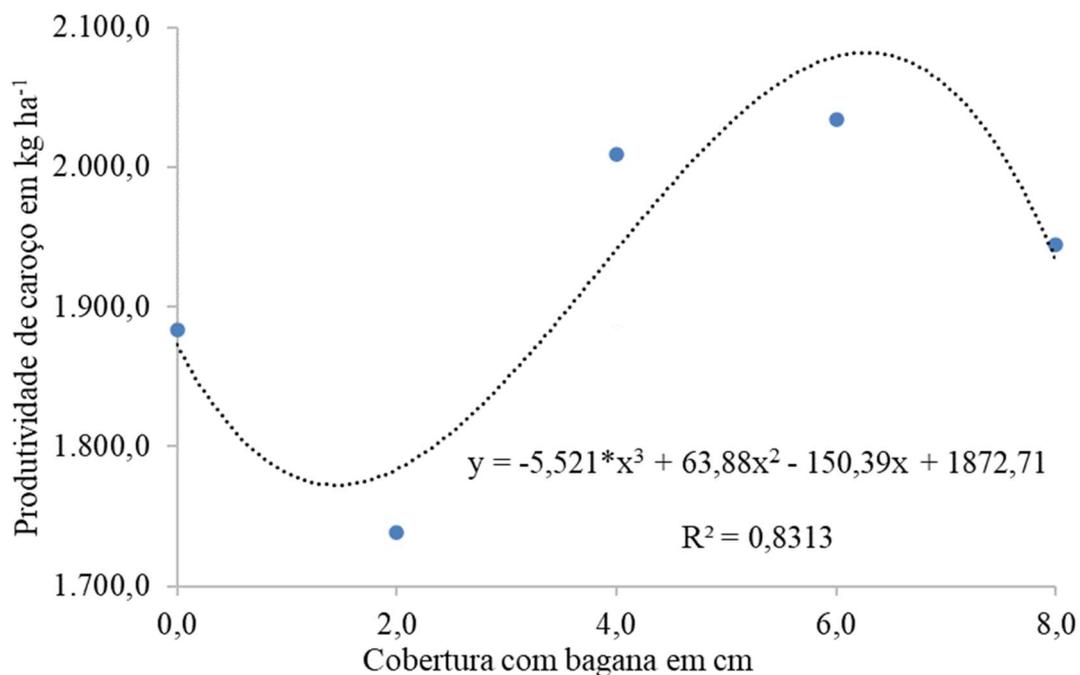
Para o algodoeiro, autores como Wen *et al.* (2013), Zhang *et al.* (2014) e Zonta *et al.* (2017) informaram que o principal fator que causa variação na produtividade das culturas na maior parte das áreas agrícolas é a água, pois ela condiciona as atividades fisiológicas e metabólicas das plantas, que sofrem influências tanto na produtividade quanto na porcentagem e qualidade de fibras quando submetidas à irrigação com déficit hídrico.

Baldo *et al.* (2009), estudando o comportamento do algodoeiro cultivar Delta Opal sob estresse hídrico com e sem aplicação de bioestimulante, observaram que o estresse hídrico

reduziu a expansão da célula e da folha, o alongamento de haste e das raízes e o índice de área foliar, ainda encurtou as fibras do algodão e ocasionou queda de flores e frutos.

A equação de regressão que melhor retratou os efeitos dos níveis de cobertura do solo com bagana de carnaúba com relação à variável ProdC foi a do tipo polinomial cúbica, apresentando tendência crescente com o incremento do respectivo fator. Desse modo, pelos resultados, pode-se perceber que a cobertura do solo traz benefícios ao sistema de manejo, respondendo diretamente na produtividade logo no primeiro ciclo (Figura 9).

Figura 9 – Produtividade de caroço em função dos níveis de cobertura do solo com bagana



Fonte: Elaborada pelo autor.

Torna-se possível perceber que o nível de cobertura de 6 cm apresentou o melhor resultado de produtividade. No entanto, resultados inferiores de produtividade de caroço não foram verificados no nível 2 cm de cobertura. Provavelmente, este resultado pode ser atribuído à presença de espécies vegetais com maior vigor em função da maior umidade do solo proporcionada, em relação ao solo nu, e pela menor redução da incidência direta de radiação no solo, em relação aos maiores níveis de bagana, facilitando o desenvolvimento de ervas daninhas sob 2 cm de bagana. Já as camadas de maiores níveis de cobertura do solo inibiram a germinação de ervas daninhas, o que pode explicar os resultados obtidos.

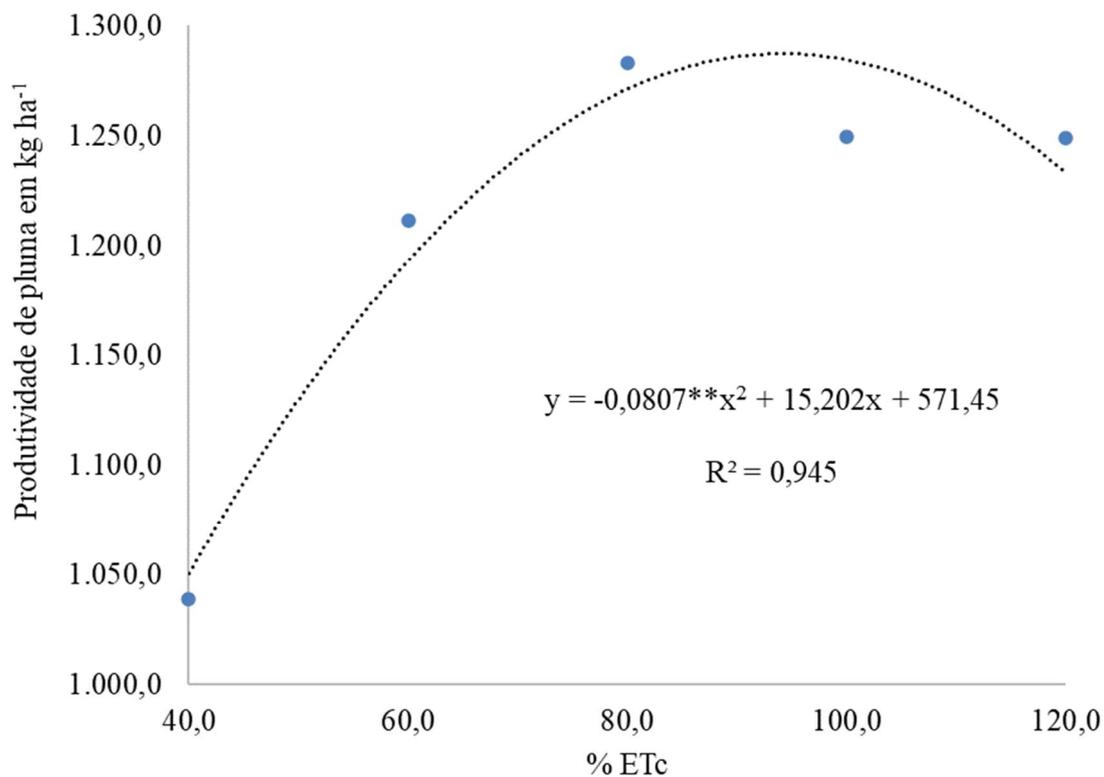
Nascimento *et al.* (2021), estudando substratos orgânicos de bagana de carnaúba, apontaram resultados promissores em relação à manutenção de uma maior umidade no solo. Sousa *et al.* (2021) apontaram que o uso de palha de carnaúba como cobertura do solo reflete

parte da energia solar que sobre ela incide, reduzindo consideravelmente as trocas gasosas entre o solo e a atmosfera, proporcionando assim menor perda de umidade do solo, maximizando o uso da água pelas plantas.

Fageria e Stone (2004) afirmaram que, nas condições tropicais, a tecnologia do sistema plantio direto mostra-se bastante promissora para a conservação do solo, e um dos requisitos para se garantir a eficiência desse sistema é a sua adequada cobertura exercida pelas espécies formadoras de palha. Elas devem ter boa produção de biomassa e serem suficientemente persistentes na proteção física do solo e na disponibilização de nutrientes durante os períodos de excesso ou de escassez de água (Nunes *et al.*, 2006).

A equação de regressão representativa da variável ProdP, em função das lâminas de irrigação utilizadas, foi mais adequada ao modelo polinomial quadrático. O aumento gerado na produtividade com o incremento das lâminas de irrigação foi observado até o ponto de máxima da ordem de 1.287,37 kg.ha<sup>-1</sup>, com uma lâmina equivalente de 94,18% da ETc. (Figura 10).

Figura 10 – Produtividade de pluma em função das lâminas de irrigação



Fonte: Elaborada pelo autor.

De acordo com os resultados obtidos a partir da ProdC e ProdP, pode-se observar que o rendimento de pluma foi da ordem de 40% com a menor lâmina aplicada e de 38% de pluma com a maior lâmina aplicada.

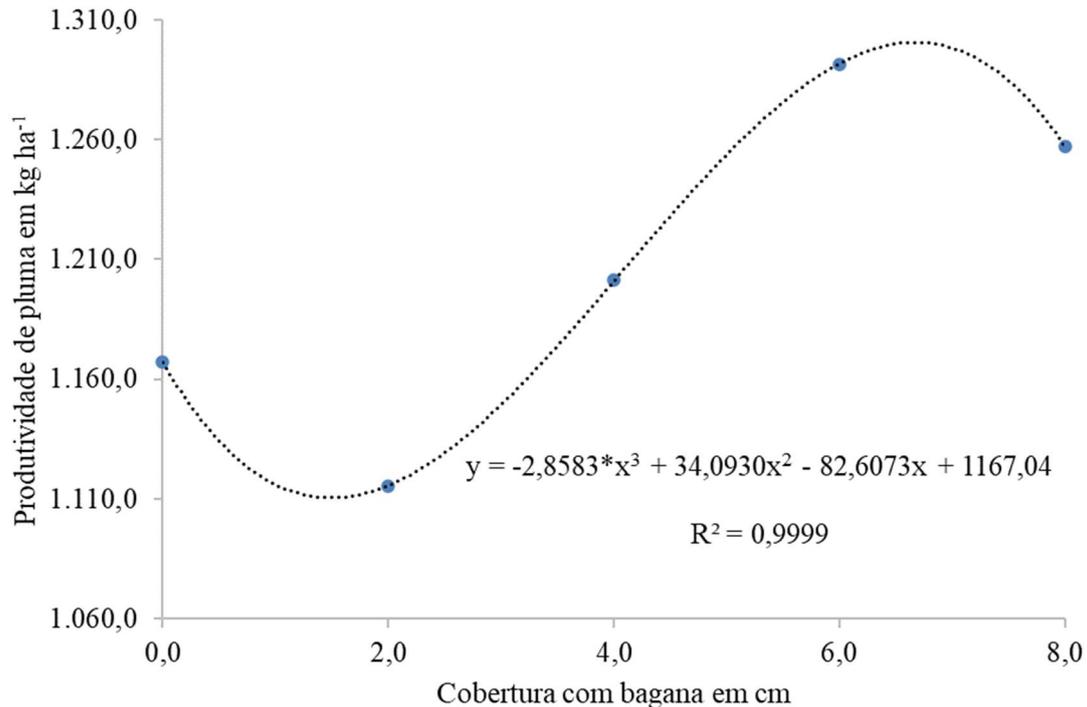
Lima *et al.* (2018), em estudo com fibras de algodoeiro herbáceo sob déficit hídrico, observaram que o tratamento sem déficit hídrico se diferenciou de todos os tratamentos com déficit nas fases fenológicas, obtendo o melhor resultado com 2.053,39 kg.ha<sup>-1</sup> para a produtividade de algodão em pluma, resultado superior aos obtidos no presente trabalho.

No entanto, percebe-se uma redução significativa de produtividade quando as plantas foram submetidas ao estresse hídrico, principalmente quando se aplicaram lâminas equivalentes a 40% da ETc. Provavelmente, o efeito dos estresses hídrico e térmico induziram a uma menor produtividade sob essas condições. Esses estresses influenciam vários processos metabólicos das plantas, como o controle estomático e a taxa transpiratória, a fotossíntese e, conseqüentemente, a taxa de crescimento (Chaves *et al.*, 2016; Zandalinas *et al.*, 2017; Lamaoui *et al.*, 2018).

Almeida *et al.* (2017), estudando a produção do algodoeiro herbáceo submetido a déficit hídrico, concluíram que os déficits hídricos aplicados nas diferentes fases fenológicas das cultivares BRS 286 e BRS 336 de algodoeiro herbáceo diminuíram o número de capulhos por planta e a produtividade. Corroboram com as afirmações de Guang *et al.* (2012) de que os efeitos da deficiência de água podem ser observados em quase todas as fases de desenvolvimento do algodoeiro.

A equação de regressão para a variável ProdP em função dos níveis de cobertura do solo com bagana de carnaúba que mais se adequou foi o modelo do tipo polinomial cúbico, apresentando os melhores resultados no nível de 6 cm (Figura 11).

Figura 11 – Produtividade de pluma em função dos níveis de cobertura do solo com bagana



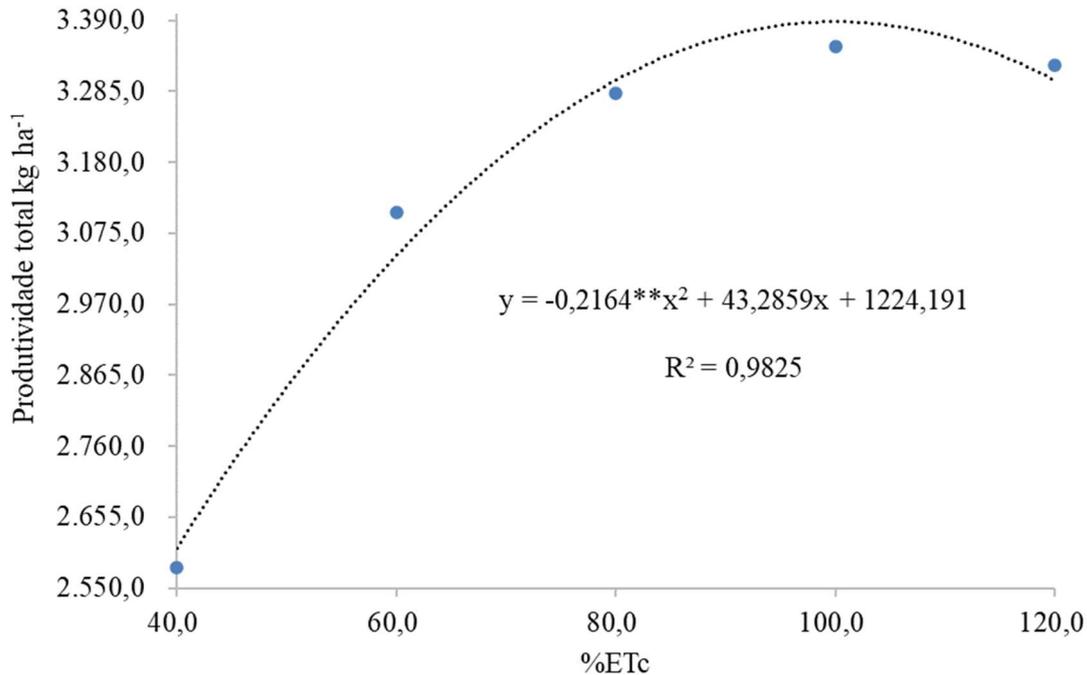
Fonte: Elaborada pelo autor.

Souza *et al.* (2021), estudando o cultivo de algodoeiro de fibra colorida BRS Jady com águas salinas e adubação orgânica, observaram que, com as maiores reduções na elevação nos níveis de CEa, as doses de MO elevaram o acúmulo de fitomassa seca total, (FST) das plantas de algodoeiro, proporcionando os valores médios de 22,55; 20,41; 20,48; e 6,03 g nas doses de 4,5; 3,5; 2,5; e 0% de MO. Assim, Costa *et al.* (2016) apontam que tal fato pode estar atrelado às melhorias dos atributos físicos, químicos e biológicos do substrato, e, dessa forma, melhorando a aeração, a absorção de nutrientes e, conseqüentemente, o acúmulo da fitomassa pelo vegetal.

Sousa *et al.* (2021), estudando o desempenho produtivo do sorgo forrageiro em função de lâminas de irrigação e de cobertura do solo, apontaram os fatores de produção em função de água e de bagana promissores para a produtividade da cultura do sorgo, indicando-os como fatores relevantes a serem considerados para o adequado manejo da produção.

A equação de regressão para a variável ProdT em função das lâminas de irrigação que mais se adequou foi do modelo tipo polinomial quadrático. Esta resultou em um ponto de máxima de 3.388,77 kg.ha<sup>-1</sup>, com a lâmina equivalente a 100,01% da ETc, conforme pode se visualizar na (Figura 12).

Figura 12 – Produtividade total em função das lâminas de irrigação



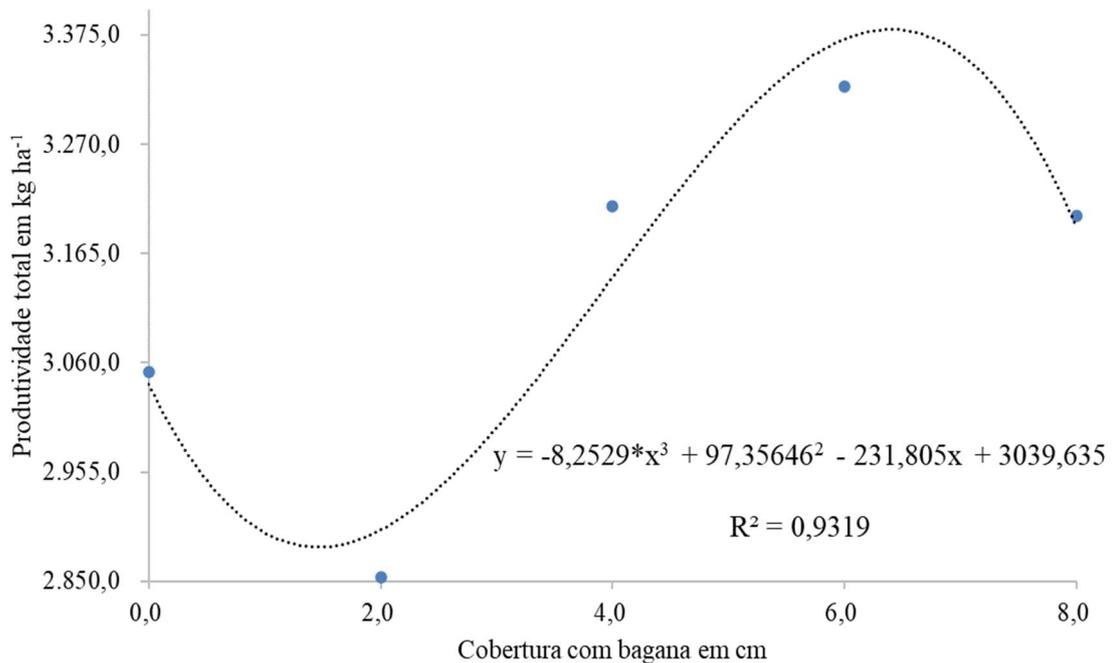
Fonte: Elaborada pelo autor.

Cordão *et al.* (2018), estudando cultivares de algodoeiro herbáceo sob déficit hídrico aplicado em fases fenológicas, apontaram que a cultivar BRS 286 apresentou as menores reduções da produtividade quando os déficits hídricos foram aplicados nas fases de crescimento inicial, botão floral e capulho, apresentando reduções de produtividade de 30%, 31,20% e 33,92%, respectivamente.

Diversos autores, como Zonta *et al.* (2015), Wen *et al.* (2013) e Brito *et al.* (2011), têm demonstrado que a cultura sofre influência tanto na produtividade quanto na porcentagem e na qualidade de fibras quando submetida à irrigação com déficit hídrico. Assim, os resultados da presente pesquisa confirmam as afirmações anteriormente descritas, haja visto que os resultados encontrados evidenciaram uma redução de 23,94% da produtividade quando se analisou as diferenças entre os valores observados no ponto de máxima produtividade e no menor nível de irrigação aplicado, equivalente a 40% da ETc.

A equação de regressão para a variável ProdT em função dos níveis de cobertura do solo com bagana de carnaúba melhor se adequou ao modelo polinomial cúbico, apresentando tendência crescente com o incremento do respectivo fator (Figura 13).

Figura 13 – Produtividade total em função dos níveis de cobertura do solo com bagana



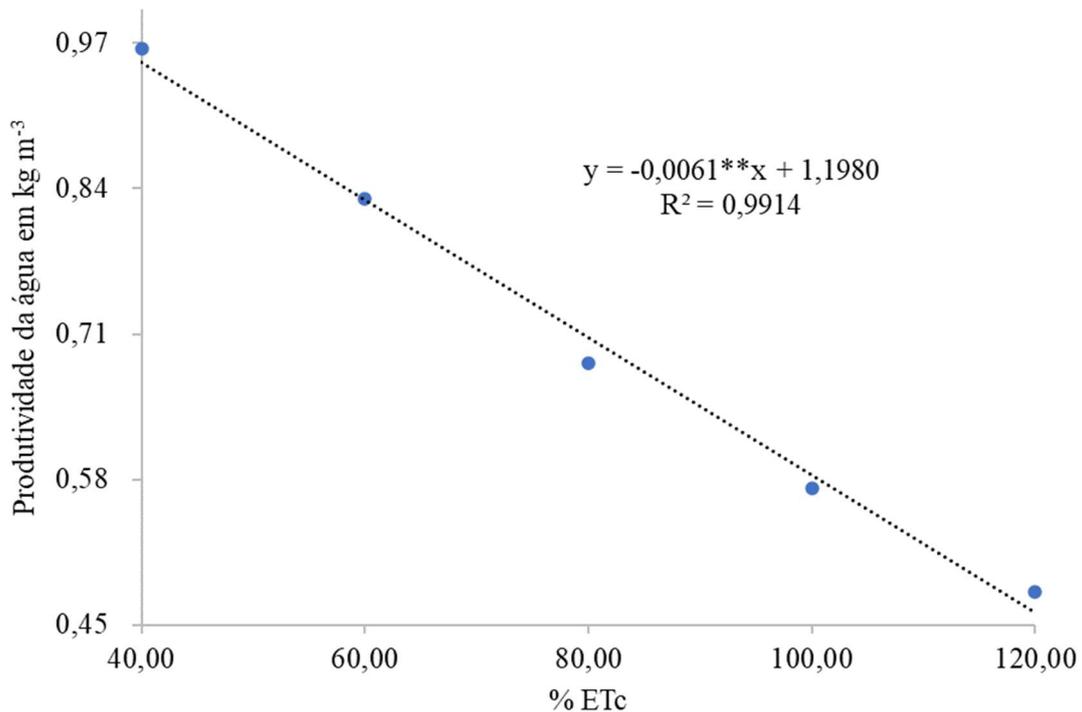
Fonte: Elaborada pelo autor.

Souza *et al.* (2018) afirmaram que a adição de matéria orgânica promoveu acréscimos no crescimento e na produção do algodoeiro, especialmente na massa de algodão em caroço, onde doses crescentes de matéria orgânica atenuaram o efeito da salinidade da água de irrigação sobre o número de capulhos do algodoeiro BRS Jady.

Sousa *et al.* (2021), estudando o desempenho produtivo do sorgo forrageiro em função de lâminas de irrigação e de cobertura do solo, constataram que o aumento gerado na produtividade de matéria seca em função dos níveis de cobertura morta foi da ordem de 12,09% do tratamento sem cobertura do solo para o primeiro nível 2,5 cm de espessura; e de 21,42% em relação ao maior nível de cobertura aplicado 6,25 cm.

A máxima produtividade da água, calculada para a ProdT, foi observada com a lâmina de 373,7 mm, equivalente a 40% da ETc, sendo essa de 0,97 kg.m<sup>-3</sup>. (Figura 13). Observa-se ainda que a menor produtividade da água foi observada com a maior lâmina de irrigação, 692,5 mm, equivalente a 120% da ETc, sendo essa de 0,48 kg.m<sup>-3</sup>. (Figura 14).

Figura 14 – Produtividade da água em  $\text{kg m}^{-3}$  em função das lâminas de irrigação



Fonte: Elaborada pelo autor.

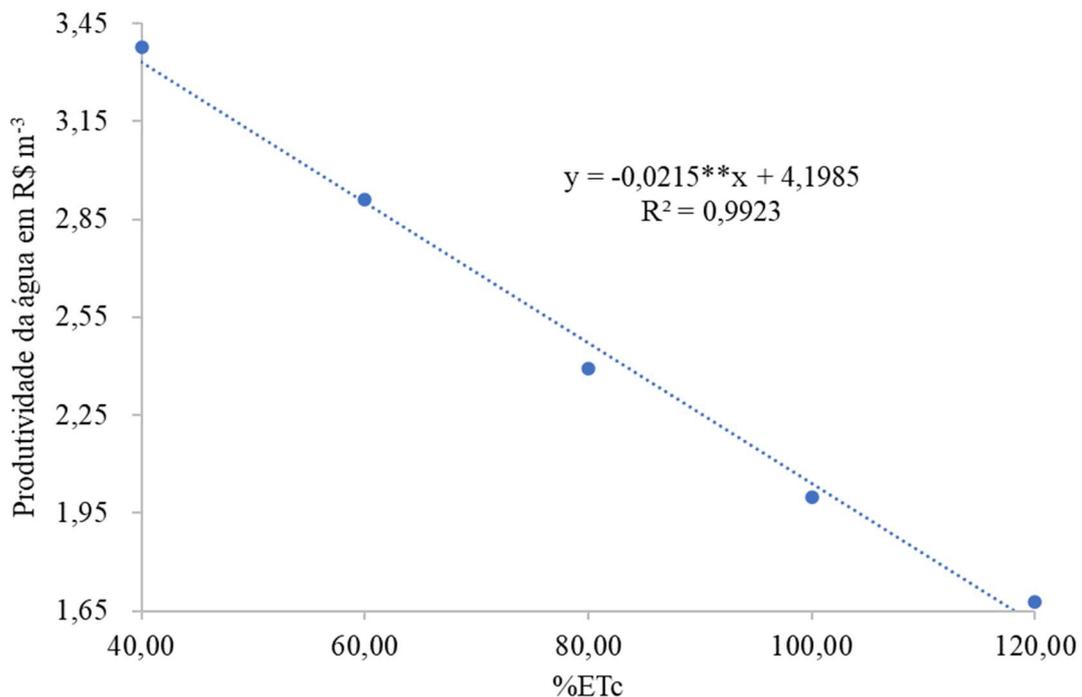
O aumento no volume de água aplicado gerou um decréscimo nas produtividades da água, correspondente a uma redução de 50,53% da menor para a maior lâmina aplicada, evidenciando a importância do aprimoramento e do domínio das técnicas de manejo, pois a perda de eficiência no uso da água pode gerar resultados antieconômicos.

Zonta *et al.* (2017), estudando a resposta do algodoeiro ao déficit hídrico em diferentes fases de crescimento, observaram que o comportamento das diferentes cultivares avaliadas em relação aos EUA foi semelhante, com valores médios de 0,39 a 0,84  $\text{kg.m}^{-3}$ , respostas essas próximas às obtidas no presente trabalho, com valores de 0,50 a 0,96  $\text{kg.m}^{-3}$ .

Yang *et al.* (2015), estudando o efeito da irrigação deficitária no crescimento, nas características do uso da água e no rendimento do algodão no árido noroeste da China, encontraram resultados significativos ao nível de  $p < 0,05$ , tendo a eficiência do uso da água variado de 0,86 a 1,09  $\text{kg.m}^{-3}$ , com as lâminas equivalentes a 85% da ETo e 45% da ETo, maior e menor lâmina utilizadas, respectivamente.

A produtividade da água em  $\text{R$.m}^{-3}$  seguiu a mesma tendência que em  $\text{kg.m}^{-3}$ , sendo essa de 3,38  $\text{R$.m}^{-3}$  na menor lâmina aplicada, e de 1,68  $\text{R$.m}^{-3}$  na maior lâmina aplicada, conforme se constata na (Figura 15).

Figura 15 – Produtividade da água em R\$.m<sup>-3</sup> em função das lâminas de irrigação



Fonte: Elaborada pelo autor.

Sousa *et al.* (2021), estudando o desempenho produtivo do sorgo forrageiro em função de lâminas de irrigação e da cobertura do solo, obtiveram resultado de máximas produtividades da água para a lâmina de 271,73 mm, sendo essa de 5,09 R\$.m<sup>-3</sup>, observando ainda que a menor eficiência de uso da água foi obtida na maior lâmina aplicada 821,15 mm, sendo essa de 2,28 R\$.m<sup>-3</sup>. Resultados que são superiores aos obtidos no presente trabalho, em que a máxima eficiência foi de 3,38 R\$.m<sup>-3</sup> com a lâmina equivalente a 40% da ETc.

Conforme os resultados apresentados isoladamente, pode-se perceber que a cultura do algodoeiro, quando submetida ao déficit hídrico, apresenta resultados inferiores de produtividade. Porém, esses resultados são amenizados quando a técnica de manejo pela cobertura do solo é realizada. No que se refere a interação entre os fatores aplicados, pode-se perceber (Tabela 4) que o resultado foi significativo ao nível de significância de 1% de probabilidade pelo teste F entre os três fatores para as variáveis ProdC, ProdP e ProdT.

Para as produtividades de caroço (ProdC), de pluma (ProdP) e total (ProdT), apresentam-se as Tabelas 5, 6 e 7 a seguir, respectivamente, evidenciando os resultados da interação entre os fatores, cujos resultados apresentados encontram-se distribuídos com a interação entre cultivares (CV) e lâminas aplicadas (L) sobre os níveis de bagana utilizados (NB).

Para a produtividade do caroço, observa-se como melhor resultado a interação entre a cultivar BRS 286 (CV2) e o quarto nível de irrigação (L4), equivalente a 100% da ET<sub>c</sub>, com o quarto nível de bagana (NB4), 6 cm de cobertura com bagana. (Tabela 5).

Tabela 5 – Médias de produtividade de caroço de algodão em função da interação entre cultivares (CV), lâmina de irrigação (L) e níveis de bagana (NB)

Médias de produtividade de caroço em kg.ha <sup>-1</sup> , CV x L x NB.					
CV x L	NB				
	NB1	NB2	NB3	NB4	NB5
CV1 x L1	1.721,325 B*	1.641,075 B	2.502,525 A	1.692,525 B	1.039,425 C
CV1 x L2	1.595,775 AB	1.224,825 B	1.122,600 B	2.084,325 A	1.377,225 B
CV1 x L3	1.712,175 BC	1.474,725 C	2.522,175 A	2.130,300 AB	2.203,500 AB
CV1 x L4	2.660,925 A	1.868,250 B	1.402,800 B	1.919,400 B	1.612,575 B
CV1 x L5	1436,100 B	1.921,800 AB	2.256,075 A	1.977,075 AB	1.977,150 AB
CV2 x L1	1.340,025 AB	1.282,950 B	1.886,400 A	1.263,300 B	1.534,425 AB
CV2 x L2	2.071,200 A	1.041,000 B	2.255,025 A	2.237,400 A	1.962,975 A
CV2 x L3	1.381,350 B	1.897,725 AB	1.655,550 AB	2.107,875 A	2.037,225 A
CV2 x L4	2.061,600 C	2.339,700 BC	2.661,825 AB	<b>3.164,625 A</b>	2.763,000 AB
CV2 x L5	1.662,000 B	1.341,300 B	1.671,675 B	1.827,300 B	2.732,700 A
CV3 x L1	1.581,750 AB	1.543,725 AB	1.456,275 AB	1.014,300 B	1.623,000 A
CV3 x L2	2.377,125 A	2.479,575 A	2.553,225 A	2.474,400 A	1.557,225 B
CV3 x L3	2.453,775 A	1.958,175 A	2.295,750 A	2.047,725 A	2.104,275 A
CV3 x L4	1.421,325 B	1.650,075 AB	1.583,700 B	2.217,525 A	2.182,575 A
CV3 x L5	2.782,575 A	2.413,800 A	2.305,050 A	2.351,475 A	2.462,775 A

\* Na coluna, as médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de F. Cultivares (CV), lâmina de irrigação (L) e níveis de bagana (NB).

Fonte: Elaborada pelo autor.

De acordo com os resultados obtidos na Tabela 6 para a variável ProdC, percebe-se uma semelhança nos índices encontrados para ProdC, sendo os resultados de interação entre a cultivar BRS 286 (CV2) e o quarto nível de irrigação (L4), equivalente a 100% da ET<sub>c</sub>, com o quarto nível de bagana (NB), 6 cm de cobertura com bagana. Sendo um dos mais interessantes do ponto de vista econômico, haja visto a pluma ser o principal produto do cultivo de algodão. Os resultados obtidos foram superiores aos de Araújo *et al.* (2013), que, trabalhando com características fenológicas, agrônômicas e tecnológicas da fibra em diferentes cultivares de algodoeiro herbáceo, obtiveram média de produtividade de 979,37 kg.ha<sup>-1</sup> com sete diferentes cultivares de algodoeiro.

Ao que se refere a produtividade total (ProdT), os índices encontrados foram semelhantes aos de ProdC e ProdP, sendo os resultados de interação entre a cultivar BRS 286 (CV2) e o quarto nível de irrigação (L4), equivalente a 100% da ET<sub>c</sub>, com o quarto nível de bagana (NB), 6 cm de cobertura com bagana. (Tabela 6).

Tabela 6 – Médias de produtividade de pluma de algodão em função da interação entre cultivares (CV), lâmina de irrigação (L) e níveis de bagana (NB)

Médias de produtividade de pluma em kg.ha <sup>-1</sup> , CV x L x NB.					
CV x L	NB				
	NB1	NB2	NB3	NB4	NB5
CV1 x L1	1.079,700 B*	1.140,225 B	1.594,80 A	1.604,100 A	1.068,750 B
CV1 x L2	1.334,400 A	777,675 BC	703,425 C	1.417,275 A	1.155,750 AB
CV1 x L3	1.125,150 B	1.321,125 AB	1.606,425 A	1.445,100 AB	1.310,100 AB
CV1 x L4	1.422,450 A	1.120,2 AB	818,700 B	1.156,425 AB	995,475 AB
CV1 x L5	1.039,575 B	1.410,9 AB	1.358,475 AB	1.508,175 A	1.231,950 AB
CV2 x L1	849,225 B	827,625 B	892,125 B	961,425 B	1.508,250 A
CV2 x L2	1.401,00 AB	805,8 C	1.240,725 B	1.522,725 AB	1.767,225 A
CV2 x L3	951,975 B	1.359,975 AB	1.091,250 AB	1.389,900 A	1.144,875 AB
CV2 x L4	1.075,425 C	1.486,425 BC	1.739,925 AB	<b>2.021,100 A</b>	1.651,575 AB
CV2 x L5	1.072,425 B	846,375 B	1.096,5 B	1.206,675 B	1.677,675 A
CV3 x L1	915,375 A	992,10 A	826,875 A	642,825 A	688,125 A
CV3 x L2	1.394,025 A	1.305,00 AB	1.405,5 A	1.047,825 AB	896,175 B
CV3 x L3	1.615,275 A	1.339,20 AB	1.475,625 AB	1.130,625 B	1.240,575 AB
CV3 x L4	858,825 B	972,975 AB	923,025 AB	1.171,800 AB	1.332,075 A
CV3 x L5	1.671,075 A	1.033,875 B	1.242,75 AB	1.148,100 B	1.186,875 B

\* Na coluna, as médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de F. Cultivares (CV), lâmina de irrigação (L) e níveis de bagana (NB).

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 7 – Médias de produtividade de pluma em caroço de algodão em função da interação entre cultivares (CV), lâmina de irrigação (L) e níveis de bagana (NB)

Médias de produtividade de total em kg.ha <sup>-1</sup> , CV x L x NB.					
CV x L	NB				
	NB1	NB2	NB3	NB4	NB5
CV1 x L1	2.801,025 BC*	2.781,3 BC	4.097,325 A	3.296,625 AB	2.108,175 C
CV1 x L2	2.930,175 AB	2.002,5 C	1.826,025 C	3.501,600 A	2.532,975 BC
CV1 x L3	2.837,325 B	2.795,775 B	4.128,600 A	3.575,400 AB	3.513,6 AB
CV1 x L4	4.297,425 A	2.988,525 B	2.221,500 B	3.075,825 B	2.608,125 B
CV1 x L5	2.475,675 B	3.332,7 AB	3.614,625 A	3.485,25 A	3.209,1 AB
CV2 x L1	2.189,175 AB	2.110,575 B	2.778,525 AB	2.224,725 AB	3.042,675 A
CV2 x L2	3.472,200 A	1.846,8 B	3.495,675 A	3.760,125 A	3.730,2 A
CV2 x L3	2.333,325 B	3.257,7 A	2.746,800 AB	3.497,775 A	3.182,1 AB
CV2 x L4	3.137,025 C	3.826,125 BC	4.401,675 AB	<b>5.185,725 A</b>	4.414,575 AB
CV2 x L5	2.734,425 B	2.187,675 B	2.520,300 B	3.033,975 B	4.410,375 A
CV3 x L1	2.497,125 A	2.528,325 A	2.285,925 A	1.657,125 A	2.311,125 A
CV3 x L2	3.771,075 A	3.784,575 A	3.958,725 A	3.522,225 A	2.453,4 B
CV3 x L3	3.769,125 A	3.297,375 A	3.771,375 A	3.178,275 A	3.344,925 A
CV3 x L4	2.280,075 C	2.623,125 ABC	2.506,725 BC	3.389,325 AB	3.514,725 A
CV3 x L5	4.453,725 A	3.447,675 B	3.547,800 B	3.499,575 B	3.649,725 AB

\* Na coluna, as médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de F. Cultivares (CV), lâmina de irrigação (L) e níveis de bagana (NB).

Fonte: Elaborada pelo autor.

Logo, os resultados de produtividade total, retratando a interação entre os fatores, apontam resultados interessantes do ponto de vista de produtividade.

Sousa *et al.* (2021), estudando o desempenho produtivo do sorgo forrageiro em função de lâminas de irrigação e da cobertura do solo, constataram interação entre os fatores lâmina de irrigação e cobertura do solo, onde os seus resultados apontam um aumento linear com o incremento da lâmina de irrigação com uma variação de 3.263,16 a 5.756,88 kg.ha<sup>-1</sup>, comparando-se a menor e a maior lâmina aplicada respectivamente, o que correspondeu a um incremento de 43,32%. Sendo possível constatar ainda que o aumento gerado em decorrência dos níveis de bagana variou de 3.885,82 a 5.339,28 kg.ha<sup>-1</sup>, comparando-se os valores médios do menor e do maior nível de cobertura, respectivamente, sendo esse aumento da ordem de 27,22%.

### 3.4 Conclusões

A produtividade do algodoeiro apresentou variação significativa em função das lâminas de irrigação, sendo esta decrescente a partir da lâmina 100,01% da ET<sub>c</sub>, apontando o manejo da irrigação como um fator de suma importância para a eficiência do uso da água e sucesso do empreendimento.

A adoção da irrigação deficitária reduziu a produtividade, entretanto, aumentou a eficiência do uso da água.

A eficiência no uso da água nas variáveis de produtividade de algodão em caroço, em kg.m<sup>-3</sup> e em R\$.m<sup>-3</sup>, indicaram essa como uma cultura promissora para a região, quando associada às técnicas de cultivo adotadas no presente trabalho.

A cobertura morta com bagana de carnaúba proporcionou resultado significativo, apontando seu uso como uma estratégia importante para a conservação da umidade do solo e para a redução da evapotranspiração, os quais influenciam diretamente na produtividade.

Houve interação entre os fatores, sendo a cultivar BRS 286 (CV2), no quarto nível de irrigação (L4), equivalente a 100% da ET<sub>c</sub>, com o quarto nível de bagana (NB), 6 cm de cobertura com bagana, a que resultou nos melhores resultados de produtividades.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, É. S. A. B. de; PEREIRA, J. R.; AZEVEDO, C. A. V. de.; ARAÚJO, W. P.; ZONTA, J. H.; CORDÃO, M. A. Algodoeiro herbáceo submetido a déficit hídrico: Produção. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos – PB, v. 13, n. 1, p. 22-28, 2017.
- ALVES, F. A. L.; CAVALCANTE, F. de S.; OLIVEIRA JÚNIOR, I. S.; FERRAZ, I.; SILVA, S. M. S. Competição de variedades de algodão herbáceo para cultivo no agreste pernambucano. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 24, n. 1, 2019. 8 p.
- ARAÚJO, L. F.; BERTINI, C. H. C. DE M; BLEICHER, E.; VIDAL NETO, F. C.; ALMEIDA, W. S. Características fenológicas, agronômicas e tecnológicas da fibra em diferentes cultivares de algodoeiro herbáceo. **Agrária – Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 8, n. 3, p. 448-453, 2013.
- BALDO, R.; SCALON, S. de P. Q.; ROSA, Y. B. C. J.; MUSSURY, R. M.; BETONI, R.; BARRETO, W. dos S. Comportamento do algodoeiro cultivar Delta Opal sob estresse hídrico com e sem aplicação de bioestimulante. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, Edição Especial, p. 1804 -1812, 2009.
- BATISTA, C. H.; AQUINO, L. A.; SILVA, T. R.; SILVA, H. R. F. Crescimento e produtividade da cultura do algodão em resposta a aplicação de fósforo e métodos de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 4, n. 4, p. 197-206, 2010.
- BEZERRA, J. R. C.; ZONTA, J. H.; RODRIGUES, J. P. Manejo da irrigação. *In*: BORÉM, A.; FREIRE, E. C. (org.). **Algodão: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2014. p. 271-294.
- BRITO, G. G.; SOFIATTI, V.; LIMA, M. M. A.; CARVALHO, L. P.; SILVA FILHO, J. L. Physiological traits for drought phenotyping in cotton. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 117-125, 2011.
- CABRAL, R. C. **Evapotranspiração de referência de Hargreaves (1974) corrigida pelo método Penman-Monteith/FAO (1991) para o estado do Ceará**. 2000. 83 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE, 2000.
- CARVALHO, D. F.; OLIVEIRA NETO, D. H.; RIBEIRO, R. de L. D.; GUERRA, J. G. M.; ROUWS, J. R. C. Manejo da irrigação associada a coberturas mortas vegetais no cultivo orgânico da beterraba. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 269-277, 2011.
- CHAVES, M. M.; COSTA, J. M.; ZARROUK, O.; PINHEIRO, C.; LOPES, C. M.; PEREIRA, J. S. Controlling stomatal aperture in Semi-Arid regions - The dilemma of saving water or being cool?. **Plant Sci.**, v. 251, p. 54-64, 2016.
- CORDÃO, M. A.; ARAÚJO, W. P.; PEREIRA, J. R.; ZONTA, J. H.; LIMA, R. F.; FERREIRA, F. N. Cultivares de algodoeiro herbáceo sob déficit hídrico aplicado em fases fenológicas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal – PB, v. 13, n. 3, p. 313-321, 2018.

- COSTA, M. M. L.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R.; PINHEIRO, F. W. A.; DIAS, A. S.; SOARES, L. A. dos A. Saline-sodic soil and organic matter addition in the cultivation of the colored cotton 'BRS Topázio'. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 2, p. 701-713, 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445745368013>. Acesso em: 14 jun. 2023.
- DANIEL, D. F.; QUEIROZ, T. M. de.; DALLACORT, R.; BARBIERI, J. D. Aptidão Agroclimática para a Cultura do Algodão em Três Municípios do Estado de Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 36, n. 2, p. 257-270, 2021.
- ECHER, F. R.; CUSTÓDIO, C. C.; HOSSOMI, S. T.; DOMINATO, J. C.; MACHADO NETO, N. B. Estresse hídrico induzido por manitol em cultivares de algodão. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 638-645, 2010.
- FAGERIA, N. K.; STONE, C. F. Produtividade de feijão no sistema plantio direto com aplicação de zinco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p.73-78, 2004.
- FIETZ, C. R.; COMUNELLO, E.; LAMAS, F. M. **Circular técnica 16**: análise da época de semeadura do algodoeiro em Mato Grosso com base na precipitação provável. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2009. 5 p.
- FREIRE, J. L. de O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. de. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 82-91, 2014.
- GILIO, T. A. S.; ARAÚJO, D. V. de.; KRAUSE, W.; ROSA, H. H. R.; ASCARI, J. P. Genetic divergence among cotton genotypes grown in the main season and off season. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 2, p. 377-390, 2017.
- GUANG, C.; XIUGUI, W.; YU, L.; WENBING, L. Effect of water logging stress on cotton leaf area index and yield. **Procedia Engineering**, v. 28, p. 202-209, 2012.
- IAP – Instituto Agronômico de Pernambuco. **Recomendação de adubação para o estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. Comissão estadual de fertilidade do solo. Recife: IPA, 2008.
- KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle Irrigation Design Parameters. **Transactions of American Society of Agricultural Engineers**, Michigan, v. 17, n. 4, p. 678-684, 1974.
- LAMAOU, M.; JEMO, M.; DATLA, R.; BEKKAOU, F. Heat and drought stresses in crops and approaches for their mitigation. **Front. Chem.** v. 6, n. 26, p. 1-14, 2018.
- LIMA, F. F. **Gestão de risco em propriedades com sistemas de produção de algodão, soja e milho em Mato Grosso, Brasil**. 2018. 92 fl. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.
- LIMA, R. F.; ARAÚJO, W. P.; PEREIRA, J. R.; CORDÃO, M. A.; FERREIRA, F. N.; ZONTA, J. H. Fibras de algodoeiro herbáceo sob déficit hídrico. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Patos – PB, v. 13, n. 4, p. 251-257, 2018.

- NASCIMENTO, C. R.; RODRIGUES, A. C.; ARRUDA, F. P.; SOUSA, R. S.; NUNES, L. A. P. L. Efeito da bagana de carnaúba nos atributos microbiológicos, umidade e temperatura do solo. **Científica**, Dracena, SP, v. 49, n. 4, p. 174-182, 2021.
- NUNES, U. R.; ANDRADE JR.; SILVA, D. E. B.; SANTOS, N. S.; COSTA, H. A. O.; FERREIRA, C. A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 6, p. 943-948. 2006.
- 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**, Jaboticabal, v. 30, n. 5, p. 875-886, 2010.
- SEVERINO, L. S.; RODRIGUES, S. M. M.; CHITARRA, L. G.; LIMA FILHO, J.; CONTINI, E.; MOTA, M.; MARRA, R.; ARAÚJO, A. **Produto: Algodão. Parte 01: Caracterização e Desafios Tecnológicos. Série Desafios do Agronegócio Brasileiro (NT3)**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2019. 29 p.
- SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.
- SOUSA, P. G. R.; VIANA, T. V. de A.; CARVALHO, C. M.; CAMPOS, K. C.; SILVA, F. L.; AZEVEDO, B. M. Desempenho produtivo do sorgo forrageiro em função de lâminas de irrigação e cobertura do solo. **Irriga, Edição Especial – Nordeste**, Botucatu, v. 1, n. 1, p. 129-143, 2021.
- SOUZA, C. R. de; SOARES, Â. M.; REGINA, M. de A. Trocas gasosas de mudas de videira, obtidas por dois porta-enxertos, submetidas à deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 10, p. 1221-1230, 2001.
- SOUZA, L. P.; FATIMA, R. T.; LACERDA, C. N.; SOARES, L. A. A.; SILVA, A. A. R.; VELOSO, L. L. S. A. Cultivo de algodoeiro de fibra colorida ‘BRS Jady’ com águas salinas e adubação orgânica. **Revista Verde**, Po, bal – PB, v. 16, n. 4, p. 394-400, 2021.
- SOUZA, L, PÁDUA.; LIMA. G, SOARES.; GHEYI. H, R.; NOBRE. R, G.; SOARES. L, A, A. Emergence, growth, and production of colored cotton subjected to salt stress and organic fertilization. **Rev. Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 3, p. 719-729, 2018.
- WEN, Y.; ROWLAND, D. L.; PICCINNI, G.; COTHREN, J. T.; LESKOVAR, D. I.; KEMANIAN, A. R.; WOODARD, J. D. Lint yield, lint quality, and economic returns of cotton production under traditional and regulated deficit irrigation schemes in southwest Texas. **The Journal of Cotton Science**, v. 17, n. 1, p. 10–22 2013.
- YANG, C. J.; LUO, Y.; SUN, L.; WU, N. Effect of deficit irrigation on the growth, water use characteristics and yield of cotton in arid Northwest China. **Pedosphere**, v. 25, n. 6, p. 910-924, 2015.

ZANDALINAS, S. I.; SALES, C.; BELTRÁN, J.; GÓMEZ-CADENAS, A.; ANDARBONA, V. Activation of secondary metabolism in citrus plants is associated to 34 sensitivity to combined drought and high temperatures. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1-17, 2017.

ZHANG, S.; SADRAS, V.; CHEN, X.; ZHANG, F. Water use efficiency of dryland maize in the Loess Plateau of China in response to crop management. **Field Crops Research**, v. 163, p. 55-63, 2014.

ZONTA, J. H.; BEZERRA, J. R. C.; SOFIATTI, V.; FARIAS, F. J. C.; CARVALHO, L. P. de. Efeito da irrigação no rendimento e qualidade de fibras em cultivares de algodoeiro herbáceo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 4, p. 43-52, 2015.

ZONTA, J. H.; BRANDÃO, Z. N.; RODRIGUES, J. I. da S.; SOFIATTI, V. Resposta do algodoeiro ao déficit hídrico em diferentes fases de crescimento. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 4, p. 980-990, 2017.

## 4 RENTABILIDADE DA CULTURA DO ALGODOEIRO SOB MANEJOS DE IRRIGAÇÃO NO SEMIÁRIDO

### RESUMO

A cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.) apresenta uma grande importância socioeconômica, por envolver a agricultura familiar e movimentar setores diversos da economia. Em consequência, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a viabilidade financeira de três variedades de algodoeiro, BRS 370 RF, BRS 286 e BRS 416, em função de diferentes lâminas de irrigação e níveis de cobertura do solo sob condições do semiárido cearense. O trabalho experimental foi conduzido na propriedade denominada Fazenda Boa Vista, localizada no município de Pentecoste – CE. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com sistema de faixa nas subparcelas, com parcelas subdivididas, constando de três tratamentos primários (variedades do algodoeiro BRS 370 RF, BRS 286 e BRS 416), cinco tratamentos secundários, lâminas de irrigação, associados a cinco tratamentos terciários, níveis de cobertura do solo com bagana de carnaúba, gerando 75 tratamentos com quatro repetições, blocos 3 x 5 x 5 x 4 e totalizando 300 unidades experimentais. Os indicadores de rentabilidade da análise de investimento em estudo foram: relação benefício/custo, valor presente líquido, taxa interna de retorno e o período “payback” para um horizonte de dez anos. De acordo com os resultados obtidos pelos indicadores financeiros, a produção de algodão nas condições de cultivo em 2,00 ha aponta maiores riscos ao investidor. Entretanto, a utilização da lâmina aplicada, equivalente a 100% da ETc, L4 na presença ou não de cobertura morta, na condição de cultivo em 10 ha, mostrou-se como a condição mais viável economicamente quanto às análises de sensibilidade dos custos e das receitas. Como estratégia para o crescimento da exploração do algodão nas condições de cultivo para a região Nordeste, faz-se necessário incentivar o acesso ao crédito de apoio ao agronegócio nas modalidades de investimento e de custeio, assim como a associação das técnicas de manejo, respeito a legislação e, principalmente, a conservação do solo e da água.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum* L.; eficiência do uso da água; bagana de carnaúba; eficiência financeira.

## PROFITABILITY OF COTTON VARIETIES UNDER IRRIGATION MANAGEMENT IN SEMI-ARID CEARÁ

### ABSTRACT

Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivation is of great socioeconomic importance, as it involves family farming and moves different sectors of the economy. Consequently, the objective of this research was to evaluate the financial viability of three cotton varieties, BRS 370 RF, BRS 286 and BRS 416, depending on the factors irrigation depths and soil cover levels under climate conditions. semiarid region of Ceará. The experimental work was conducted on the property called Fazenda Boa Vista, located in the municipality of Pentecoste – CE. The experimental design was in randomized blocks, with a strip system in the subplots, with subdivided plots, consisting of three primary treatments (cotton varieties, BRS 370 RF, BRS 286 and BRS 416), five secondary treatments, irrigation depths, associated with five tertiary treatments, soil coverage levels with carnauba bagana, generating 75 treatments with four replications, blocks 3 x 5 x 5 x 4 and totaling 300 experimental units. The profitability indicators for the investment analysis under study were: benefit/cost ratio, net present value, internal rate of return and the “payback” period for a ten-year horizon. According to the results obtained by the financial indicators, cotton production under cultivation conditions was viable for all indicators under analysis in all irrigation depths applied to the financing conditions, pointing to this as a promising crop for the Northeast region. However, the use of the applied depth, equivalent to 100% of ET<sub>c</sub> in the presence or absence of mulch, in the condition of cultivation on 10 ha, proved to be the most economically viable condition in terms of sensitivity analyzes of costs and revenues. As a strategy for the growth of cotton exploitation in the cultivation conditions for the Northeast region, it is necessary to encourage access to credit to support agribusiness in the investment and costing modalities, as well as the association of management techniques, respecting legislation and, mainly, soil and water conservation.

**Keywords:** *Gossypium hirsutum* L.; water use efficiency; carnauba bagana; financial efficiency.

## 4.1 Introdução

A cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.) apresenta uma grande importância socioeconômica por envolver a agricultura familiar e movimentar setores diversos da economia, como a agroindústria e a indústria têxtil, situando-se entre as culturas mais importantes do mundo. (Zonta *et al.*, 2016; Vasconcelos *et al.*, 2018).

Todos os anos, são plantados em todo o planeta uma média de 35 milhões de hectares de algodão, o que envolve mais de 350 milhões de pessoas na cadeia produtiva, movimentando anualmente cerca de US\$ 12 bilhões (ABRAPA, 2023). Nesse contexto, o Brasil se destaca como um dos principais produtores e exportadores de fibra e um dos maiores consumidores de algodão em pluma, garantido assim lugar privilegiado no cenário internacional, estando entre os cinco maiores produtores mundiais, ao lado de China, Índia, Estados Unidos e Paquistão. (ABRAPA, 2023).

O Brasil apresenta-se como um grande produtor, porém, na década de 80, atravessou grandes dificuldades, entre estas se destaca a chegada da praga do bicudo, responsável por sérios prejuízos aos produtores, além de incentivos oferecidos para comprar algodão importado, resultando em declínio do produto nacional na indústria têxtil. (Azevedo *et al.*, 2007).

Na atualidade, no Brasil, o cultivo do algodoeiro está situado principalmente na região do Cerrado, devido às condições climáticas favoráveis para a cultura. Entretanto, são comuns, nessa região, solos ácidos e pobres em fósforo, além de períodos com déficits hídricos. Porém, essa cultura apresenta grande importância econômica em todo o mundo, devido ao seu uso para diversas finalidades. (Vasconcelos *et al.*, 2018).

O cultivo do algodoeiro no Semiárido brasileiro está associado historicamente ao consórcio com o milho e o feijão, associado à pecuária pelos agricultores familiares. O Agreste pernambucano, por exemplo, apresenta condições climáticas favoráveis a partir do segundo decênio de março, quando a precipitação anual varia entre 500 e 1.500 mm, e faixas de temperatura entre 18 e 30 °C, exigidas pela cultura. (Alves *et al.*, 2010; Cordão-Sobrinho *et al.*, 2015).

A região Nordeste do Brasil apresenta-se no cenário nacional como a segunda maior produtora de algodão, contribuindo com 26% dessa produção, sendo ainda um parque têxtil dos maiores polos de consumo industrial de algodão da América Latina. (Oliveira *et al.*, 2012).

Para a região semiárida, com a escassez e a má distribuição de chuvas, tem se justificado fazer uso da irrigação no cultivo de algodoeiro como prática essencial para a

obtenção de elevadas produtividades e qualidade de fibra longa e extralonga, assim como para o plantio de cultivares com características especiais com mercado diferenciado, tendo em vista as baixas produtividades com o cultivo em sequeiro (BATISTA *et al.*, 2010; ZONTA *et al.*, 2016). Portanto, considerando essas diferentes características, faz-se necessária a análise de viabilidade financeira para a produção de algodão irrigado, haja vista os custos com implantação de sistemas irrigação.

Tais condições fazem refletir sobre a importância de se analisar os fatores econômicos, posto que bons projetos são atrativos para investidores, proporcionam o aumento da renda no meio rural, geram empregos, diminuem o êxodo rural e promovem melhorias socioeconômicas em todo o semiárido brasileiro.

Portanto, o objetivo desta pesquisa foi analisar, em nível experimental, a viabilidade financeira de três variedades de algodoeiro (BRS 370 RF, BRS 286 e BRS 416) em função dos fatores lâminas de irrigação e níveis de cobertura do solo em Pentecoste – CE.

## **4.2 Material e Métodos**

### ***4.2.1 Caracterização do estudo e levantamento de dados***

Conforme metodologia descrita na seção 3, o presente trabalho experimental foi conduzido na propriedade denominada Fazenda Boa Vista, localizada no município de Pentecoste – CE, 03°55'11.66" S; 39°11'33.58" O. No entanto, os indicadores financeiros de rentabilidade foram armazenados em função das receitas estimadas a partir das produtividades obtidas nos fatores lâmina de irrigação (40, 60, 80, 100 e 120% da ETc), avaliados em simulação para duas áreas diferentes, de 2,0 e 10,0 ha, sendo que as áreas de plantio refletem tanto cenários de investimento em pequenas áreas, como, por exemplo, agricultores familiares, como investidores com capacidades para explorar maiores áreas.

Dessa forma, foi avaliado um modelo de produção (cultivo irrigado do algodoeiro) pelos indicadores de rentabilidade apresentados a seguir. No estudo foi considerado que o produtor obteve financiamento para o investimento e para custeio ao longo dos anos no horizonte planejamento, sendo o Banco do Nordeste do Brasil – BNB o agente financiador que permite o acesso a linha de crédito do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste – FNE RURAL, que tem como finalidade propiciar crédito de investimento destinado à estruturação da propriedade e ao fortalecimento das estruturas de produção. Desse modo, essa linha de crédito, no ano agrícola 2022/2023, apresenta uma forma de financiamento com prazo

de até 120 meses para o pagamento, retorno do investimento e carência de até 36 meses, a uma taxa de juros de 7,79% a.a. (BNB, s.d.).

#### 4.2.1.1 Obtenção dos custos e das receitas

Para Lima e Campos (2014), o fluxo de caixa envolve entradas e saídas de recursos de caixa, sendo que as entradas são constituídas por todos aqueles itens que significam um benefício (em efetivo ou em produto) para a unidade de produção.

Dentro dessa categoria estão:

- Valor bruto da produção: corresponde às entradas provenientes da valoração da produção estimada total, ou seja, determina o valor bruto da produção de algodão em caroço. Por exemplo, para a cultura, o valor bruto da produção será igual à produção em toneladas vezes o valor unitário da tonelada de algodão em caroço.

- Valor residual: também chamado de desinvestimento, representa o valor do investimento no final do projeto ou o valor de sucata, corresponde ao valor de investimento no final da sua vida útil.

Já as saídas são constituídas por todos os itens que representam pagamentos por bens ou serviços prestados à exploração e que diminuem os benefícios líquidos.

Dentro dessa categoria estão:

- Investimentos: correspondem a todas aquelas saídas de caixa, por conta de pagamentos realizados na compra de bens de capital.

- Gastos de operação: correspondem àquelas saídas de caixa destinadas a pagar os insumos ou serviços necessários para levar a cabo o processo produtivo. Inclui os pagamentos de sementes, fertilizantes, inseticidas, mão de obra qualificada e não qualificada contratada, etc. Neste item estão inclusos outros pagamentos que devem ser efetuados e que não estão diretamente relacionados com a produção de um determinado produto, como, por exemplo, impostos sobre a terra, pagamento de arrendamentos e taxas de uso da água.

- Capital de giro adicional: corresponde a uma corrente de gastos criada para suprir necessidades relacionadas com o período de produção da cultura.

Foram calculados os custos de produção utilizando a estrutura do custo operacional total de produção adotada pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA), proposto por Martin *et al.* (1998). O custo operacional total (COT) foi calculado considerando o custo operacional efetivo (COE), acrescido dos gastos com manutenção do investimento, encargos sociais diretos,

contribuição de seguridade social sobre a receita bruta (CESSR), assistência técnica e encargos financeiros.

Os preços utilizados na análise econômica foram coletados nas bases de dados da CONAB e cooperativas do setor algodoeiro, além de pesquisa com produtores no estado do Ceará, para refletir o real potencial econômico das alternativas testadas. Os preços de insumos, máquinas, equipamentos, ferramentas e mão de obra, todos esses itens foram pesquisados em fornecedores da região de implantação do projeto no presente ano agrícola.

- Pode-se destacar como custo inicial a aquisição do material de irrigação, ferramentas (enxada, foice, matraca etc.), cercamento do terreno;
- Para as operações manuais foi considerada a contratação de operário, onde o custo com a contratação foi considerado o salário acrescido dos direitos trabalhistas, somado a diárias para as operações de plantio e colheita;
- Os gastos com insumos e materiais foram obtidos pelo produto entre a quantidade dos materiais usados e os seus respectivos preços unitários no mercado;
- O custo com horas máquina foi obtido pelo produto entre o número de horas necessário para todas as operações e o seu preço no mercado;
- Para a manutenção dos investimentos, foi considerada uma taxa de 2% ao ano sob o valor do investimento;
- Foi considerado o arrendamento da terra de R\$ 250,00 por hectare/ano como sendo um custo de oportunidade para esse bem;
- O custo da água foi calculado pelo produto entre o volume em m<sup>-3</sup> de água usado durante o ano e o valor do mesmo, sendo considerado um custo de oportunidade mínimo de R\$ 0,15;
- Para o custo com assistência técnica, encargo com associação, Imposto Territorial Rural – ITR e Certificado de Cadastro do Imóvel Rural – CCIR, manutenção de licenciamento ambiental foi considerado uma taxa 6% sob 80% da receita bruta obtida no ano;
- O valor da tarifa de energia elétrica foi formado pela soma do custo do consumo efetivo da energia e do custo de demanda da potência elétrica, conforme mostrado na Equação 4.1 (Frizzone *et al.*, 1994).

$$CE = 0,7457 * Pot * Tf * Pkwh \quad (4.1)$$

Sendo:

CE: custo da energia elétrica durante o ciclo da cultura, em R\$;

0,7457: fator de conversão de cv para kw;

Pot: potência do motor, em cv;

Tf: tempo de funcionamento do sistema necessário, em horas, durante um ano e considerando uma área irrigada de 1,0 ha que variou com os tratamentos em função dos percentuais da ETC;

Pkwh: preço do kwh, em R\$.

- O custo de aquisição da bagana para cobertura morta, constituído pelo produto entre o preço praticado R\$ 62,50 por m<sup>3</sup> e o volume utilizado nos diferentes tratamentos, sendo que para essa análise foi considerado um valor médio entre todos os tratamentos.

Dessa forma, para fins de análise econômico-financeira, cada tratamento foi considerado como uma lavoura comercial com uma área de 2 e 10 hectare, onde todos os insumos foram considerados iguais, variando apenas os custos na aplicação das diferentes lâminas de irrigação e o custo de implantação do projeto de irrigação. Nos custos operacionais, foi considerada uma variação no número de dias/homem para colheita, com base na estimativa de produtividade para cada nível de produção. Vale ressaltar que os cálculos foram estimados entre os valores médios de um horizonte de planejamento de dez anos de projeto.

#### *4.2.1.2 Indicadores financeiros de projeto de investimento*

A partir do cálculo das receitas e custos, pode-se analisar a viabilidade econômica de produção do algodoeiro irrigado. Miranda (2008) afirma que a análise quantitativa caracteriza-se pela atuação nos níveis de realidade e apresenta como objetivos a identificação e apresentação de dados, indicadores e tendências observáveis.

Os indicadores de rentabilidade da análise de investimento em estudo foram os seguintes: relação benefício/custo, valor presente líquido, taxa interna de retorno e o período “payback” para um horizonte de dez anos, a uma taxa desconto de 7,79 a.a.

Além de um fluxo de caixa, faz-se necessário adotar uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) que corresponda à taxa de rentabilidade que o capital pode ganhar na melhor alternativa de utilização além do projeto, dado um menor risco (Peixoto *et al.*, 1998). Neste trabalho adotaram-se, quatro TMA's – 3%, 6%, 9% e 12% – para que fosse possível realizar uma comparação entre os resultados para diferentes custos do capital.

Além das TMA's, foi realizada a Análise de Sensibilidade, que aponta o grau de risco de um projeto de investimento. Lima e Campos (2014) apontam que podem ser utilizadas várias metodologias para sua apuração, como alterações nas variáveis mais relevantes para a determinação da viabilidade (variações nos preços de venda, variações nos preços de custo e

variações nas quantidades vendidas). Assim, a análise de sensibilidade permite traçar diversos cenários na análise de viabilidade da produção e verificar até que ponto essa viabilidade se mantém face às alterações nas receitas e nos custos operacionais. No presente estudo, fizeram-se simulações considerando aumentos de 5%, 10% e 20% nos custos operacionais e reduções de 5%, 10% e 20% nas receitas operacionais. As incertezas e os riscos ligados às tendências das variáveis são elementos importantes a serem considerados na avaliação dos projetos de investimento.

#### 4.2.2 Variáveis analisadas

##### 4.2.2.1 Relação benefício custo

A relação benefício custo (RB/C) é uma relação entre o valor presente das receitas a serem obtidas e o valor presente dos custos, inclusive os investimentos. Para esta pesquisa, a relação RB/C foi calculada pela Equação 4.2.

$$B/C = \sum_{i=0}^n Ri/(1+r)^i / \sum_{i=0}^n Ci/(1+r)^i \quad (4.2)$$

Onde:

Ri: Receita obtida no ano, em R\$;

r: Taxa real anual de juros (decimal);

i: Número de anos para quitar o investimento ou vida útil dos equipamentos;

Ci: Custos no ano, em R\$.

##### 4.2.2.2 Valor presente líquido

O valor presente líquido (VPL) calculado consistiu em transferir, para o instante atual, todas as variações de caixa esperado, descontá-las a uma determinada taxa de juros e somá-las algebricamente, sendo representado pelo valor presente dos Benefícios Líquidos (Benefícios / Custos), conforme Equação 4.3.

$$VPL = \left( \sum_{i=0}^n (Ri - Ci)/(1+r)^i = \sum_{i=0}^n Ri/(1+r)^i - \sum_{i=0}^n Ci/(1+r)^i \right) \quad (4.3)$$

Onde:

R<sub>i</sub>: Receita obtida no ano, em R\$;

C<sub>i</sub>: Custos no ano, em R\$;

r: Taxa real anual de juros (decimal);

i: Número de anos para quitar o investimento ou vida útil dos equipamentos.

#### 4.2.2.3 Taxa interna de retorno

A taxa interna de retorno (TIR) é uma variável que expressa a percentagem de rentabilidade anual do capital alocado durante todo o horizonte de análise, sendo, portanto, uma taxa que torna nulo o VPL do fluxo de caixa de investimento, caracterizando, assim, a taxa de remuneração do capital investido, conforme Equação 4.4.

$$\text{TIR} = r * \text{tal que} \left( \sum_{i=0}^n (R_i - C_i) / (1 + r)^i = 0 \right) \quad (4.4)$$

Onde:

R<sub>i</sub>: Receita obtida no ano, em R\$;

C<sub>i</sub>: Custos no ano, em R\$;

r: Taxa real anual de juros (decimal);

i: Número de anos para quitar o investimento ou vida útil dos equipamentos.

#### 4.2.2.4 Período “payback”

O período “payback” ou simplesmente *Payback* é o tempo necessário para que se tenha o retorno do capital investido em um projeto. Assim sendo, na presente pesquisa, foi utilizado “payback” descontado, o que considera o tempo de recuperação do capital investido, remunerado a uma taxa mínima de atratividade, de modo que essa foi considerada para receitas e custos normais a taxa de desconto do projeto de investimento de 7,79% a.a., conforme Equação 4.5.

$$PB = \sum_{i=0}^n \frac{R_i}{(1 + r)^i} - I_i = 0 \quad (4.5)$$

Onde:

Ri: Receita líquida obtida no ano, em R\$;

r: Taxa real anual de juros (decimal);

i: Número 0, 1, 2, ..., n (anos);

Ii: Investimento inicial do projeto, em R\$.

### 4.3 Resultados e Discussão

#### 4.3.1 Indicadores financeiros de rentabilidade

Os indicadores financeiros de rentabilidade estão armazenados em função dos fatores lâmina de irrigação para duas áreas diferentes, 2,0 e 10,0 ha. Nas Tabelas 8 e 9, são apresentados os resultados dos indicadores financeiros de rentabilidade do projeto: relação benefício/custo – RB/C, valor presente líquido – VPL, taxa interna de retorno – TIR e o período “payback” – PB, calculados para um período de fluxo de caixa de dez anos, em função das lâminas de irrigação aplicadas na cultura do algodão. Os dados de entrada para os respectivos índices estão apresentados nos Apêndices A até J.

Tabela 8 – Indicadores financeiros RB/C, VPL, TIR e PB para o cultivo de algodão em 2,0 ha, em função das lâminas de irrigação, com obtenção de financiamento, Pentecoste – CE, 2023

	Indicadores			
	VPL (R\$)	RB/C	TIR %	PB anos
L1	-3.306,58	0,986	-15,65	-
L2	4.707,85	1,018	-10,94	9,68
L3	7.071,74	1,027	-9,61	9,53
L4	12.377,18	1,048	-6,65	9,20
L5	10.454,97	1,040	-7,72	9,31

Fonte: Elaborada pelo autor.

De acordo com os valores expressos na Tabela 8, as áreas de cultivo com 2,00 apresentam maior risco ao produtor, haja visto os indicadores de VPL e RB/C apresentarem valores em relação ao horizonte de planejamento e a TIR apresentar-se negativa.

Vale ressaltar ainda que os resultados apresentados na menor lâmina aplicada, L1, para a área de 2,0 ha, constata a menor viabilidade diante das demais, com VPL negativo e relação RB/C menor que 1.

Tabela 9 – Indicadores financeiros: RB/C, VPL, TIR e PB para o cultivo de algodão em 10,0 ha, em função das lâminas de irrigação, com obtenção de financiamento, Pentecoste – CE, 2023

	Indicadores			
	VPL (R\$)	RB/C	TIR %	PB anos
L1	176.861,67	1,214	11,25	8,06
L2	216.933,88	1,256	16,68	6,32
L3	228.753,31	1,265	18,26	5,92
L4	255.280,49	1,289	21,75	5,11
L5	245.669,46	1,274	20,49	5,38

Fonte: Elaborada pelo autor.

De acordo com os valores expressos na Tabela 9, para o cultivo em 10,00 ha, todos os tratamentos se mostraram economicamente viáveis em termos financeiros. Observam-se valores de VPL positivo, taxas de retorno (TIR) e relação benefício custo (RB/C) atrativas, sendo que todos esses indicadores apontam resultados crescentes da lâmina L1 à L4, sendo que em L5 observa-se uma piora dos indicadores em relação a L4. E, quando se analisa a área de 10,0 ha, seus índices apontam-na como mais promissora ao empreendedor que a área de cultivo de 2,0 ha.

No que se refere ao período PB, o maior encontrado foi para a lâmina L1, de 8,06 para o retorno do capital investido. Os melhores indicadores econômicos foram obtidos para o tratamento em que a irrigação foi equivalente a 100% da ETc, L4, na simulação para 10,0 ha, com VPL de R\$ 255.280,49; TIR de 21,75%; RB/C de 1,289; e PB de 5,11 anos.

Desse modo, pode-se perceber pelos resultados que o incremento nas lâminas aplicadas gerou um aumento na viabilidade do projeto até L4, principalmente verificando-se os principais indicadores de tomada de decisão que são o VPL e a RB/C.

Entretanto, mesmo em escalas menores, todos os tratamentos foram viáveis, o que pode se levar em consideração no momento da tomada de decisão, pois o volume de água utilizado na lâmina L1, equivalente a apenas 40% da ETc, ainda apresenta viabilidade.

#### ***4.3.2 Cálculo dos indicadores para diferentes taxas de descontos sob o investimento***

No sentido de se investigar mais um indicador para a tomada de decisão do projeto, foi realizada uma análise considerando-se uma variação nas taxas de desconto sob o capital de investimento, pois o capital investido pode ser mais atrativo para outras fontes de investimento, como, por exemplo, aplicação em uma poupança. (Tabelas 10 e 11).

Tabela 10 – Avaliação financeira da produção de algodão em função de lâminas de irrigação, para uma área de 2,0 ha, Pentecoste – CE, 2023

Indicadores			
-------------	--	--	--

		3% a.a.	6% a.a.	9% a.a.	12% a.a.
L1	VPL	-5.209,45	-3.909,36	-2.957,32	-2.254,16
	RB/C	0,986	0,987	0,987	0,987
L2	VPL	7.417,13	5.566,08	4.210,59	3.209,43
	RB/C	1,019	1,019	1,019	1,019
L3	VPL	11.141,38	8.360,89	6.324,79	4.820,93
	RB/C	1,028	1,028	1,028	1,028
L4	VPL	19.499,98	14.633,48	11.069,84	8.437,74
	RB/C	1,048	1,048	1,048	1,048
L5	VPL	16.471,59	12.360,87	9.350,67	7.127,34
	RB/C	1,040	1,040	1,040	1,040

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 11 – Avaliação financeira da produção de algodão em função de lâminas de irrigação, para uma área de 10,0 ha, Pentecoste – CE, 2023

		Indicadores			
		3% a.a.	6% a.a.	9% a.a.	12% a.a.
L1	VPL	278.641,76	209.102,78	158.180,69	120.569,71
	RB/C	1,214	1,214	1,214	1,214
L2	VPL	341.774,67	256.479,98	194.020,29	147.887,65
	RB/C	1,256	1,256	1,256	1,256
L3	VPL	360.395,92	270.454,03	204.591,29	155.945,15
	RB/C	1,265	1,265	1,265	1,265
L4	VPL	402.188,92	301.817,00	228.316,54	174.029,20
	RB/C	1,289	1,289	1,289	1,289
L5	VPL	387.046,95	290.453,92	219.720,67	167.477,19
	RB/C	1,274	1,274	1,274	1,274

Fonte: Elaborada pelo autor.

De acordo com os resultados apresentados nas Tabelas 10 e 11, pode-se verificar que o capital aplicado na atividade de produção de algodão em 2,0 ha, nas diferentes condições de cultivo, apresentou baixa viabilidade financeira quando os fluxos foram atualizados para as taxas de desconto de 3,00% a 12,00% a.a.

O melhor indicador para essa análise foi observado com a taxa de desconto de 3,00% a.a. A RB/C mostrou-se menor que um para a lâmina L1, sendo maior que um para os demais tratamentos em todas as taxas aplicadas, com destaque para a lâmina L4.

Vale ressaltar que os melhores indicadores foram obtidos com a área de cultivo em 10,00 ha, sendo todos os tratamentos apresentados valores atrativos de VPL, seguindo a tendência da RB/C, com o melhor indicador para a lâmina L4. Esse resultado aponta alta viabilidade financeira para o investidor, tendo em vista este valor indicar que o capital investido está sendo recuperado, pagando os custos operacionais e remunerando o capital a custo de oportunidade de até 12,00% a.a.

Lima e Campos (2014), analisando a viabilidade financeira do tomate convencional e orgânico na região da serra da Ibiapaba, Ceará, percebem, no cenário principal, que existe viabilidade financeira da tomaticultura orgânica para todas as taxas de desconto inseridas neste

estudo (6%, 8%, 10%, 12% e 14%), segundo a métrica de VPL. Quanto à TIR, o cultivo do tomate orgânico e do convencional obtém rentabilidade satisfatória, pois suas taxas são maiores do que a taxa mínima de atratividade utilizada, que é de 6% ao ano. Quanto ao indicador de relação benefício/custo, a produção de tomate orgânico e convencional foi viável, o que significa que os benefícios ultrapassam os custos de produção. Em todos os métodos matemáticos de análise, o sistema de cultivo do tomate tradicional possui, além de uma viabilidade financeira relevante, uma rentabilidade líquida maior e uma rentabilidade expressivamente superior ao sistema de cultivo do tomate orgânico.

#### 4.3.3 Análise de sensibilidade sob a variação nas receitas e nos custos

No sentido de se verificar o comportamento dos indicadores de rentabilidade para possíveis variações nas receitas e nos custos operacionais em decorrência dos preços existentes no mercado e possíveis variações em algodão em caroço, realizou-se uma análise de sensibilidade. (Tabelas 12 e 13).

Tabela 12 – Análise de sensibilidade: (RB/C) e (VPL), para 2,00 ha em função das lâminas de irrigação aplicadas na cultura do algodão com variação nas receitas e nos custos, Pentecoste – CE, 2023

		R-5% CN	RN e C+5%	R-10% e CN	RN e C+10%	RN e C+20%	R-10% e C+10%
L1	VPL	-15.409,61	-15.574,94	-27.512,64	-27.843,30	-52.380,02	-52.049,36
	RB/C	0,937	0,939	0,887	0,896	0,822	0,807
L2	VPL	-8.007,54	-7.772,15	-20.722,94	-20.252,16	-45.212,18	-45.682,96
	RB/C	0,968	0,970	0,917	0,926	0,849	0,833
L3	VPL	-5.929,05	-5.575,46	-18.929,85	-18.222,68	-43.517,10	-44.224,28
	RB/C	0,976	0,979	0,925	0,934	0,857	0,841
L4	VPL	-1.079,23	-460,37	-14.535,64	-13.297,92	-38.973,03	-40210,75
	RB/C	0,996	0,998	0,943	0,953	0,874	0,858
L5	VPL	-3.038,81	-2.516,06	-16.532,60	-15.487,10	-41.429,18	-42474,678
	RB/C	0,988	0,991	0,936	0,946	0,867	0,851

\* Receitas e Custos normais (R e C); Receitas - 5% e Custos normais (R-5% e C); Receitas normais e Custos + 5% (RN e C+5%); Receitas - 10% e Custos normais (R-10% e C); Receitas normais e Custos + 10% (RN e C+10%); Receitas e Custos +20% (RN e C+20%); e Receitas -10% e Custos +10% (R-10% e C+10%).

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os resultados discriminados na Tabela 12 demonstram baixa viabilidade financeira do cultivo de algodão irrigado, o qual se apresenta como alternativa de alto risco para a agricultura nas escalas de pequenos produtores, haja vista o alto custo com investimentos. Todos os tratamentos nas condições de cultivo em 2,00 ha apresentaram resultados insatisfatórios do ponto de vista de análise de sensibilidade ao VPL e RB/C.

Tabela 13 – Análise de sensibilidade: (RB/C) e (VPL), para 10,00 ha em função das lâminas de irrigação aplicada na cultura do algodão com variação nas receitas e nos custos, Pentecoste – CE, 2023

		R-5% CN	RN e C+5%	R-10% e CN	RN e C+10%	RN e C+20%	R-10% e C+10%
L1	VPL	126.769,92	135.613,01	96.678,17	94.364,33	11.866,99	-5.819,17
	RB/C	1,153	1,156	1,092	1,103	1,012	0,993
L2	VPL	163.780,27	174.626,97	110.626,66	132.320,05	47.706,20	26.012,81
	RB/C	1,193	1,196	1,130	1,142	1,046	1,027
L3	VPL	174.172,72	185.610,38	119.592,12	142.467,46	56.181,60	33.306,27
	RB/C	1,201	1,204	1,138	1,150	1,054	1,035
L4	VPL	198.421,84	211.185,87	141.563,19	167.091,23	78.901,97	53.373,92
	RB/C	1,224	1,228	1,160	1,172	1,074	1,055
L5	VPL	188.623,93	200.907,40	131.578,39	156.145,33	66.621,21	42.054,26
	RB/C	1,211	1,213	1,147	1,158	1,062	1,042

\* Receitas e Custos normais (R e C); Receitas - 5% e Custos normais (R-5% e C); Receitas normais e Custos + 5% (RN e C+5%); Receitas - 10% e Custos normais (R-10% e C); Receitas normais e Custos + 10% (RN e C+10%); Receitas e Custos +20% (RN e C+20%) e Receitas -10% e Custos +10% (R-10% e C+10%).

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os resultados discriminados na Tabela 13 demonstram alta viabilidade financeira do cultivo de algodão irrigado. O tratamento associado à lâmina de irrigação L4, cultivado em 10,00 ha, apresentou os maiores índices de viabilidade. Para a mesma lâmina aplicada, ao critério de receitas normais -10%, e aumento em 10% nos custos, o projeto apresentou uma RB/C de 1,055 e uma VPL positiva (R\$ 53.373,92), apontando um projeto com alta estabilidade e baixo risco do ponto de vista financeiro de investimento.

Apesar dos bons indicadores de viabilidade, as possibilidades de variações nos preços de insumos e nos custos operacionais, podem alterar as receitas e tornar o projeto inviável financeiramente. Por outro lado, os preços dos produtos apresentam pouca variação no mercado, tendo em vista esse ser um produto não perecível e com alta demanda pela indústria têxtil.

Logo, percebe-se que o incremento nas lâminas de irrigação gera um aumento significativo nos indicadores VPL e RB/C. Valendo salientar que houve um crescimento de L1 até L4, de forma que a lâmina L5, correspondente a 120% da ETc, apresenta decréscimos de rendimento pelos indicadores em análise, fato ocorrido em função da redução de produtividade no referido tratamento. Apontando que o ponto ótimo de rendimento para a máxima produtividade da cultura é quando é aplicado 100% da lâmina requerida.

A viabilidade do presente projeto apresenta maior segurança ao investidor quando comparado a projetos com outras culturas. Almeida *et al.* (2017), analisando a viabilidade econômica da produção de caju, constataram resultados de VPL, TIR e RB/C favoráveis ao

produtor, apontando viabilidade já no sexto ano de produção, quando o fluxo de caixa apresenta saldo positivo.

Lyra *et al.* (2010), analisando a viabilidade econômica e o risco do cultivo de mamão em função de lâminas de irrigação e de doses de sulfato de amônio, constataram que a análise de sensibilidade realizada mostrou que a redução nos preços de comercialização do mamão elimina gradativamente a viabilidade de implementação dos diferentes sistemas de cultivo.

Pelos indicadores financeiros VPL, RB/C, TIR e *payback*, Sousa *et al.* (2019) apontam viabilidade no cultivo de sorgo irrigado no semiárido cearense para a produção de silagem, para as condições de financiamento, afirmando essa como uma cultura promissora para a região Nordeste. Porém, observa-se que, em ambos os projetos, com 2,0 e 10,0 ha, o cultivo de algodão irrigado apresenta menor risco ao investidor do ponto de vista de análise de sensibilidade para os referidos indicadores.

#### **4.4 Conclusões**

De acordo com os resultados obtidos pelos indicadores financeiros, a produção de algodão nas condições de cultivo em 2,00 ha aponta maiores riscos ao investidor. Entretanto, a utilização da lâmina aplicada equivalente a 100% da ET<sub>c</sub>, L4, na presença ou não de cobertura morta, no cultivo em 10 ha, mostrou-se como a condição mais viável economicamente quanto às análises de sensibilidade dos custos e das receitas.

Como estratégia para o crescimento da exploração do algodão nas condições de cultivo para a região Nordeste, faz-se necessário incentivar o acesso ao crédito de apoio ao agronegócio nas modalidades de investimento e de custeio, assim como a associação das técnicas de manejo, respeito a legislação e, principalmente, a conservação do solo e da água.

## REFERÊNCIAS

- ABRAPA – Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. Mapeamento e Quantificação da Cadeia Brasileira do Algodão Safra 2010/2011. *In*: ABRAPA. **A cadeia do algodão brasileiro: desafios e estratégias**. Brasília: Ed. ABRAPA, 2023.
- ALMEIDA, L. H. F. de.; CORDEIRO, S. A.; PEREIRA, R. S.; COUTO, L. C.; ACERDA, K. W. de S. Viabilidade econômica da produção de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Nativa**, v. 5, n. 1, p. 9-15, 2017.
- ALVES, W. W. de A.; OLIVEIRA, F. A.; AZEVEDO, C. A. V.; ALBUQUERQUE, J. H. Métodos de determinação e níveis de água disponível no solo: efeito sobre a cultura do algodoeiro herbáceo. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 4, p. 91-96, 2010.
- AZEVEDO, D. M. P. de.; BELTRÃO, N. E. de M.; LEÃO, A. B. **Circular Técnica 106 EMBRAPA: plantio do algodão irrigado**. Campina Grande: MAPA, 2007.
- BATISTA, C. H.; AQUINO, L. A.; SILVA, T. R.; SILVA, H. R. F. Crescimento e produtividade da cultura do algodão em resposta a aplicação de fósforo e métodos de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 4, n. 4, p. 197-206, 2010.
- BNB – Banco do Nordeste do Brasil. **FNE Rural**. Programa de Apoio ao Desenvolvimento Rural do Nordeste. online. s.d. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/fne-rural>. Acesso em: 06 ago. 2023.
- CORDÃO-SOBRINHO, F. P.; GUERRA, H. O. C.; ARAÚJO, W. P.; PEREIRA, J. R.; ZONTA, J. H.; BEZERRA, J. R. C. Fiber quality of upland cotton under different irrigation depths. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 11, p. 1057-1063, 2015.
- FRIZZONE, J. A.; BOTREL, T. A.; FREITAS, H. A. C. Análise comparativa dos custos de irrigação por pivô-central, em cultura de feijão, utilizando energia elétrica e óleo diesel. **Engenharia Rural**, v. 5, n. 1, p. 34-54, 1994.
- LIMA, K. K. P. S; CAMPOS, K. C. Viabilidade financeira do tomate convencional e orgânico na região da Serra da Ibiapaba, Ceará. **Sociais e Humanas**, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 26-39, 2014.
- LYRA, G. B.; PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M. de.; SOUSA, E. F. de.; LYRA, G. B. Viabilidade econômica e risco do cultivo de mamão em função da lâmina de irrigação e doses de sulfato de amônio. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 547-554, 2010.
- MARTIN, N. B; SERRA, R; OLIVEIRA, M. D. M.; ÂNGELO, J. A.; OKAWA, H. Sistema integrado de custos agropecuários – CUSTAGRI. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 7-28, 1998.
- MIRANDA, B. Método Quantitativo versus Método Qualitativo. **Investigação Educacional**. online. 2008. Disponível em: <https://adrodomus.blogspot.com/2008/06/mtodo-quantitativo-versus-mtodo.html>. Acesso em: 17 nov. 2022.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F. de.; OLIVEIRA, F. R. A. de.; FREIRE, A. G.; SOARES, L. C. da S. Produção do algodoeiro em função da salinidade e tratamento de sementes com regulador de crescimento. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 279-287, 2012.

PEIXOTO, H.; KHAN, A. S.; SILVA, L. M. R. Agroindústria: viabilidade econômica de implantação de agroindústria de polpa de frutas no estado do Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 29, n. 2, p. 175-193, 1998.

SOUSA, P. G. R.; VIANA, T. V. de A.; CARVALHO, C. M.; CAMPOS, K. C.; SILVA, SILVA, F. L.; AZEVEDO, B. M. Avaliação financeira do sorgo forrageiro no semiárido cearense. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 12, n. 4, p. 1465-1485, 2019.

VASCONCELOS, U. A. A.; CAVALCANTI, J. J. V.; FARIAS, F. J. C.; VASCONCELOS, W. S.; SANTOS, R. C. Diallel analysis in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) for water stress tolerance. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 18, p. 24-30, 2018.

ZONTA, J. H.; BRANDÃO, Z. N.; SOFIATTI, V.; BEZERRA, J. R. C.; MEDEIROS, J. C. Irrigation and nitrogen effects on seed cotton yield, water productivity and yield response factor in semi-arid environment. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 1, p. 118-126, 2016.

## 5 CONCLUSÃO GERAL

Quanto aos aspectos relativos à produtividade do algodoeiro, os experimentos deste trabalho apresentaram variação significativa em função das lâminas de irrigação, sendo esta decrescente a partir da lâmina 100,01% da ETc, apontando o manejo da irrigação como um fator de suma importância para a eficiência do uso da água e o sucesso do empreendimento. A adoção de irrigação deficitária reduziu a produtividade, entretanto, aumentou a eficiência do uso da água. A eficiência no uso da água nas variáveis de produtividade de algodão em caroço, em  $\text{kg.m}^{-3}$  e em  $\text{R}\$.m^{-3}$ , indicaram essa como uma cultura promissora para a região, associada às técnicas de cultivo adotadas no presente trabalho.

A cobertura morta com bagana de carnaúba proporcionou resultado significativo, apontando seu uso como uma estratégia importante para a conservação da umidade do solo e para a redução da evapotranspiração, as quais influenciam diretamente na produtividade. Houve interação entre os fatores, sendo a cultivar BRS 286 (CV2), no quarto nível de irrigação (L4), equivalente a 100% da ETc, com o quarto nível de bagana (NB), 6 cm de cobertura com bagana, a que resultou nos melhores resultados de produtividades. De acordo com os resultados obtidos pelos indicadores financeiros, a produção de algodão nas condições de cultivo em 2,00 ha, aponta maiores riscos ao investidor. Entretanto, a utilização da lâmina aplicada, equivalente a 100% da ETc, L4, na presença ou não de cobertura morta, na condição de cultivo em 10 ha, mostrou-se como a condição mais viável economicamente quanto às análises de sensibilidade dos custos e das receitas.

Por sua vez, as conclusões relativas às questões socioeconômicas apontam como resultados obtidos pelos indicadores financeiros que a produção de algodão nas condições de cultivo em 2,00 ha representa maiores riscos ao investidor. Entretanto, a utilização da lâmina aplicada equivalente a 100% da ETc, L4, na presença ou não de cobertura morta, no cultivo em 10 ha, mostrou-se como a condição mais viável economicamente quanto às análises de sensibilidade dos custos e das receitas.

Como estratégia para o crescimento da exploração do algodão nas condições de cultivo para a região Nordeste, faz-se necessário incentivar o acesso ao crédito de apoio ao agronegócio nas modalidades de investimento e de custeio, assim como a associação das técnicas de manejo, respeito a legislação e, principalmente, a conservação do solo e da água.

## REFERÊNCIAS

- ABRAPA – Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. Mapeamento e Quantificação da Cadeia Brasileira do Algodão Safra 2010/2011. *In*: ABRAPA. **A cadeia do algodão brasileiro: desafios e estratégias**. Brasília: Ed. ABRAPA, 2023.
- ALMEIDA, É. S. A. B. de; PEREIRA, J. R.; AZEVEDO, C. A. V. de.; ARAÚJO, W. P.; ZONTA, J. H.; CORDÃO, M. A. Algodoeiro herbáceo submetido a déficit hídrico: Produção. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos – PB, v. 13, n. 1, p. 22-28, 2017.
- ALMEIDA, L. H. F. de.; CORDEIRO, S. A.; PEREIRA, R. S.; COUTO, L. C.; ACERDA, K. W. de S. Viabilidade econômica da produção de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Nativa**, v. 5, n. 1, p. 9-15, 2017.
- ALVES, F. A. L.; CAVALCANTE, F. de S.; OLIVEIRA JÚNIOR, I. S.; FERRAZ, I.; SILVA, S. M. S. Competição de variedades de algodão herbáceo para cultivo no agreste pernambucano. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 24, n. 1, 2019. 8 p.
- ALVES, W. W. de A.; OLIVEIRA, F. A.; AZEVEDO, C. A. V.; ALBUQUERQUE, J. H. Métodos de determinação e níveis de água disponível no solo: efeito sobre a cultura do algodoeiro herbáceo. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 4, p. 91-96, 2010.
- AMOSSÉ, C.; JEUFFROY, M. H.; DAVID, C. Relay intercropping of legume cover crops in organic winter wheat: effects on performance and resource availability. **Field Crops Research**, v. 145, p. 78-87, 2013.
- ARAÚJO, L. F.; BERTINI, C. H. C. DE M; BLEICHER, E.; VIDAL NETO, F. C.; ALMEIDA, W. S. Características fenológicas, agrônomicas e tecnológicas da fibra em diferentes cultivares de algodoeiro herbáceo. **Agrária – Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 8, n. 3, p. 448-453, 2013.
- ASSAF NETO, Alexandre. **Finanças Corporativas e Valor**. São Paulo: Atlas, 2003.
- ASSEF, R. **Guia prático de administração financeira: pequenas e médias empresas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- AZEVEDO, D. M. P. de.; BELTRÃO, N. E. de M.; LEÃO, A. B. **Circular Técnica 106 EMBRAPA: plantio do algodão irrigado**. Campina Grande: MAPA, 2007.
- BALDO, R.; SCALON, S. de P. Q.; ROSA, Y. B. C. J.; MUSSURY, R. M.; BETONI, R.; BARRETO, W. dos S. Comportamento do algodoeiro cultivar Delta Opal sob estresse hídrico com e sem aplicação de bioestimulante. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, Edição Especial, p. 1804 -1812, 2009.
- BARROS, S.; NORILLER, R., SOUSA, A.; LOPES, A. Análise de investimento na produção de milho e soja de 2015/2016, viabilidade econômica no município de Dourados – MS. **Contaduría Universidad de Antioquia**, Medellín, v. 70, p. 213-235, 2017.

BATISTA, C. H.; AQUINO, L. A.; SILVA, T. R.; SILVA, H. R. F. Crescimento e produtividade da cultura do algodão em resposta a aplicação de fósforo e métodos de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 4, n. 4, p. 197-206, 2010.

BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. Contribuição do melhoramento ao cultivado algodão. *In.*: BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de. (org.). **O agronegócio do algodão no Brasil**. v. 1. Brasília – DF: Embrapa Algodão, 2008. p.271-279.

BELTRÃO, N. E. M.; CARVALHO, L. P. de. **Algodão colorido no Brasil, e em particular no Nordeste e no Estado da Paraíba**. Documentos, n. 128. Campina Grande: Embrapa Algodão. 2004. 17p.

BEZERRA, B. B. **Proteínas expressas durante a ontogenia do botão floral de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**. 2019. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa, 2019.

BEZERRA, J. R. C.; ZONTA, J. H.; RODRIGUES, J. P. Manejo da irrigação. *In.*: BOREM, A.; FREIRE, E. C. (org.). **Algodão: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2014. p. 271-294.

BHARGAVA, S.; SAWANT, K. Drought stress adaptation: metabolic adjustment and regulation of gene expression. **Plant Breeding**, v. 132, n. 1, p. 21-32, 2013.

BNB – Banco do Nordeste do Brasil. **FNE Rural**. Programa de Apoio ao Desenvolvimento Rural do Nordeste. online. s.d. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/fne-rural>. Acesso em: 06 ago. 2023.

BRAZ, G. B. P.; OLIVEIRA, J. R. R. S.; CONSTANTIN, J.; RAIMONDI, M. A.; FRANCHINI, L. H. M.; BIFFE, D. F.; ARANTES, J. G. Z.; TAKANO, H. K. Seletividade de amonio-glufosinate isolado e em mistura com pyriithiobac-sodium em algodoeiro transgênico LL<sup>®1</sup> D. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 853-860, 2012.

BRIGHAM, E. F.; GAPENSKI, L. C.; EHRHARDT, M. C. **Administração financeira: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2001. 1113 p.

BRITO, G. G.; SOFIATTI, V.; LIMA, M. M. A.; CARVALHO, L. P.; SILVA FILHO, J. L. Physiological traits for drought phenotyping in cotton. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 117-125, 2011.

BRUNELLI, G. M. **Simulação do custo de produção de laranja no Estado de São Paulo**. 1990. 99 fl. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos: uma apresentação didática**. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 266 p.

CABRAL, R. C. **Evapotranspiração de referência de Hargreaves (1974) corrigida pelo método Penman-Monteith/FAO (1991) para o estado do Ceará**. 2000. 83 f. Dissertação

(Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE, 2000.

CAMPIGLIA, E.; MANCINELLI, R.; RADICETTI, E.; CAPORALI, F. Effect of cover crops and mulches on weed control and nitrogen fertilization in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Crop Protection**, v. 29, n. 4, p. 354-363, 2010.

CARDOSO, G. D.; ALVES, P. L. da C. A.; BELTRÃO, N. E. de M.; VALE, L. S. Períodos de interferência das plantas daninhas em algodoeiro de fibra colorida ‘BRS Safira’. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 456-462, 2010.

CARVALHO, D. F.; OLIVEIRA NETO, D. H.; RIBEIRO, R. de L. D.; GUERRA, J. G. M.; ROUWS, J. R. C. Manejo da irrigação associada a coberturas mortas vegetais no cultivo orgânico da beterraba. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 269-277, 2011.

CARVALHO, L. P.; COSTA, J. N.; SANTOS, J. W.; ANDRADE, F. P. de. Adaptabilidade e estabilidade em cultivares de algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 207-213, 1995.

CAVALCANTE, F. Análise de projetos de investimento. **Up-To-Date**, São Paulo, v. 1, n. 9, 1998. 20 p.

CHAVES, M. M.; COSTA, J. M.; ZARROUK, O.; PINHEIRO, C.; LOPES, C. M.; PEREIRA, J. S. Controlling stomatal aperture in Semi-Arid regions - The dilemma of saving water or being cool?. **Plant Sci.**, v. 251, p. 54-64, 2016.

CONTADOR, C. R. **Avaliação social de projetos**. São Paulo: Atlas, 1988. 316 p.

CORDÃO, M. A.; ARAÚJO, W. P.; PEREIRA, J. R.; ZONTA, J. H.; LIMA, R. F.; FERREIRA, F. N. Cultivares de algodoeiro herbáceo sob déficit hídrico aplicado em fases fenológicas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal – PB, v. 13, n. 3, p. 313-321, 2018.

CORDÃO-SOBRINHO, F. P.; GUERRA, H. O. C.; ARAÚJO, W. P.; PEREIRA, J. R.; ZONTA, J. H.; BEZERRA, J. R. C. Fiber quality of upland cotton under different irrigation depths. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 11, p. 1057-1063, 2015.

COSTA, M. M. L.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R.; PINHEIRO, F. W. A.; DIAS, A. S.; SOARES, L. A. dos A. Saline-sodic soil and organic matter addition in the cultivation of the colored cotton ‘BRS Topázio’. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 2, p. 701-713, 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445745368013>. Acesso em: 14 jun. 2023.

DALBEM, M. C.; BRANDÃO, L.; MACEDO-SOARES, T. D. L. van A. de. Avaliação econômica de projetos de transporte: melhores práticas e recomendações para o Brasil. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 1, p. 87-117, 2010.

DANIEL, D. F.; QUEIROZ, T. M. de.; DALLACORT, R.; BARBIERI, J. D. Aptidão Agroclimática para a Cultura do Algodão em Três Municípios do Estado de Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 36, n. 2, p. 257-270, 2021.

DANTAS, A. C. A.; BARROSO, P. A. V.; HOFFMANN, L. V.; ALVES, M. F.; ANDRADE, F. P. SSR markers to detect gene flow from upland to mocó cotton. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 163-169, 2012.

DIEL, F. J.; DIEL, E. H.; SCHULZ, S. J.; CHIARELLO, T. C.; SILVA, T. P. Análise da eficiência econômico-financeira das empresas pertencentes ao agronegócio brasileiro. **CONTEXTUS Revista Contemporânea de Economia e Gestão**. v. 12, n. 2, p. 116-133, 2014.

DU, T.; KANG, S.; SUN, J.; ZHANG, X.; ZHANG, J. An improved water use efficiency of cereals under temporal and spatial deficit irrigation in north China. **Agricultural Water Management**, v. 97, n. 1, p. 66-74, 2010.

DUARTE JÚNIOR, J. B. ; COELHO, F. C.; PONCIANO, N. J. Avaliação econômica do milho e feijão em sistema de semeadura direta e convencional em Campos dos Goytacazes – RJ. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 7, p. 75-89, 2008.

ECHER, F. R.; CUSTÓDIO, C. C.; HOSSOMI, S. T.; DOMINATO, J. C.; MACHADO NETO, N. B. Estresse hídrico induzido por manitol em cultivares de algodão. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 638-645, 2010.

EFFERSON, J. N. **Principles of farm management**. New York: McGraw-Hill, 1953. 431 p.

FAGERIA, N. K.; STONE, C. F. Produtividade de feijão no sistema plantio direto com aplicação de zinco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p.73-78, 2004.

FENERICH, M. G. **Análise de viabilidade econômica do algodão no estado do Mato Grosso**. 2019. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) – Escola de Economia de São Paulo, da Fundação Getúlio Vargas – EESP – FGV, São Paulo, 2019.

FENG, L.; DAI, J.; TIAN, L.; ZHANG, H.; LI, W.; DONG, H. Review of the technology for high-yielding and efficient cotton cultivation in the northwest inland cotton-growing region of China. **Field Crops Research**, v. 208, p. 18-26, 2017.

FERRARI, E.; PAZ, A.; SILVA, A. C. Déficit hídrico no metabolismo da soja em semeaduras antecipadas no Mato Grosso. **Nativa**, v. 3, n. 1, p. 67-77, 2015.

FERREIRA, N. M.; MESQUITA, E. F de.; SA, F. V. da S.; BERTINO, A. M. P.; PAIVA, E. P. de.; FARIAS, S. A. R. Crescimento e produção da mamoneira BRS Paraguaçu sob irrigação, cobertura do solo e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 9, p. 857-864, 2015.

FIETZ, C. R.; COMUNELLO, E.; LAMAS, F. M. **Circular técnica 16: análise da época de semeadura do algodoeiro em Mato Grosso com base na precipitação provável**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2009. 5 p.

FREIRE, E. C. **Algodão no Cerrado do Brasil**. Brasília, DF: Gráfica e Editora Positiva, 2015. 956 p.

FREIRE, J. L. de O.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J.; SOUTO, A. G. de L. Necessidade hídrica do maracujazeiro amarelo cultivado sob estresse salino, biofertilização e cobertura do solo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 1, p. 82-91, 2011.

FREIRE, J. L. de O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. de. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 82-91, 2014.

FRIZZONE, J. A. **Planejamento da irrigação**: uma abordagem às decisões de investimento. Piracicaba: ESALQ/Depto. Engenharia Rural, 1999. 110 p.

FRIZZONE, J. A.; BOTREL, T. A.; FREITAS, H. A. C. Análise comparativa dos custos de irrigação por pivô-central, em cultura de feijão, utilizando energia elétrica e óleo diesel. **Engenharia Rural**, v. 5, n. 1, p. 34-54, 1994.

FURLANETO, F. de P. B.; MARTINS, A. N.; ESPERANCINI, M. S. T.; VIDAL, A. de A.; OKAMOTO, F. Custo de produção do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. esp., p. 441-446, 2011.

GEERTS, S.; RAES, D. Deficit irrigation as a non-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. **Agricultural Water Management**, v. 96, n. 9, p. 1275-1284, 2009.

GILIO, T. A. S.; ARAÚJO, D. V. de.; KRAUSE, W.; ROSA, H. H. R.; ASCARI, J. P. Genetic divergence among cotton genotypes grown in the main season and off season. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 2, p. 377-390, 2017.

GITMAN, L. J.; MADURA, J. **Administração financeira**: uma abordagem gerencial. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010.

GITMAN, L. J.; MADURA, J. **Administração financeira**: uma abordagem gerencial. São Paulo: Addison Wesley, 2003. 676 p.

GONÇALVES, M. P. M.; SILVA, M. I. O.; GRUGIK, M. A.; FELICIANO, A. L. P.; SILVA, L. B. Substratos alternativos na produção de mudas de *Harpalyce brasiliensis* BENTH. **Oecologia Australis**, v. 23, n. 3, p. 464-472, 2019.

GUANG, C.; XIUGUI, W.; YU, L.; WENBING, L. Effect of water logging stress on cotton leaf area index and yield. **Procedia Engineering**, v. 28, p. 202-209, 2012.

HOFFMANN, R.; ENGLER, J. J. de C.; SERRANO, O.; THAME, A. C. de M.; NEVES, E. M. **Administração da empresa agrícola**. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1981. 325 p.

HORNGREN, C. T.; FOSTER, G.; DATAR, S. M. **Contabilidade de Custos**. 11 ed. v. 1 e 2. São Paulo: Pearson-Prentice Hall, 2004.

IAP – Instituto Agrônomo de Pernambuco. **Recomendação de adubação para o estado de Pernambuco: 2ª aproximação.** Comissão estadual de fertilidade do solo. Recife: IPA, 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agropecuária.** Ranking - Agricultura - Valor da produção (2022). online. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/>. Acesso em: 07 mar. 2023.

JETTER, R.; KUNST L. Plant surface lipid biosynthetic pathways and their utility for metabolic engineering of waxes and hydrocarbon biofuels. **The Plant Journal**, v. 54, n. 4, p. 670-683, 2008.

JIMÉNEZ, S.; DRIDI, J.; GUTIÉRREZ, D.; MORET, D.; IRIGOYEN, J. J.; MORENO, M. A.; GOGORCENA, Y. Physiological, biochemical and molecular responses in four *Prunus* rootstocks submitted to drought stress. **Tree Physiology**, Oxford, v. 33, p. 1061-1075, 2013.

KAZAMA, E. H.; FERREIRA, F. M.; SILVA, A. R. B.; FIORESE, D. A. Influência do sistema de colheita nas características da fibra do algodão. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 5, p. 631- 638, 2016.

KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle Irrigation Design Parameters. **Transactions of American Society of Agricultural Engineers**, Michigan, v. 17, n. 4, p. 678-684, 1974.

KLOCKE, N. L.; CURRIE, R. S.; STONE, L. R.; BOLTON, D. A. Planning for deficit irrigation. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 26, n. 3, p. 405-412, 2010.

KOETZ, M. **Maracujazeiro-amarelo: cultivo protegido e natural, irrigação e adubação potássica.** 2006. 130 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências e Tecnologias da Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, 2006.

LAMAOU, M.; JEMO, M.; DATLA, R.; BEKKAOU, F. Heat and drought stresses in crops and approaches for their mitigation. **Front. Chem.** v. 6, n. 26, p. 1-14, 2018.

LIMA, F. F. **Gestão de risco em propriedades com sistemas de produção de algodão, soja e milho em Mato Grosso, Brasil.** 2018. 92 fl. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

LIMA, K. K. P. S.; CAMPOS, K. C. Viabilidade financeira do tomate convencional e orgânico na região da Serra da Ibiapaba, Ceará. **Sociais e Humanas**, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 26-39, 2014.

LIMA, R. F.; ARAÚJO, W. P.; PEREIRA, J. R.; CORDÃO, M. A.; FERREIRA, F. N.; ZONTA, J. H. Fibras de algodoeiro herbáceo sob déficit hídrico. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Patos – PB, v. 13, n. 4, p. 251-257, 2018.

LIMA JUNIOR, J. A.; PEREIRA, G. M.; GEISENHOFF, L. O.; COSTA, G. G.; REIS R. P.; OLIVEIRA, L. F. C. Avaliação econômica da produção de alface americana em função de lâmina de irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 2, p. 392-398, 2011.

LYRA, G. B.; PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M. de.; SOUSA, E. F. de.; LYRA, G. B. Viabilidade econômica e risco do cultivo de mamão em função da lâmina de irrigação e doses

- de sulfato de amônio. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 547-554, 2010.
- MAIA, G. B. da S.; ROITMAN, F. B.; GONÇALVES, F. C. e S.; CONTI, B. M. Seguros agrícolas: experiências internacionais e reflexões para o caso brasileiro. **Revista do Banco Nacional de Desenvolvimento**, Brasília, n. 34, p. 53-100, 2010.
- MANIÇOBA, R. M. **Manejo da irrigação em cultivares de algodoeiro herbáceo no semiárido brasileiro**. 2019. 140 p. Tese (Doutorado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2019.
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3. ed. atual. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2009. 355p.
- MARTIN, N. B; SERRA, R; OLIVEIRA, M. D. M.; ÂNGELO, J. A.; OKAWA, H. Sistema integrado de custos agropecuários – CUSTAGRI. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 7-28, 1998.
- MARTINELLI, L. A.; NAYLOR, R.; VITOUSEK, P. M.; MOUTINHO, P. Agriculture in Brazil: impacts, costs, and opportunities for a sustainable future. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 2, n. 5/6, p. 431-438, 2010.
- MIRANDA, B. Método Quantitativo versus Método Qualitativo. **Investigação Educacional**. online. 2008. Disponível em: <https://adrodomus.blogspot.com/2008/06/mtodo-quantitativo-versus-mtodo.html>. Acesso em: 17 nov. 2022.
- MOKATE, K. M.; RODRIGUEZ, R. C. **A avaliação financeira de projetos de inversão**. Bogotá: Universidad de Los Andes, 1987. 112 p.
- MONTANHA, G. K.; GUERRA, S. P. S.; SANCHEZ, P. A.; CAMPOS, F. H.; LANÇAS, K. P. Consumo de combustível de um trator agrícola no preparo do solo para a cultura do algodão irrigado em função da pressão de inflação nos pneus. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 26, n. 1, p.39-51, 2011.
- MORELLO, C. de L.; PEDROSA, M. B.; SUASSUNA, N. D.; LAMAS, F. M.; CHITARRA, L. G.; SILVA FILHO, J. L.; ANDRADE, F. P.; BARROSO, P. A. V.; RIBEIRO, J. L.; GODINHO, V. de P. C.; LANZA, M. A. BRS 336: A high-quality fiber upland cotton cultivar for Brazilian savanna and semiarid conditions. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 12. p. 92-95, 2012.
- MOTTA, R. R.; CALOBA, G. M. **Análise de Investimentos**. São Paulo: Atlas, 2002.
- NACHIMUTHU, V. V.; PANDIAN, B. A.; ROBIN, S. Role of reactive oxygen species in water-deficit stress response. *In*: KHAN, M. I. R.; KHAN, N. A. (org.). **Reactive oxygen species and antioxidant systems in plants: role and regulation under abiotic stress**. Singapore: Springer, 2017. p. 283-295.
- NASCIMENTO, C. R.; RODRIGUES, A. C.; ARRUDA, F. P.; SOUSA, R. S.; NUNES, L. A. P. L. Efeito da bagana de carnaúba nos atributos microbiológicos, umidade e temperatura do solo. **Científica**, Dracena, SP, v. 49, n. 4, p. 174-182, 2021.

NORONHA, J. F.; DUARTE, L. Avaliação de projetos de investimentos na empresa agropecuária. *In: AIDAR, A. C. K. Administração Rural*. São Paulo: Pauliceia, 1995.

NUNES, U. R.; ANDRADE JR.; SILVA, D. E. B.; SANTOS, N. S.; COSTA, H. A. O.; FERREIRA, C. A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 41, n. 6, p. 943-948. 2006.

ODHIAMBO, L. O.; IRMAK, S. Evaluation of the impact of surface cover on single and dual crop coefficient for estimating soybean actual evaporation. *Agricultural Water Management*, v. 104, p. 221-234, 2012.

OLIVEIRA, C. A. P. de; SOUZA, C. M. de. Influência da cobertura morta na umidade, incidência de plantas daninhas e de broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*) em um pomar de bananeiras (*musa spp.*). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 345-347, 2003.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F. de; OLIVEIRA, F. R. A. de; FREIRE, A. G.; SOARES, L. C. da S. Produção do algodoeiro em função da salinidade e tratamento de sementes com regulador de crescimento. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 279-287, 2012.

OSAKI, M. **Gestão financeira e econômica da propriedade rural com multiproduto**. [s.l.]. Universidade Federal de São Carlos, 2012.

PEIXOTO, H.; KHAN, A. S.; SILVA, L. M. R. Agroindústria: viabilidade econômica de implantação de agroindústria de polpa de frutas no estado do Ceará. *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, v. 29, n. 2, p. 175-193, 1998.

PEREIRA, L. S.; CORDERY, I.; IACOVIDES, I. Improved indicators of water use performance and productivity for sustainable water conservation and saving. *Agricultural Water Management*, v. 108, p. 39-51, 2012.

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*, Jaboticabal, v. 30, n. 5, p. 875-886, 2010.

RASOTO, A.; GNOATTO, A. A.; OLIVEIRA, A. G. de; ROSA, C. F. da; ISHIKAWA, G.; CARVALHO, H. A. de; LIMA, I. A. de; LIMA, J. D. de; TRENTIN, M. G.; RASOTO, V. I. **Gestão Financeira: enfoque em inovação**. v. 6. 1. ed. série UTFInova. Curitiba: Aymar, 2012. 140 p.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J. F. **Financial management: corporate finance**. São Paulo: Atlas, 2007. 776 p.

SALES, M. L. de S. **Avaliação financeira e econômica das ações de captação, acumulação e suprimento de água no estado do Ceará**. 2016. 107 f. Dissertação (Mestrado) –

Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Economia Agrícola, Curso de Pós-Graduação em Economia Rural, Fortaleza – CE, 2016.

SALMERÓN, M.; ISLA, R.; CAVERO, J. Effect of winter cover crop species and planting methods on maize yield and N availability under irrigated Mediterranean conditions. **Field Crops Research**, v. 123, n. 2, p. 89-99, 2011.

SARAIVA, K. R.; VIANA, T. V. A.; COSTA, S. C.; BEZERRA, F. M. L.; CARVALHO, C. M.; GOMES FILHO, R. R. Interactive Effect of Soil Mulching and ISAREG Model Based Irrigation on Watermelon Production. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 24, n. 5, p. 1-13, 2018.

SEVERINO, L. S.; RODRIGUES, S. M. M.; CHITARRA, L. G.; LIMA FILHO, J.; CONTINI, E.; MOTA, M.; MARRA, R.; ARAÚJO, A. **Produto: Algodão**. Parte 01: Caracterização e Desafios Tecnológicos. Série Desafios do Agronegócio Brasileiro (NT3). Campina Grande: Embrapa Algodão, 2019. 29 p.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

SILVA, F. L.; CAMPOS, A. O.; SANTOS, D. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, S. D.; PADILHA, C. E. A.; SOUSA JUNIOR, F. C.; MACEDO, G. R.; SANTOS, E. S. Pretreatments of Carnauba (*Copernicia prunifera*) straw residue for production of cellulolytic enzymes by *Trichoderma reesei* CCT-2768 by solid state fermentation. **Renewable Energy**, v. 116, n. 2, p. 299-308, 2018.

SILVA, I. P. F.; JUNIOR, J. F. S.; ARALDI, R.; TANAKA, A. A.; GIROTTO, M.; BOSQUÊ, G. G.; LIMA, F. C. C. Estudos das fases fenológicas do algodão (*Gossypium hirsutum* L.). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça – SP, v. 10, n. 20, p. 1-10, 2011.

SILVA, J. N. da.; PONCIANO, N. J.; SOUZA, C. L. M. de; SOUZA, P. M. Viabilidade econômica do tomate em sistema convencional e protegido por telas de sombreamento. **Custos e @gronegociosonline**, v. 15, n. 3, p. 297-313, 2019.

SINGH, A.; PANDA, S. N. Development and application of an optimization model for the maximization of net agricultural return. **Agricultural Water Management**, v. 115, p. 267-275, 2012.

SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. A.; DIAS, C. N.; SILVA, G. L.; e AZEVEDO, B. M. Lâminas de irrigação para cultura do gergelim com biofertilizante bovino. **Magistra**, Cruz das Almas – BA, v. 26, n. 3, p. 343-352, 2014.

SOUSA, P. G. R.; VIANA, T. V. de A.; CARVALHO, C. M.; CAMPOS, K. C.; SILVA, F. L.; AZEVEDO, B. M. Desempenho produtivo do sorgo forrageiro em função de lâminas de irrigação e cobertura do solo. **Irriga, Edição Especial – Nordeste**, Botucatu, v. 1, n. 1, p. 129-143, 2021.

SOUSA, P. G. R.; VIANA, T. V. de A.; CARVALHO, C. M.; CAMPOS, K. C.; SILVA, F. L.; AZEVEDO, B. M. Avaliação financeira do sorgo forrageiro no semiárido cearense. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 12, n. 4, p. 1465-1485, 2019.

SOUZA, C. R. de; SOARES, Â. M.; REGINA, M. de A. Trocas gasosas de mudas de videira, obtidas por dois porta-enxertos, submetidas à deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 10, p. 1221-1230, 2001.

SOUZA, C. S. **Variação de temperatura e umidade e suas influências nas características físicas e mecânicas dos fios de algodão**. 2011. 107 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Materiais; Projetos Mecânicos; Termociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

SOUZA, E. R. de.; MONTENEGRO, A. A. de A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Variabilidade espacial da umidade do solo em Neossolo Flúvico. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 2, p. 177-187, 2008.

SOUZA, L. P.; FATIMA, R. T.; LACERDA, C. N.; SOARES, L. A. A.; SILVA, A. A. R.; VELOSO, L. L. S. A. Cultivo de algodoeiro de fibra colorida ‘BRS Jady’ com águas salinas e adubação orgânica. **Revista Verde**, Pombal – PB, v. 16, n. 4, p. 394-400, 2021.

SOUZA, L. de P.; LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SOARES, L. A. A. Emergence, growth, and production of colored cotton subjected to salt stress and organic fertilization. **Rev. Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 3, p. 719-729, 2018.

SOUZA, T. M. A. de.; SOUZA, T. A.; SOUTO, L. S.; SA, F. V. da S.; PAIVA, E. P. de.; MESQUITA, E. F. de. Água disponível e cobertura do solo sob o crescimento inicial do feijão-caupi cv. BRS pujante. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 10, n. 3, p. 598-604, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TAKITANE, I. C. **Custo de produção da borracha e análise de rentabilidade em condições de risco no Planalto Paulista, SP e no Triângulo Mineiro, MG**. 1988. 119 fl. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

TEODORO, R. B.; OLIVEIRA, F. L. de; SILVA, D. M. N. da; FÁVERO, C.; QUARESMA, M. A. L. Leguminosas herbáceas perenes para utilização como coberturas permanentes de solo na Caatinga Mineira. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 292-300, 2011.

VAN DONK, S. J.; MARTIN, D. L.; IRMAK, S.; MELVIN, S. R.; PETERSEN, J. L.; DAVISON, D. R. Crop residue cover effects on evaporation, soil water content, and yield of deficit-irrigated corn in west-central Nebraska. **Transactions of the ASABE**, v. 56, n. 6, p. 1787-1797, 2010.

VASCONCELOS, U. A. A.; CAVALCANTI, J. J. V.; FARIAS, F. J. C.; VASCONCELOS, W. S.; SANTOS, R. C. Diallel analysis in cotton (*Gossypium hirsutum L.*) for water stress tolerance. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 18, p. 24-30, 2018.

WEN, Y.; ROWLAND, D. L.; PICCINNI, G.; COTHREN, J. T.; LESKOVAR, D. I.; KEMANIAN, A. R.; WOODARD, J. D. Lint yield, lint quality, and economic returns of cotton production under traditional and regulated deficit irrigation schemes in southwest Texas. **The Journal of Cotton Science**, v. 17, n. 1, p. 10–22 2013.

YANG, C. J.; LUO, Y.; SUN, L.; WU, N. Effect of deficit irrigation on the growth, water use characteristics and yield of cotton in arid Northwest China. **Pedosphere**, v. 25, n. 6, p. 910-924, 2015.

ZANDALINAS, S. I.; SALES, C.; BELTRÁN, J.; GÓMEZ-CADENAS, A.; ANDARBONA, V. Activation of secondary metabolism in citrus plants is associated to 34 sensitivity to combined drought and high temperatures. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1-17, 2017.

ZHANG, S.; SADRAS, V.; CHEN, X.; ZHANG, F. Water use efficiency of dryland maize in the Loess Plateau of China in response to crop management. **Field Crops Research**, v. 163, p. 55-63, 2014.

ZONTA, J. H.; BEZERRA, J. R. C.; PEREIRA, J. R.; SOFIATTI, V. **Circular Técnica 139 EMBRAPA: manejo da irrigação do algodoeiro**. Campina Grande: MAPA, 2016.

ZONTA, J. H.; BEZERRA, J. R. C.; SOFIATTI, V.; FARIAS, F. J. C.; CARVALHO, L. P. de. Efeito da irrigação no rendimento e qualidade de fibras em cultivares de algodoeiro herbáceo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 4, p. 43-52, 2015.

ZONTA, J. H.; BRANDÃO, Z. N.; RODRIGUES, J. I. da S.; SOFIATTI, V. Resposta do algodoeiro ao déficit hídrico em diferentes fases de crescimento. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 4, p. 980-990, 2017.

ZONTA, J. H.; BRANDÃO, Z. N.; SOFIATTI, V.; BEZERRA, J. R. C.; MEDEIROS, J. C. Irrigation and nitrogen effects on seed cotton yield, water productivity and yield response factor in semi-arid environment. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 1, p. 118-126, 2016.

ZWIRTES, A. L.; CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; KUNZ, J.; REIMANN, G. K. Desempenho produtivo e retorno econômico da cultura do sorgo submetida a irrigação deficitária. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 676-688, 2015.

**APÊNDICE A – FLUXO DE CAIXA (COM FINANCIAMENTO) DE UM PROJETO DE INVESTIMENTO PARA O CULTIVO DE DOIS HECTARE DE ALGODÃO COM A LÂMINA (L1) PARA UM HORIZONTE DEZ ANOS DE PLANEJAMENTO**

<b>ESPECIFICAÇÃO</b>	<b>Ano 0</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>	<b>Ano 6</b>	<b>Ano 7</b>	<b>Ano 8</b>	<b>Ano 9</b>	<b>Ano 10</b>
<b>I - TOTAL DAS ENTRADAS</b>	<b>51.671,20</b>	<b>42.984,38</b>	<b>42.984,38</b>	<b>42.984,38</b>	<b>42.984,38</b>	<b>42.984,38</b>	<b>42.984,38</b>	<b>42.984,38</b>	<b>42.984,38</b>	<b>42.984,38</b>	<b>73.987,10</b>
<b>1. Receitas Operacionais</b>	0,00	25.335,31	25.335,31	25.335,31	25.335,31	25.335,31	25.335,31	25.335,31	25.335,31	25.335,31	25.335,31
<b>2. Crédito</b>	51.671,20	17.649,07	17.649,07	17.649,07	17.649,07	17.649,07	17.649,07	17.649,07	17.649,07	17.649,07	17.649,07
<b>2.1 Investimento</b>	51.671,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>2.2 Custeio</b>		17.649,07	17.649,07	17.649,07	17.649,07	17.649,07	17.649,07	17.649,07	17.649,07	17.649,07	17.649,07
<b>3. Desinvestimentos</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31.002,72
<b>II - TOTAL DAS SAÍDAS</b>	<b>51.671,20</b>	<b>40.698,19</b>	<b>40.698,19</b>	<b>42.288,19</b>	<b>48.079,79</b>	<b>64.004,77</b>	<b>48.519,74</b>	<b>46.354,71</b>	<b>45.779,69</b>	<b>46.794,66</b>	<b>44.629,63</b>
<b>4. Inversões e Reversões</b>	<b>51.671,20</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1.590,00</b>	<b>0,00</b>	<b>16.500,00</b>	<b>1.590,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1.590,00</b>	<b>0,00</b>
<b>5. Custos Operacionais</b>	<b>0,00</b>	<b>17.649,07</b>	<b>17.649,07</b>	<b>17.649,07</b>	<b>17.649,07</b>	<b>17.649,07</b>	<b>17.649,07</b>	<b>17.649,07</b>	<b>17.649,07</b>	<b>17.649,07</b>	<b>17.649,07</b>
<b>6. Serviço da Dívida</b>	<b>0,00</b>	<b>23.049,12</b>	<b>23.049,12</b>	<b>23.049,12</b>	<b>30.430,72</b>	<b>29.855,69</b>	<b>29.280,67</b>	<b>28.705,64</b>	<b>28.130,61</b>	<b>27.555,59</b>	<b>26.980,56</b>
6.1. Investimento	51.671,20	4.025,19	4.025,19	4.025,19	11.406,79	10.831,76	10.256,73	9.681,71	9.106,68	8.531,65	7.956,63
a) Amortização	0,00	0,00	0,00	0,00	7.381,60	7.381,60	7.381,60	7.381,60	7.381,60	7.381,60	7.381,60
b) Juros	0,00	4.025,19	4.025,19	4.025,19	4.025,19	3.450,16	2.875,13	2.300,11	1.725,08	1.150,05	575,03
6.2. Custeio	0,00	19.023,93	19.023,93	19.023,93	19.023,93	19.023,93	19.023,93	19.023,93	19.023,93	19.023,93	19.023,93
a) Principal	0,00	17.649,07	17.649,07	17.649,07	17.649,07	17.649,07	17.649,07	17.649,07	17.649,07	17.649,07	17.649,07
b) Juros	0,00	1.374,86	1.374,86	1.374,86	1.374,86	1.374,86	1.374,86	1.374,86	1.374,86	1.374,86	1.374,86
<b>III - BENEFÍCIO LÍQUIDO</b>	<b>0,00</b>	<b>2.286,19</b>	<b>2.286,19</b>	<b>696,19</b>	<b>-5.095,41</b>	<b>-21.020,39</b>	<b>-5.535,36</b>	<b>-3.370,33</b>	<b>-2.795,31</b>	<b>-3.810,28</b>	<b>29.357,47</b>

**APÊNDICE B – FLUXO DE CAIXA (COM FINANCIAMENTO) DE UM PROJETO DE INVESTIMENTO PARA O CULTIVO DE  
DOIS HECTARE DE ALGODÃO COM A LÂMINA (L2) PARA UM HORIZONTE DEZ ANOS DE PLANEJAMENTO**

<b>ESPECIFICAÇÃO</b>	<b>Ano 0</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>	<b>Ano 6</b>	<b>Ano 7</b>	<b>Ano 8</b>	<b>Ano 9</b>	<b>Ano 10</b>
<b>I - TOTAL DAS ENTRADAS</b>	<b>51.671,20</b>	<b>45.577,54</b>	<b>45.577,54</b>	<b>45.577,54</b>	<b>45.577,54</b>	<b>45.577,54</b>	<b>45.577,54</b>	<b>45.577,54</b>	<b>45.577,54</b>	<b>45.577,54</b>	<b>76.580,26</b>
<b>1. Receitas Operacionais</b>	0,00	27.497,14	27.497,14	27.497,14	27.497,14	27.497,14	27.497,14	27.497,14	27.497,14	27.497,14	27.497,14
<b>2. Crédito</b>	51.671,20	18.080,40	18.080,40	18.080,40	18.080,40	18.080,40	18.080,40	18.080,40	18.080,40	18.080,40	18.080,40
<b>2.1 Investimento</b>	51.671,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>2.2 Custeio</b>		18.080,40	18.080,40	18.080,40	18.080,40	18.080,40	18.080,40	18.080,40	18.080,40	18.080,40	18.080,40
<b>3. Desinvestimentos</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31.002,72
<b>II - TOTAL DAS SAÍDAS</b>	<b>51.671,20</b>	<b>41.594,45</b>	<b>41.594,45</b>	<b>43.184,45</b>	<b>48.976,05</b>	<b>64.901,02</b>	<b>49.416,00</b>	<b>47.250,97</b>	<b>46.675,94</b>	<b>47.690,92</b>	<b>45.525,89</b>
<b>4. Inversões e Reversões</b>	<b>51.671,20</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1.590,00</b>	<b>0,00</b>	<b>16.500,00</b>	<b>1.590,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1.590,00</b>	<b>0,00</b>
<b>5. Custos Operacionais</b>	<b>0,00</b>	<b>18.080,40</b>	<b>18.080,40</b>	<b>18.080,40</b>	<b>18.080,40</b>	<b>18.080,40</b>	<b>18.080,40</b>	<b>18.080,40</b>	<b>18.080,40</b>	<b>18.080,40</b>	<b>18.080,40</b>
<b>6. Serviço da Dívida</b>	<b>0,00</b>	<b>23.514,05</b>	<b>23.514,05</b>	<b>23.514,05</b>	<b>30.895,65</b>	<b>30.320,62</b>	<b>29.745,60</b>	<b>29.170,57</b>	<b>28.595,54</b>	<b>28.020,52</b>	<b>27.445,49</b>
6.1. Investimento	51.671,20	4.025,19	4.025,19	4.025,19	11.406,79	10.831,76	10.256,73	9.681,71	9.106,68	8.531,65	7.956,63
a) Amortização	0,00	0,00	0,00	0,00	7.381,60	7.381,60	7.381,60	7.381,60	7.381,60	7.381,60	7.381,60
b) Juros	0,00	4.025,19	4.025,19	4.025,19	4.025,19	3.450,16	2.875,13	2.300,11	1.725,08	1.150,05	575,03
6.2. Custeio	0,00	19.488,86	19.488,86	19.488,86	19.488,86	19.488,86	19.488,86	19.488,86	19.488,86	19.488,86	19.488,86
a) Principal	0,00	18.080,40	18.080,40	18.080,40	18.080,40	18.080,40	18.080,40	18.080,40	18.080,40	18.080,40	18.080,40
b) Juros	0,00	1.408,46	1.408,46	1.408,46	1.408,46	1.408,46	1.408,46	1.408,46	1.408,46	1.408,46	1.408,46
<b>III - BENEFÍCIO LÍQUIDO</b>	<b>0,00</b>	<b>3.983,09</b>	<b>3.983,09</b>	<b>2.393,09</b>	<b>-3.398,51</b>	<b>-19.323,48</b>	<b>-3.838,45</b>	<b>-1.673,43</b>	<b>-1.098,40</b>	<b>-2.113,37</b>	<b>31.054,37</b>

**APÊNDICE C – FLUXO DE CAIXA (COM FINANCIAMENTO) DE UM PROJETO DE INVESTIMENTO PARA O CULTIVO DE DOIS HECTARE DE ALGODÃO COM A LÂMINA (L3) PARA UM HORIZONTE DEZ ANOS DE PLANEJAMENTO**

<b>ESPECIFICAÇÃO</b>	<b>Ano 0</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>	<b>Ano 6</b>	<b>Ano 7</b>	<b>Ano 8</b>	<b>Ano 9</b>	<b>Ano 10</b>
<b>I - TOTAL DAS ENTRADAS</b>	<b>51.671,20</b>	<b>46.786,09</b>	<b>46.786,09</b>	<b>46.786,09</b>	<b>46.786,09</b>	<b>46.786,09</b>	<b>46.786,09</b>	<b>46.786,09</b>	<b>46.786,09</b>	<b>46.786,09</b>	<b>77.788,81</b>
<b>1. Receitas Operacionais</b>	0,00	28.364,94	28.364,94	28.364,94	28.364,94	28.364,94	28.364,94	28.364,94	28.364,94	28.364,94	28.364,94
<b>2. Crédito</b>	51.671,20	18.421,15	18.421,15	18.421,15	18.421,15	18.421,15	18.421,15	18.421,15	18.421,15	18.421,15	18.421,15
<b>2.1 Investimento</b>	51.671,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>2.2 Custeio</b>		18.421,15	18.421,15	18.421,15	18.421,15	18.421,15	18.421,15	18.421,15	18.421,15	18.421,15	18.421,15
<b>3. Desinvestimentos</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31.002,72
<b>II - TOTAL DAS SAÍDAS</b>	<b>51.671,20</b>	<b>42.302,49</b>	<b>42.302,49</b>	<b>43.892,49</b>	<b>49.684,09</b>	<b>65.609,06</b>	<b>50.124,03</b>	<b>47.959,01</b>	<b>47.383,98</b>	<b>48.398,95</b>	<b>46.233,93</b>
<b>4. Inversões e Reinversões</b>	<b>51.671,20</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1.590,00</b>	<b>0,00</b>	<b>16.500,00</b>	<b>1.590,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1.590,00</b>	<b>0,00</b>
<b>5. Custos Operacionais</b>	<b>0,00</b>	<b>18.421,15</b>	<b>18.421,15</b>	<b>18.421,15</b>	<b>18.421,15</b>	<b>18.421,15</b>	<b>18.421,15</b>	<b>18.421,15</b>	<b>18.421,15</b>	<b>18.421,15</b>	<b>18.421,15</b>
<b>6. Serviço da Dívida</b>	<b>0,00</b>	<b>23.881,34</b>	<b>23.881,34</b>	<b>23.881,34</b>	<b>31.262,94</b>	<b>30.687,91</b>	<b>30.112,89</b>	<b>29.537,86</b>	<b>28.962,83</b>	<b>28.387,81</b>	<b>27.812,78</b>
6.1. Investimento	51.671,20	4.025,19	4.025,19	4.025,19	11.406,79	10.831,76	10.256,73	9.681,71	9.106,68	8.531,65	7.956,63
a) Amortização	0,00	0,00	0,00	0,00	7.381,60	7.381,60	7.381,60	7.381,60	7.381,60	7.381,60	7.381,60
b) Juros	0,00	4.025,19	4.025,19	4.025,19	4.025,19	3.450,16	2.875,13	2.300,11	1.725,08	1.150,05	575,03
6.2. Custeio	0,00	19.856,15	19.856,15	19.856,15	19.856,15	19.856,15	19.856,15	19.856,15	19.856,15	19.856,15	19.856,15
a) Principal	0,00	18.421,15	18.421,15	18.421,15	18.421,15	18.421,15	18.421,15	18.421,15	18.421,15	18.421,15	18.421,15
b) Juros	0,00	1.435,01	1.435,01	1.435,01	1.435,01	1.435,01	1.435,01	1.435,01	1.435,01	1.435,01	1.435,01
<b>III - BENEFÍCIO LÍQUIDO</b>	<b>0,00</b>	<b>4.483,60</b>	<b>4.483,60</b>	<b>2.893,60</b>	<b>-2.898,00</b>	<b>-18.822,97</b>	<b>-3.337,95</b>	<b>-1.172,92</b>	<b>-597,89</b>	<b>-1.612,87</b>	<b>31.554,88</b>

**APÊNDICE D – FLUXO DE CAIXA (COM FINANCIAMENTO) DE UM PROJETO DE INVESTIMENTO PARA O CULTIVO DE DOIS HECTARE DE ALGODÃO COM A LÂMINA (L4) PARA UM HORIZONTE DEZ ANOS DE PLANEJAMENTO**

<b>ESPECIFICAÇÃO</b>	<b>Ano 0</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>	<b>Ano 6</b>	<b>Ano 7</b>	<b>Ano 8</b>	<b>Ano 9</b>	<b>Ano 10</b>
<b>I - TOTAL DAS ENTRADAS</b>	<b>51.671,20</b>	<b>48.715,43</b>	<b>48.715,43</b>	<b>48.715,43</b>	<b>48.715,43</b>	<b>48.715,43</b>	<b>48.715,43</b>	<b>48.715,43</b>	<b>48.715,43</b>	<b>48.715,43</b>	<b>79.718,15</b>
<b>1. Receitas Operacionais</b>	0,00	29.906,38	29.906,38	29.906,38	29.906,38	29.906,38	29.906,38	29.906,38	29.906,38	29.906,38	29.906,38
<b>2. Crédito</b>	51.671,20	18.809,05	18.809,05	18.809,05	18.809,05	18.809,05	18.809,05	18.809,05	18.809,05	18.809,05	18.809,05
<b>2.1 Investimento</b>	51.671,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>2.2 Custeio</b>		18.809,05	18.809,05	18.809,05	18.809,05	18.809,05	18.809,05	18.809,05	18.809,05	18.809,05	18.809,05
<b>3. Desinvestimentos</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31.002,72
<b>II - TOTAL DAS SAÍDAS</b>	<b>51.671,20</b>	<b>43.108,51</b>	<b>43.108,51</b>	<b>44.698,51</b>	<b>50.490,11</b>	<b>66.415,08</b>	<b>50.930,05</b>	<b>48.765,03</b>	<b>48.190,00</b>	<b>49.204,97</b>	<b>47.039,95</b>
<b>4. Inversões e Reversões</b>	<b>51.671,20</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1.590,00</b>	<b>0,00</b>	<b>16.500,00</b>	<b>1.590,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1.590,00</b>	<b>0,00</b>
<b>5. Custos Operacionais</b>	<b>0,00</b>	<b>18.809,05</b>	<b>18.809,05</b>	<b>18.809,05</b>	<b>18.809,05</b>	<b>18.809,05</b>	<b>18.809,05</b>	<b>18.809,05</b>	<b>18.809,05</b>	<b>18.809,05</b>	<b>18.809,05</b>
<b>6. Serviço da Dívida</b>	<b>0,00</b>	<b>24.299,46</b>	<b>24.299,46</b>	<b>24.299,46</b>	<b>31.681,06</b>	<b>31.106,03</b>	<b>30.531,00</b>	<b>29.955,98</b>	<b>29.380,95</b>	<b>28.805,92</b>	<b>28.230,90</b>
6.1. Investimento	51.671,20	4.025,19	4.025,19	4.025,19	11.406,79	10.831,76	10.256,73	9.681,71	9.106,68	8.531,65	7.956,63
a) Amortização	0,00	0,00	0,00	0,00	7.381,60	7.381,60	7.381,60	7.381,60	7.381,60	7.381,60	7.381,60
b) Juros	0,00	4.025,19	4.025,19	4.025,19	4.025,19	3.450,16	2.875,13	2.300,11	1.725,08	1.150,05	575,03
6.2. Custeio	0,00	20.274,27	20.274,27	20.274,27	20.274,27	20.274,27	20.274,27	20.274,27	20.274,27	20.274,27	20.274,27
a) Principal	0,00	18.809,05	18.809,05	18.809,05	18.809,05	18.809,05	18.809,05	18.809,05	18.809,05	18.809,05	18.809,05
b) Juros	0,00	1.465,22	1.465,22	1.465,22	1.465,22	1.465,22	1.465,22	1.465,22	1.465,22	1.465,22	1.465,22
<b>III - BENEFÍCIO LÍQUIDO</b>	<b>0,00</b>	<b>5.606,93</b>	<b>5.606,93</b>	<b>4.016,93</b>	<b>-1.774,67</b>	<b>-17.699,65</b>	<b>-2.214,62</b>	<b>-49,59</b>	<b>525,43</b>	<b>-489,54</b>	<b>32.678,21</b>

**APÊNDICE E – FLUXO DE CAIXA (COM FINANCIAMENTO) DE UM PROJETO DE INVESTIMENTO PARA O CULTIVO DE DOIS HECTARE DE ALGODÃO COM A LÂMINA (L5) PARA UM HORIZONTE DEZ ANOS DE PLANEJAMENTO**

<b>ESPECIFICAÇÃO</b>	<b>Ano 0</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>	<b>Ano 6</b>	<b>Ano 7</b>	<b>Ano 8</b>	<b>Ano 9</b>	<b>Ano 10</b>
<b>I - TOTAL DAS ENTRADAS</b>	<b>51.671,20</b>	<b>48.873,71</b>	<b>48.873,71</b>	<b>48.873,71</b>	<b>48.873,71</b>	<b>48.873,71</b>	<b>48.873,71</b>	<b>48.873,71</b>	<b>48.873,71</b>	<b>48.873,71</b>	<b>79.876,43</b>
<b>1. Receitas Operacionais</b>	0,00	29.792,62	29.792,62	29.792,62	29.792,62	29.792,62	29.792,62	29.792,62	29.792,62	29.792,62	29.792,62
<b>2. Crédito</b>	51.671,20	19.081,08	19.081,08	19.081,08	19.081,08	19.081,08	19.081,08	19.081,08	19.081,08	19.081,08	19.081,08
<b>2.1 Investimento</b>	51.671,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>2.2 Custeio</b>		19.081,08	19.081,08	19.081,08	19.081,08	19.081,08	19.081,08	19.081,08	19.081,08	19.081,08	19.081,08
<b>3. Desinvestimentos</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31.002,72
<b>II - TOTAL DAS SAÍDAS</b>	<b>51.671,20</b>	<b>43.673,77</b>	<b>43.673,77</b>	<b>45.263,77</b>	<b>51.055,37</b>	<b>66.980,34</b>	<b>51.495,32</b>	<b>49.330,29</b>	<b>48.755,26</b>	<b>49.770,24</b>	<b>47.605,21</b>
<b>4. Inversões e Reversões</b>	<b>51.671,20</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1.590,00</b>	<b>0,00</b>	<b>16.500,00</b>	<b>1.590,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1.590,00</b>	<b>0,00</b>
<b>5. Custos Operacionais</b>	<b>0,00</b>	<b>19.081,08</b>	<b>19.081,08</b>	<b>19.081,08</b>	<b>19.081,08</b>	<b>19.081,08</b>	<b>19.081,08</b>	<b>19.081,08</b>	<b>19.081,08</b>	<b>19.081,08</b>	<b>19.081,08</b>
<b>6. Serviço da Dívida</b>	<b>0,00</b>	<b>24.592,69</b>	<b>24.592,69</b>	<b>24.592,69</b>	<b>31.974,29</b>	<b>31.399,26</b>	<b>30.824,23</b>	<b>30.249,21</b>	<b>29.674,18</b>	<b>29.099,15</b>	<b>28.524,13</b>
6.1. Investimento	51.671,20	4.025,19	4.025,19	4.025,19	11.406,79	10.831,76	10.256,73	9.681,71	9.106,68	8.531,65	7.956,63
a) Amortização	0,00	0,00	0,00	0,00	7.381,60	7.381,60	7.381,60	7.381,60	7.381,60	7.381,60	7.381,60
b) Juros	0,00	4.025,19	4.025,19	4.025,19	4.025,19	3.450,16	2.875,13	2.300,11	1.725,08	1.150,05	575,03
6.2. Custeio	0,00	20.567,50	20.567,50	20.567,50	20.567,50	20.567,50	20.567,50	20.567,50	20.567,50	20.567,50	20.567,50
a) Principal	0,00	19.081,08	19.081,08	19.081,08	19.081,08	19.081,08	19.081,08	19.081,08	19.081,08	19.081,08	19.081,08
b) Juros	0,00	1.486,42	1.486,42	1.486,42	1.486,42	1.486,42	1.486,42	1.486,42	1.486,42	1.486,42	1.486,42
<b>III - BENEFÍCIO LÍQUIDO</b>	<b>0,00</b>	<b>5.199,94</b>	<b>5.199,94</b>	<b>3.609,94</b>	<b>-2.181,66</b>	<b>-18.106,64</b>	<b>-2.621,61</b>	<b>-456,58</b>	<b>118,44</b>	<b>-896,53</b>	<b>32.271,22</b>

**APÊNDICE F – FLUXO DE CAIXA (COM FINANCIAMENTO) DE UM PROJETO DE INVESTIMENTO PARA O CULTIVO DE  
DEZ HECTARE DE ALGODÃO COM A LÂMINA (L1) PARA UM HORIZONTE DEZ ANOS DE PLANEJAMENTO**

<b>ESPECIFICAÇÃO</b>	<b>Ano 0</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>	<b>Ano 6</b>	<b>Ano 7</b>	<b>Ano 8</b>	<b>Ano 9</b>	<b>Ano 10</b>
<b>I - TOTAL DAS ENTRADA</b>	<b>205.734,60</b>	<b>181.259,49</b>	<b>284.126,79</b>								
<b>1. Receitas Operacionais</b>	0,00	126.676,53	126.676,53	126.676,53	126.676,53	126.676,53	126.676,53	126.676,53	126.676,53	126.676,53	126.676,53
<b>2. Crédito</b>	205.734,60	54.582,96	54.582,96	54.582,96	54.582,96	54.582,96	54.582,96	54.582,96	54.582,96	54.582,96	54.582,96
<b>2.1 Investimento</b>	205.734,60	0,00	0,00	0,000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>2.2 Custeio</b>	0,00	54.582,96	54.582,96	54.582,96	54.582,96	54.582,96	54.582,96	54.582,96	54.582,96	54.582,96	54.582,96
<b>3. Desinvestimentos</b>	0,00	0,00	0,00	0,000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102.867,30
<b>II - TOTAL DAS SAÍDAS</b>	<b>205.734,60</b>	<b>129.444,65</b>	<b>129.444,65</b>	<b>131.574,65</b>	<b>158.835,31</b>	<b>239.045,78</b>	<b>156.386,24</b>	<b>151.966,71</b>	<b>149.677,18</b>	<b>149.517,65</b>	<b>145.098,12</b>
<b>4. Inversões e Reversões</b>	<b>205.734,60</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>2.130,00</b>	<b>0,00</b>	<b>82.500,00</b>	<b>2.130,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>2.130,00</b>	<b>0,00</b>
<b>5. Custos Operacionais</b>	<b>0,00</b>	<b>54.582,96</b>									
<b>6. Serviço da Dívida</b>	<b>0,00</b>	<b>74.861,69</b>	<b>74.861,69</b>	<b>74.861,69</b>	<b>104.252,35</b>	<b>101.962,82</b>	<b>99.673,29</b>	<b>97.383,76</b>	<b>95.094,22</b>	<b>92.804,69</b>	<b>90.515,16</b>
6.1. Investimento	205.734,60	16.026,73	16.026,73	16.026,73	45.417,38	43.127,85	40.838,32	38.548,79	36.259,25	33.969,72	31.680,19
a) Amortização	0,00	0,00	0,00	0,00	29.390,66	29.390,66	29.390,66	29.390,66	29.390,66	29.390,66	29.390,66
b) Juros	0,00	16.026,73	16.026,73	16.026,73	16.026,73	13.737,19	11.447,66	9.158,13	6.868,60	4.579,06	2.289,53
6.2. Custeio	0,00	58.834,97	58.834,97	58.834,97	58.834,97	58.834,97	58.834,97	58.834,97	58.834,97	58.834,97	58.834,97
a) Principal	0,00	54.582,96	54.582,96	54.582,96	54.582,96	54.582,96	54.582,96	54.582,96	54.582,96	54.582,96	54.582,96
b) Juros	0,00	4.252,01	4.252,01	4.252,01	4.252,01	4.252,01	4.252,01	4.252,01	4.252,01	4.252,01	4.252,01
<b>III - BENEFÍCIO LÍQUIDO</b>	<b>0,00</b>	<b>51.814,84</b>	<b>51.814,84</b>	<b>49.684,84</b>	<b>22.424,18</b>	<b>-57.786,29</b>	<b>24.873,24</b>	<b>29.292,77</b>	<b>31.582,31</b>	<b>31.741,84</b>	<b>139.028,67</b>

**APÊNDICE G – FLUXO DE CAIXA (COM FINANCIAMENTO) DE UM PROJETO DE INVESTIMENTO PARA O CULTIVO DE DEZ HECTARE DE ALGODÃO COM A LÂMINA (L2) PARA UM HORIZONTE DEZ ANOS DE PLANEJAMENTO**

<b>ESPECIFICAÇÃO</b>	<b>Ano 0</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>	<b>Ano 6</b>	<b>Ano 7</b>	<b>Ano 8</b>	<b>Ano 9</b>	<b>Ano 10</b>
<b>I - TOTAL DAS ENTRADAS</b>	<b>205.734,60</b>	<b>194.225,31</b>	<b>297.092,61</b>								
<b>1. Receitas Operacionais</b>	0,00	137.485,71	137.485,71	137.485,71	137.485,71	137.485,71	137.485,71	137.485,71	137.485,71	137.485,71	137.485,71
<b>2. Crédito</b>	205.734,60	56.739,60	56.739,60	56.739,60	56.739,60	56.739,60	56.739,60	56.739,60	56.739,60	56.739,60	56.739,60
<b>2.1 Investimento</b>	205.734,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>2.2 Custeio</b>	0,00	56.739,60	56.739,60	56.739,60	56.739,60	56.739,60	56.739,60	56.739,60	56.739,60	56.739,60	56.739,60
<b>3. Desinvestimentos</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102.867,30
<b>II - TOTAL DAS SAÍDAS</b>	<b>205.734,60</b>	<b>133.925,94</b>	<b>133.925,94</b>	<b>136.055,94</b>	<b>163.316,60</b>	<b>243.527,06</b>	<b>160.867,53</b>	<b>156.448,00</b>	<b>154.158,47</b>	<b>153.998,94</b>	<b>149.579,40</b>
<b>4. Inversões e Reversões</b>	<b>205.734,60</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>2.130,00</b>	<b>0,00</b>	<b>82.500,00</b>	<b>2.130,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>2.130,00</b>	<b>0,00</b>
<b>5. Custos Operacionais</b>	<b>0,00</b>	<b>56.739,60</b>									
<b>6. Serviço da Dívida</b>	<b>0,00</b>	<b>77.186,34</b>	<b>77.186,34</b>	<b>77.186,34</b>	<b>106.577,00</b>	<b>104.287,46</b>	<b>101.997,93</b>	<b>99.708,40</b>	<b>97.418,87</b>	<b>95.129,34</b>	<b>92.839,80</b>
6.1. Investimento	205.734,60	16.026,73	16.026,73	16.026,73	45.417,38	43.127,85	40.838,32	38.548,79	36.259,25	33.969,72	31.680,19
a) Amortização	0,00	0,00	0,00	0,00	29.390,66	29.390,66	29.390,66	29.390,66	29.390,66	29.390,66	29.390,66
b) Juros	0,00	16.026,73	16.026,73	16.026,73	16.026,73	13.737,19	11.447,66	9.158,13	6.868,60	4.579,06	2.289,53
6.2. Custeio	0,00	61.159,61	61.159,61	61.159,61	61.159,61	61.159,61	61.159,61	61.159,61	61.159,61	61.159,61	61.159,61
a) Principal	0,00	56.739,60	56.739,60	56.739,60	56.739,60	56.739,60	56.739,60	56.739,60	56.739,60	56.739,60	56.739,60
b) Juros	0,00	4.420,01	4.420,01	4.420,01	4.420,01	4.420,01	4.420,01	4.420,01	4.420,01	4.420,01	4.420,01
<b>III - BENEFÍCIO LÍQUIDO</b>	<b>0,00</b>	<b>60.299,37</b>	<b>60.299,37</b>	<b>58.169,37</b>	<b>30.908,71</b>	<b>-49.301,75</b>	<b>33.357,78</b>	<b>37.777,31</b>	<b>40.066,84</b>	<b>40.226,37</b>	<b>147.513,21</b>

**APÊNDICE H – FLUXO DE CAIXA (COM FINANCIAMENTO) DE UM PROJETO DE INVESTIMENTO PARA O CULTIVO DE  
DEZ HECTARE DE ALGODÃO COM A LÂMINA (L3) PARA UM HORIZONTE DEZ ANOS DE PLANEJAMENTO**

<b>ESPECIFICAÇÃO</b>	<b>Ano 0</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>	<b>Ano 6</b>	<b>Ano 7</b>	<b>Ano 8</b>	<b>Ano 9</b>	<b>Ano 10</b>
<b>I - TOTAL DAS ENTRADAS</b>	<b>205.734,60</b>	<b>200.268,03</b>	<b>303.135,33</b>								
<b>1. Receitas Operacionais</b>	0,00	141.824,70	141.824,70	141.824,70	141.824,70	141.824,70	141.824,70	141.824,70	141.824,70	141.824,70	141.824,70
<b>2. Crédito</b>	205.734,60	58.443,33	58.443,33	58.443,33	58.443,33	58.443,33	58.443,33	58.443,33	58.443,33	58.443,33	58.443,33
<b>2.1 Investimento</b>	205.734,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>2.2 Custeio</b>	0,00	58.443,33	58.443,33	58.443,33	58.443,33	58.443,33	58.443,33	58.443,33	58.443,33	58.443,33	58.443,33
<b>3. Desinvestimentos</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102.867,30
<b>II - TOTAL DAS SAÍDAS</b>	<b>205.734,60</b>	<b>137.466,12</b>	<b>137.466,12</b>	<b>139.596,12</b>	<b>166.856,78</b>	<b>247.067,24</b>	<b>164.407,71</b>	<b>159.988,18</b>	<b>157.698,65</b>	<b>157.539,11</b>	<b>153.119,58</b>
<b>4. Inversões e Reversões</b>	<b>205.734,60</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>2.130,00</b>	<b>0,00</b>	<b>82.500,00</b>	<b>2.130,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>2.130,00</b>	<b>0,00</b>
<b>5. Custos Operacionais</b>	<b>0,00</b>	<b>58.443,33</b>									
<b>6. Serviço da Dívida</b>	<b>0,00</b>	<b>79.022,79</b>	<b>79.022,79</b>	<b>79.022,79</b>	<b>108.413,45</b>	<b>106.123,91</b>	<b>103.834,38</b>	<b>101.544,85</b>	<b>99.255,32</b>	<b>96.965,79</b>	<b>94.676,25</b>
6.1. Investimento	205.734,60	16.026,73	16.026,73	16.026,73	45.417,38	43.127,85	40.838,32	38.548,79	36.259,25	33.969,72	31.680,19
a) Amortização	0,00	0,00	0,00	0,00	29.390,66	29.390,66	29.390,66	29.390,66	29.390,66	29.390,66	29.390,66
b) Juros	0,00	16.026,73	16.026,73	16.026,73	16.026,73	13.737,19	11.447,66	9.158,13	6.868,60	4.579,06	2.289,53
6.2. Custeio	0,00	62.996,06	62.996,06	62.996,06	62.996,06	62.996,06	62.996,06	62.996,06	62.996,06	62.996,06	62.996,06
a) Principal	0,00	58.443,33	58.443,33	58.443,33	58.443,33	58.443,33	58.443,33	58.443,33	58.443,33	58.443,33	58.443,33
b) Juros	0,00	4.552,74	4.552,74	4.552,74	4.552,74	4.552,74	4.552,74	4.552,74	4.552,74	4.552,74	4.552,74
<b>III - BENEFÍCIO LÍQUIDO</b>	<b>0,00</b>	<b>62.801,91</b>	<b>62.801,91</b>	<b>60.671,91</b>	<b>33.411,25</b>	<b>-46.799,21</b>	<b>35.860,32</b>	<b>40.279,85</b>	<b>42.569,38</b>	<b>42.728,91</b>	<b>150.015,75</b>

**APÊNDICE I – FLUXO DE CAIXA (COM FINANCIAMENTO) DE UM PROJETO DE INVESTIMENTO PARA O CULTIVO DE  
DEZ HECTARE DE ALGODÃO COM A LÂMINA (L4) PARA UM HORIZONTE DEZ ANOS DE PLANEJAMENTO**

<b>ESPECIFICAÇÃO</b>	<b>Ano 0</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>	<b>Ano 6</b>	<b>Ano 7</b>	<b>Ano 8</b>	<b>Ano 9</b>	<b>Ano 10</b>
<b>I - TOTAL DAS ENTRADAS</b>	<b>205.734,60</b>	<b>209.914,76</b>	<b>312.782,06</b>								
<b>1. Receitas Operacionais</b>	0,00	149.531,92	149.531,92	149.531,92	149.531,92	149.531,92	149.531,92	149.531,92	149.531,92	149.531,92	149.531,92
<b>2. Crédito</b>	205.734,60	60.382,83	60.382,83	60.382,83	60.382,83	60.382,83	60.382,83	60.382,83	60.382,83	60.382,83	60.382,83
<b>2.1 Investimento</b>	205.734,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>2.2 Custeio</b>	0,00	60.382,83	60.382,83	60.382,83	60.382,83	60.382,83	60.382,83	60.382,83	60.382,83	60.382,83	60.382,83
<b>3. Desinvestimentos</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102.867,30
<b>II - TOTAL DAS SAÍDAS</b>	<b>205.734,60</b>	<b>141.496,22</b>	<b>141.496,22</b>	<b>143.626,22</b>	<b>170.886,87</b>	<b>251.097,34</b>	<b>168.437,81</b>	<b>164.018,28</b>	<b>161.728,75</b>	<b>161.569,21</b>	<b>157.149,68</b>
<b>4. Inversões e Reversões</b>	<b>205.734,60</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>2.130,00</b>	<b>0,00</b>	<b>82.500,00</b>	<b>2.130,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>2.130,00</b>	<b>0,00</b>
<b>5. Custos Operacionais</b>	<b>0,00</b>	<b>60.382,83</b>									
<b>6. Serviço da Dívida</b>	<b>0,00</b>	<b>81.113,38</b>	<b>81.113,38</b>	<b>81.113,38</b>	<b>110.504,04</b>	<b>108.214,51</b>	<b>105.924,98</b>	<b>103.635,44</b>	<b>101.345,91</b>	<b>99.056,38</b>	<b>96.766,85</b>
6.1. Investimento	205.734,60	16.026,73	16.026,73	16.026,73	45.417,38	43.127,85	40.838,32	38.548,79	36.259,25	33.969,72	31.680,19
a) Amortização	0,00	0,00	0,00	0,00	29.390,66	29.390,66	29.390,66	29.390,66	29.390,66	29.390,66	29.390,66
b) Juros	0,00	16.026,73	16.026,73	16.026,73	16.026,73	13.737,19	11.447,66	9.158,13	6.868,60	4.579,06	2.289,53
6.2. Custeio	0,00	65.086,66	65.086,66	65.086,66	65.086,66	65.086,66	65.086,66	65.086,66	65.086,66	65.086,66	65.086,66
a) Principal	0,00	60.382,83	60.382,83	60.382,83	60.382,83	60.382,83	60.382,83	60.382,83	60.382,83	60.382,83	60.382,83
b) Juros	0,00	4.703,82	4.703,82	4.703,82	4.703,82	4.703,82	4.703,82	4.703,82	4.703,82	4.703,82	4.703,82
<b>III - BENEFÍCIO LÍQUIDO</b>	<b>0,00</b>	<b>68.418,54</b>	<b>68.418,54</b>	<b>66.288,54</b>	<b>39.027,88</b>	<b>-41.182,58</b>	<b>41.476,95</b>	<b>45.896,48</b>	<b>48.186,01</b>	<b>48.345,54</b>	<b>155.632,38</b>

**APÊNDICE J – FLUXO DE CAIXA (COM FINANCIAMENTO) DE UM PROJETO DE INVESTIMENTO PARA O CULTIVO DE  
DEZ HECTARE DE ALGODÃO COM A LÂMINA (L5) PARA UM HORIZONTE DEZ ANOS DE PLANEJAMENTO**

<b>ESPECIFICAÇÃO</b>	<b>Ano 0</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>	<b>Ano 6</b>	<b>Ano 7</b>	<b>Ano 8</b>	<b>Ano 9</b>	<b>Ano 10</b>
<b>I - TOTAL DAS ENTRADAS</b>	<b>205.734,60</b>	<b>210.706,13</b>	<b>313.573,43</b>								
<b>1. Receitas Operacionais</b>	0,00	148.963,11	148.963,11	148.963,11	148.963,11	148.963,11	148.963,11	148.963,11	148.963,11	148.963,11	148.963,11
<b>2. Crédito</b>	205.734,60	61.743,02	61.743,02	61.743,02	61.743,02	61.743,02	61.743,02	61.743,02	61.743,02	61.743,02	61.743,02
<b>2.1 Investimento</b>	205.734,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>2.2 Custeio</b>	0,00	61.743,02	61.743,02	61.743,02	61.743,02	61.743,02	61.743,02	61.743,02	61.743,02	61.743,02	61.743,02
<b>3. Desinvestimentos</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102.867,30
<b>II - TOTAL DAS SAÍDAS</b>	<b>205.734,60</b>	<b>144.322,54</b>	<b>144.322,54</b>	<b>146.452,54</b>	<b>173.713,20</b>	<b>253.923,67</b>	<b>171.264,13</b>	<b>166.844,60</b>	<b>164.555,07</b>	<b>164.395,54</b>	<b>159.976,01</b>
<b>4. Inversões e Reversões</b>	<b>205.734,60</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>2.130,00</b>	<b>0,00</b>	<b>82.500,00</b>	<b>2.130,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>2.130,00</b>	<b>0,00</b>
<b>5. Custos Operacionais</b>	<b>0,00</b>	<b>61.743,02</b>									
<b>6. Serviço da Dívida</b>	<b>0,00</b>	<b>82.579,52</b>	<b>82.579,52</b>	<b>82.579,52</b>	<b>111.970,18</b>	<b>109.680,65</b>	<b>107.391,12</b>	<b>105.101,58</b>	<b>102.812,05</b>	<b>100.522,52</b>	<b>98.232,99</b>
6.1. Investimento	205.734,60	16.026,73	16.026,73	16.026,73	45.417,38	43.127,85	40.838,32	38.548,79	36.259,25	33.969,72	31.680,19
a) Amortização	0,00	0,00	0,00	0,00	29.390,66	29.390,66	29.390,66	29.390,66	29.390,66	29.390,66	29.390,66
b) Juros	0,00	16.026,73	16.026,73	16.026,73	16.026,73	13.737,19	11.447,66	9.158,13	6.868,60	4.579,06	2.289,53
6.2. Custeio	0,00	66.552,80	66.552,80	66.552,80	66.552,80	66.552,80	66.552,80	66.552,80	66.552,80	66.552,80	66.552,80
a) Principal	0,00	61.743,02	61.743,02	61.743,02	61.743,02	61.743,02	61.743,02	61.743,02	61.743,02	61.743,02	61.743,02
b) Juros	0,00	4.809,78	4.809,78	4.809,78	4.809,78	4.809,78	4.809,78	4.809,78	4.809,78	4.809,78	4.809,78
<b>III - BENEFÍCIO LÍQUIDO</b>	<b>0,00</b>	<b>66.383,59</b>	<b>66.383,59</b>	<b>64.253,59</b>	<b>36.992,93</b>	<b>-43.217,54</b>	<b>39.441,99</b>	<b>43.861,53</b>	<b>46.151,06</b>	<b>46.310,59</b>	<b>153.597,42</b>