



Macaúba

Aplicação: Biodiesel – Análise de viabilidade econômica

Mateus Chagas



Parceria CTBE e IAC



Objetivo

- Avaliar a viabilidade econômica do uso de macaúba para produção de biodiesel

Cadeia de produção verticalizada

- agrícola
- extração de óleo
- produção de biodiesel

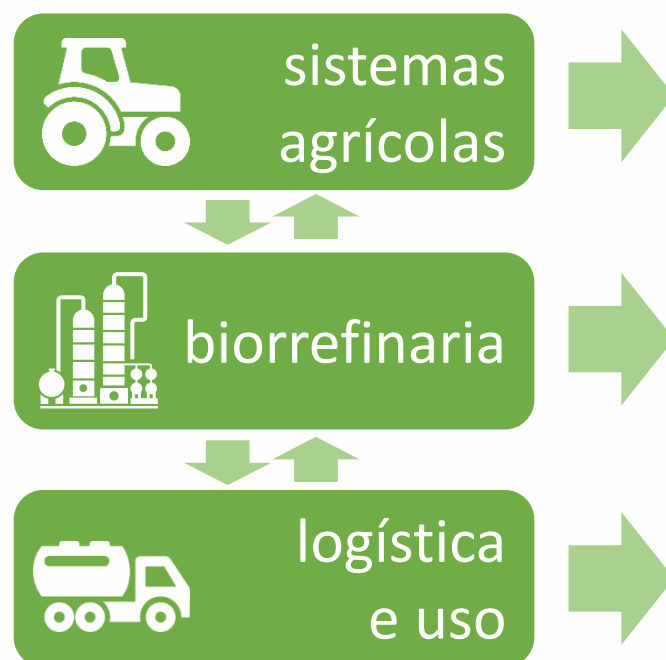
Análise de risco

- sistema de produção em larga escala ainda não consolidado

FERRAMENTA DE ANÁLISE - Cadeia de produção verticalizada



**Biorrefinaria
Virtual de
Cana-de-açúcar**



avaliação da sustentabilidade

DADOS PARA SIMULAÇÃO

	Frutos frescos (fase crescente)	Frutos frescos (fase estável)	Óleo	Óleo + 60% polpa	Óleo de palmiste	Torta
	kg/planta					
SP002.016	80,2	128,3	13,2	21,0	3,5	
SP002.015	76,5	122,4	13,2	18,6	3,3	
SP002.014	60,2	96,3	11,5	15,9	2,6	
SP002.013	63,3	101,2	12,7	19,5	2,8	
SP002.012	65,6	104,9	16,8	21,1	2,9	2,2
SP002.011	71,4	114,2	15,9	22,5	3,1	2,4
SP002.010	74,2	118,7	16,7	21,3	3,2	2,5
SP002.009	82,0	131,2	20,1	24,6	3,6	2,7
SP002.008	25,0	40,0	4,6	6,7	1,1	0,8
SP002.006	35,8	57,2	8,6	11,0	1,6	1,2
SP002.005	35,9	57,4	8,7	10,0	1,6	1,2
SP002.004	46,4	74,2	8,0	10,8	2,0	1,5
SP002.003	34,9	55,9	8,4	10,1	1,5	1,2
SP002.002	49,0	78,4	8,7	12,4	2,1	1,6
SP002.001	61,1	97,8	10,3	14,4	2,7	2,0
SP001.001	71,6	114,5	17,7	25,1	3,1	2,4
PM005.006	39,8	63,6	6,6	11,1	1,7	1,3
PM005.005	30,6	49,0	6,5	10,6	1,3	1,0
PM005.004	39,3	62,8	4,3	8,3	1,7	1,3
PM005.003	53,6	85,8	10,1	16,1	2,3	1,8
PM005.002	73,1	117,0	14,3	23,5	3,2	2,4
PM005.001	83,1	133,0	12,5	22,4	3,6	2,8
PM004.016	41,1	65,7	8,7	11,9	1,8	1,4
PM004.015	48,2	77,1	11,2	15,2	2,1	1,6
PM004.014	61,5	98,4	5,6	10,0	2,7	2,0
PM004.013	45,6	73,0	8,7	13,1	2,0	1,5
PM004.012	25,8	41,2	3,5	5,9	1,1	0,9
PM004.011	41,5	66,4	7,3	10,5	1,8	1,4
PM004.010	39,0	62,4	8,6	12,6	1,7	1,3
PM004.009	35,8	57,2	9,5	13,2	1,6	1,2
PM004.008	48,8	78,0	8,4	12,6	2,1	1,6
PM004.007	43,3	69,3	8,7			1,4
PM004.006	50,3	80,4	11,5			
PM004.005	20,3	32,4				
PM004.004	34,9					
PM004.003	21,5					



Conjunto com informações de aproximadamente 100 plantas

Dados referentes a todo o conjunto de plantas catalogadas

Dados referentes às plantas com maior capacidade produtividade de frutos (conjunto das 20% mais produtivas)

Parâmetro	Unidade	Cenário	
		Todas as plantas	Plantas com mais frutos
Frutos, fase crescente	kg/planta	47,9	75,8
Frutos, fase estável	kg/planta	76,7	121,3
Óleo, prensagem	kg/planta	9,5	14,6
Óleo, prensagem + solvente	kg/planta	13,9	21,5
Teor de óleo	%	16,80%	18,10%
Óleo de palmiste	kg/planta	2,2	3,3
Torta de palmiste	kg/planta	1,7	2,5



Pré-plantio (ano 0)

- ✓ Produção de mudas em viveiros



Plantio (ano 1)

- ✓ Preparo do solo
- ✓ Abertura de covas
- ✓ Distribuição de mudas
- ✓ Adubação



Formação (anos 1 a 3)

- ✓ Adubação
- ✓ Coroamento
- ✓ Controle de pragas

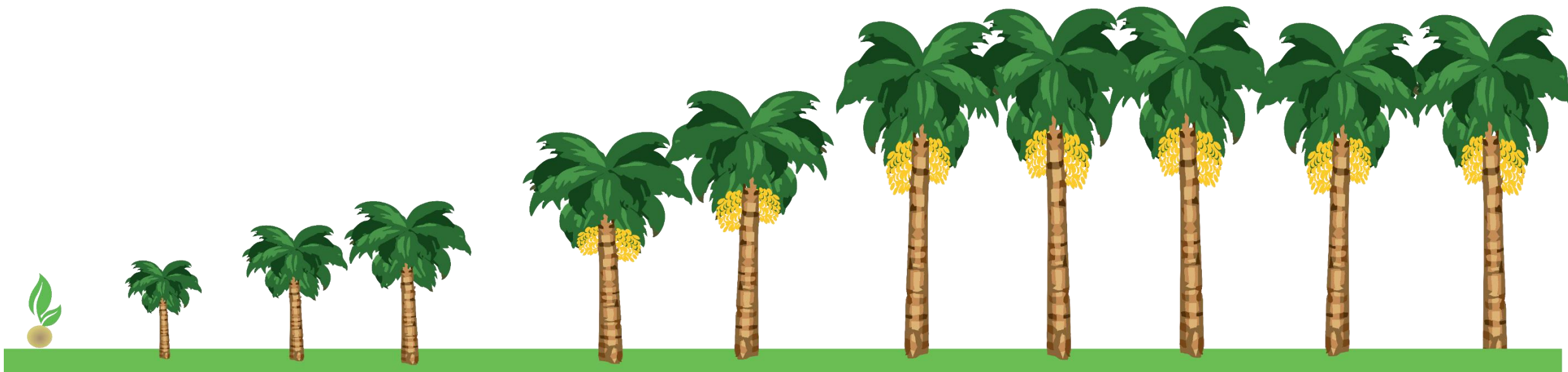
SISTEMA DE PRODUÇÃO



Produção crescente (anos 4 a 9)

- ✓ Adubação
- ✓ Podas e coroamento
- ✓ Controle de pragas
- ✓ Colheita e transporte

SISTEMA DE PRODUÇÃO



Produção estável (anos 10 a 30)

- ✓ Adubação
- ✓ Podas e coroamento
- ✓ Controle de pragas
- ✓ Colheita e transporte

PRODUÇÃO DOS FRUTOS



Parâmetro	Unidade	Mais provável	Mínimo	Máximo
Nº de plantas por hectare	#	400	300	400
Produção de frutos (fase crescente)	kg planta ⁻¹	<i>Distribuição com dados IAC</i>		
Produção de frutos (fase estável)	kg planta ⁻¹	<i>Distribuição com dados IAC</i>		
Duração da fase de produção estável	anos	20	18	25
Fertilizante (fase estável)	kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	240	120	300
Eficiência da operação de colheita	h ha ⁻¹ ano ⁻¹	80	40	120
Custo total de produção da macaúba	R\$/t CFF	Resposta		

Área: suficiente para produzir 100.000 t óleo/ano

Todas as fases do sistema produtivo

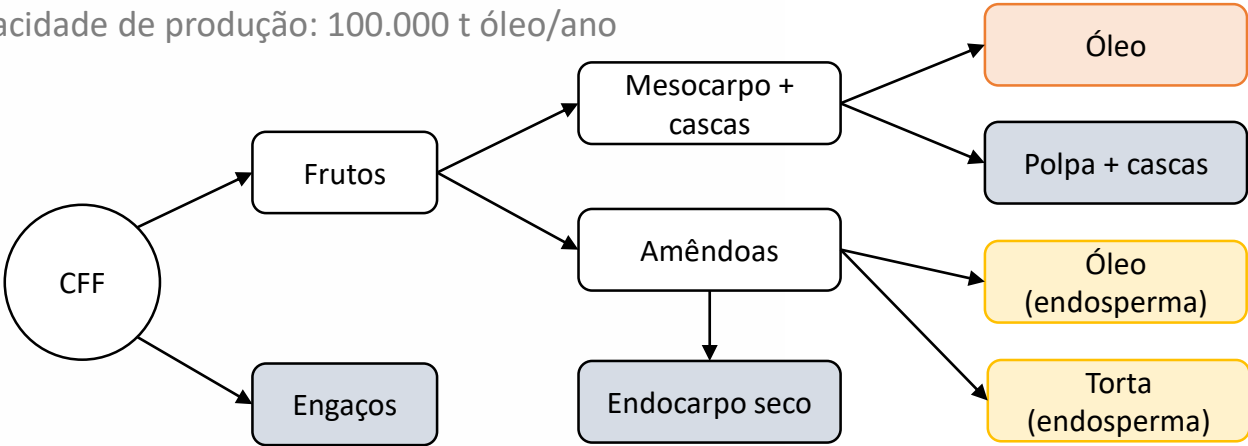


EXTRAÇÃO



Parâmetro	Unidade	Mais provável	Mínimo	Máximo
Custo total de produção da macaúba	R\$/t CFF	Distribuição: Resposta da produção agrícola		
Quantidade de óleo de mesocarpo	%	Distribuição com dados IAC		
Quantidade de óleo de endosperma	%	Distribuição com dados IAC		
Eficiência de extração de óleo do mesocarpo	%	90%	80%	93%
Eficiência de extração de óleo de endosperma	%	90%	80%	93%
CAPEX da planta de extração		100%	-20%	30%
Preço do óleo de endosperma	R\$/t	3000	2400	3600
Preço da torta de endosperma	R\$/t	795	636	955
Custo total de produção do óleo	R\$/kg	Resposta		

Capacidade de produção: 100.000 t óleo/ano

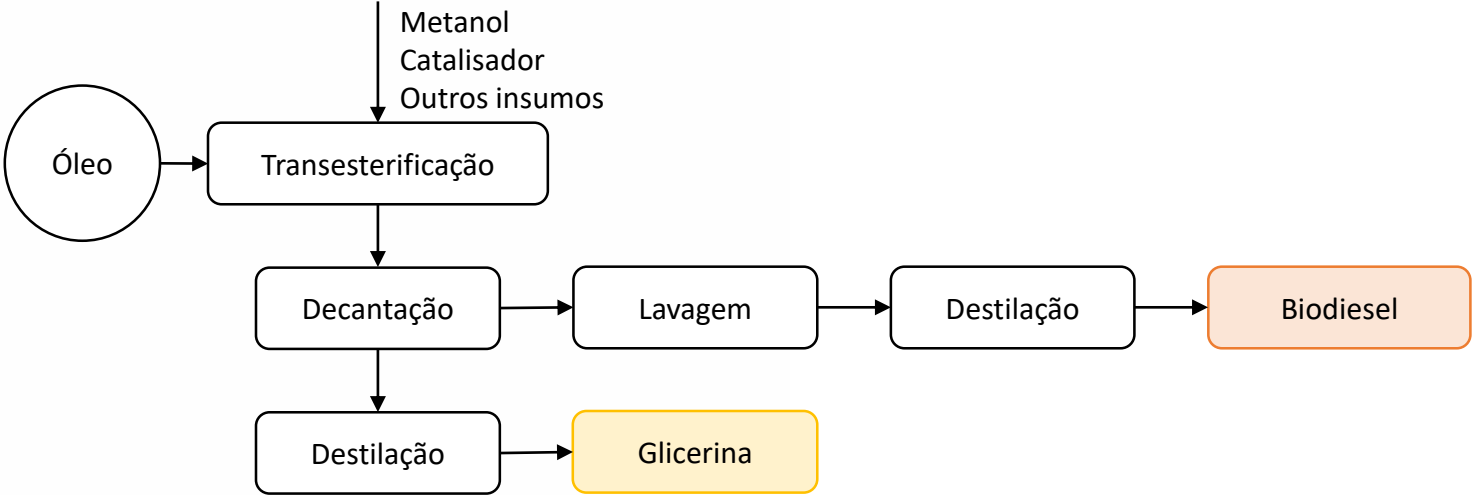


PRODUÇÃO DE BIODIESEL



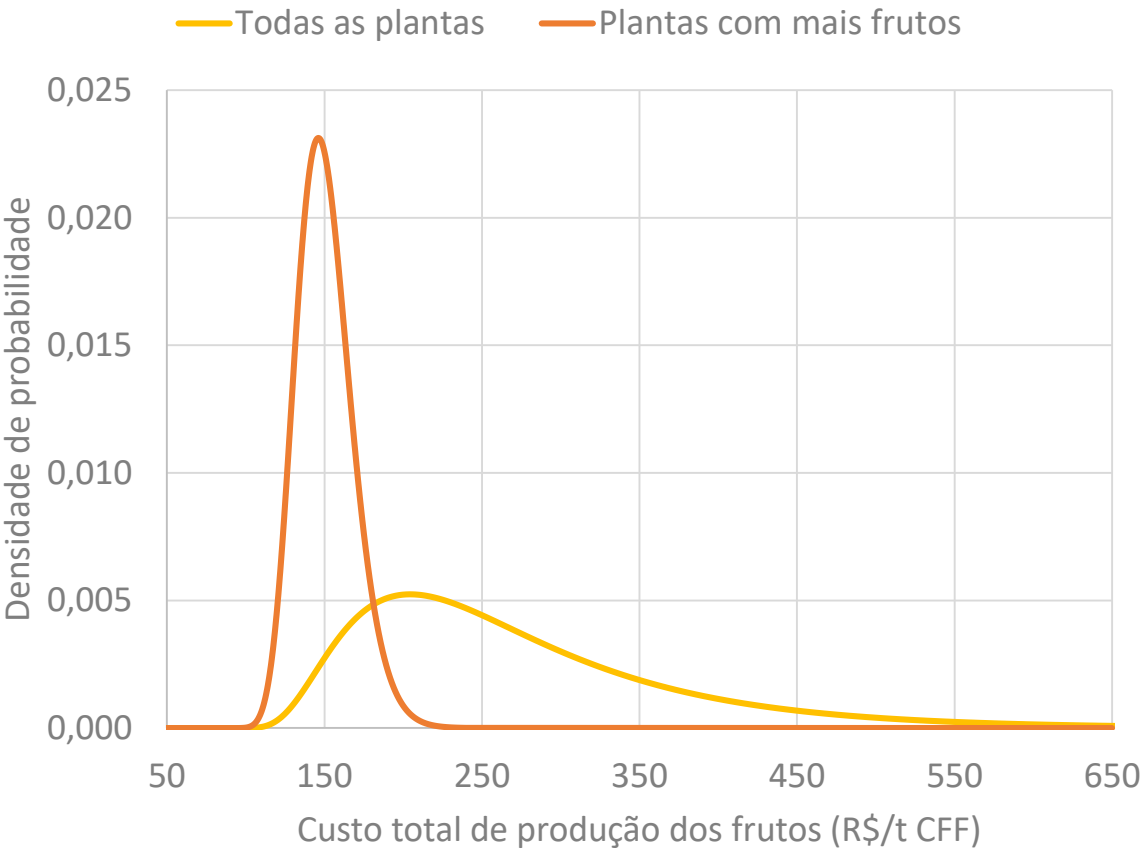
Parâmetro	Unidade	Mais provável	Mínimo	Máximo
Custo total de produção do óleo	R\$/kg	Distribuição: Resposta da extração		
CAPEX da planta de biodiesel		100%	-20%	30%
Preço da glicerina	R\$/t	800	640	960
Custo total de produção do biodiesel	R\$/kg	Resposta Final		

Capacidade de processamento: 100.000 t óleo/ano

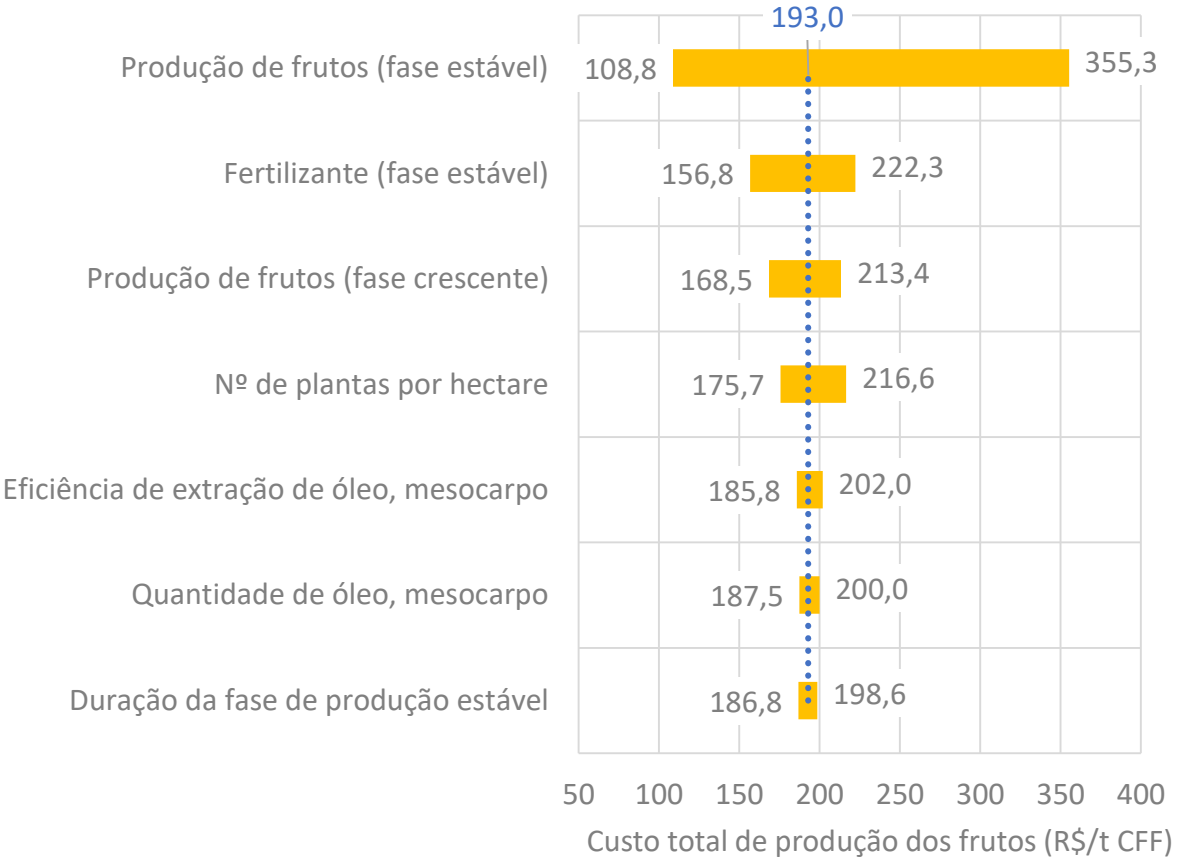


CUSTOS DE PRODUÇÃO – MACAÚBA

Densidade de probabilidade

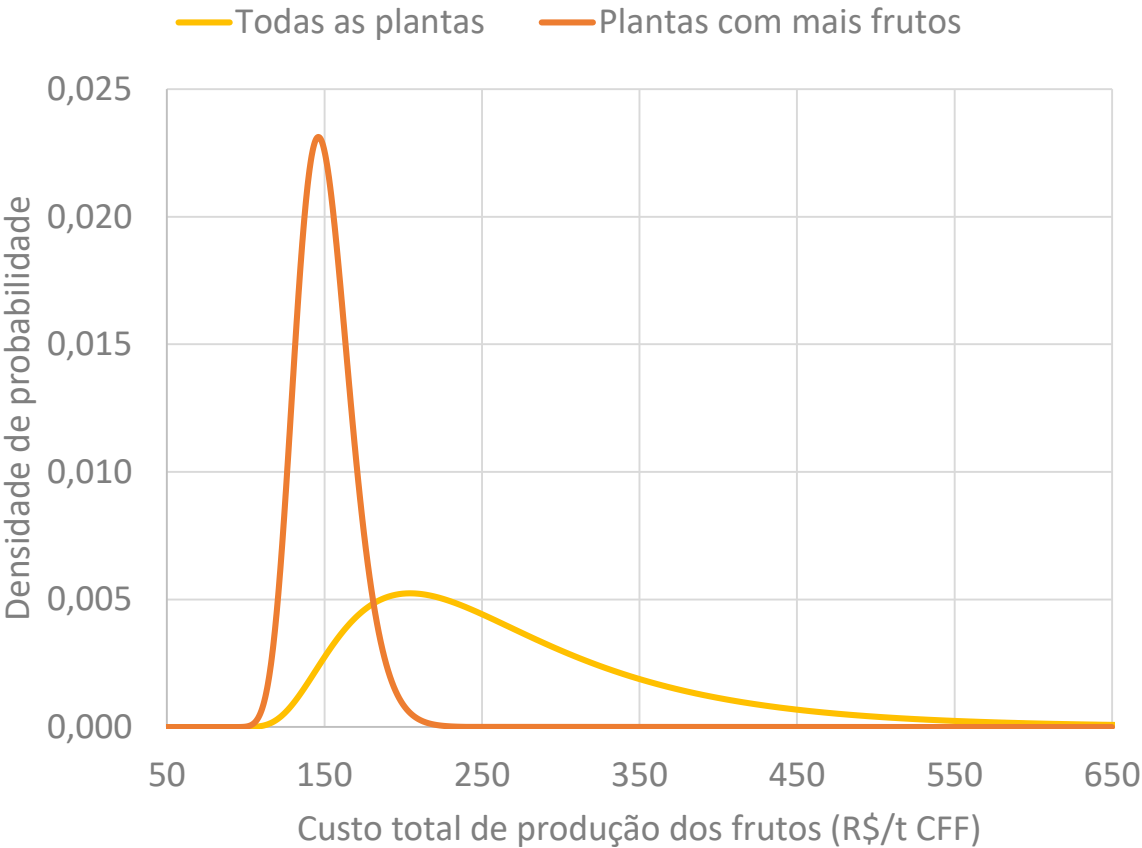


Entradas classificadas segundo o efeito na resposta
Todas as plantas

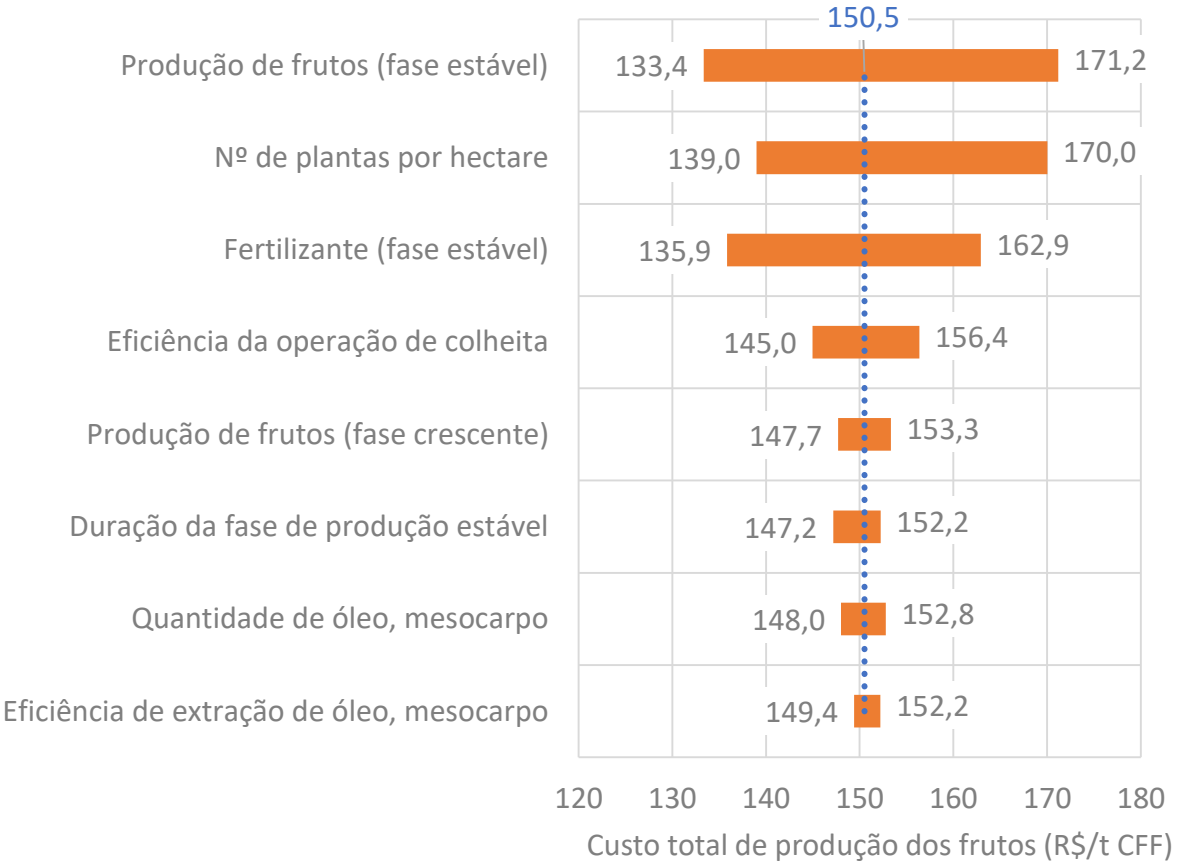


CUSTOS DE PRODUÇÃO – Macaúba

Densidade de probabilidade

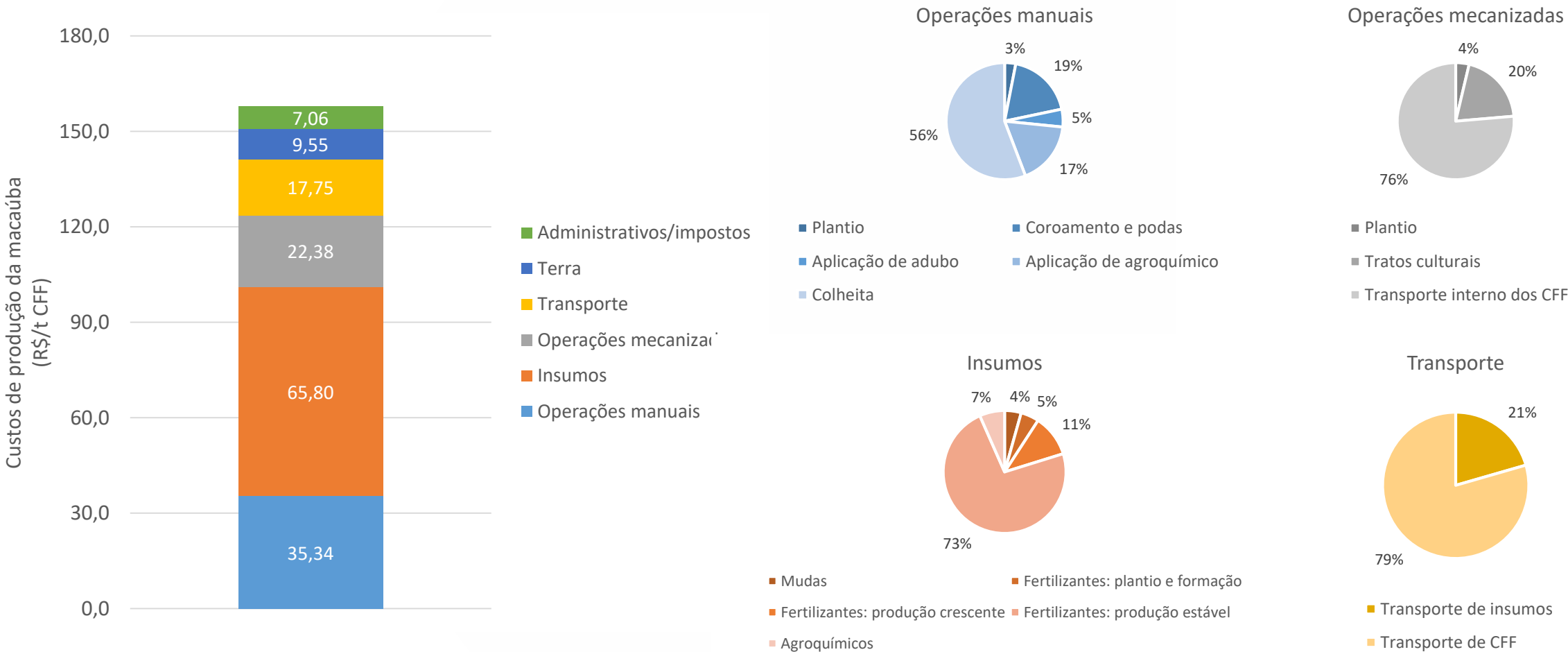


Entradas classificadas segundo o efeito na resposta
Plantas com mais frutos



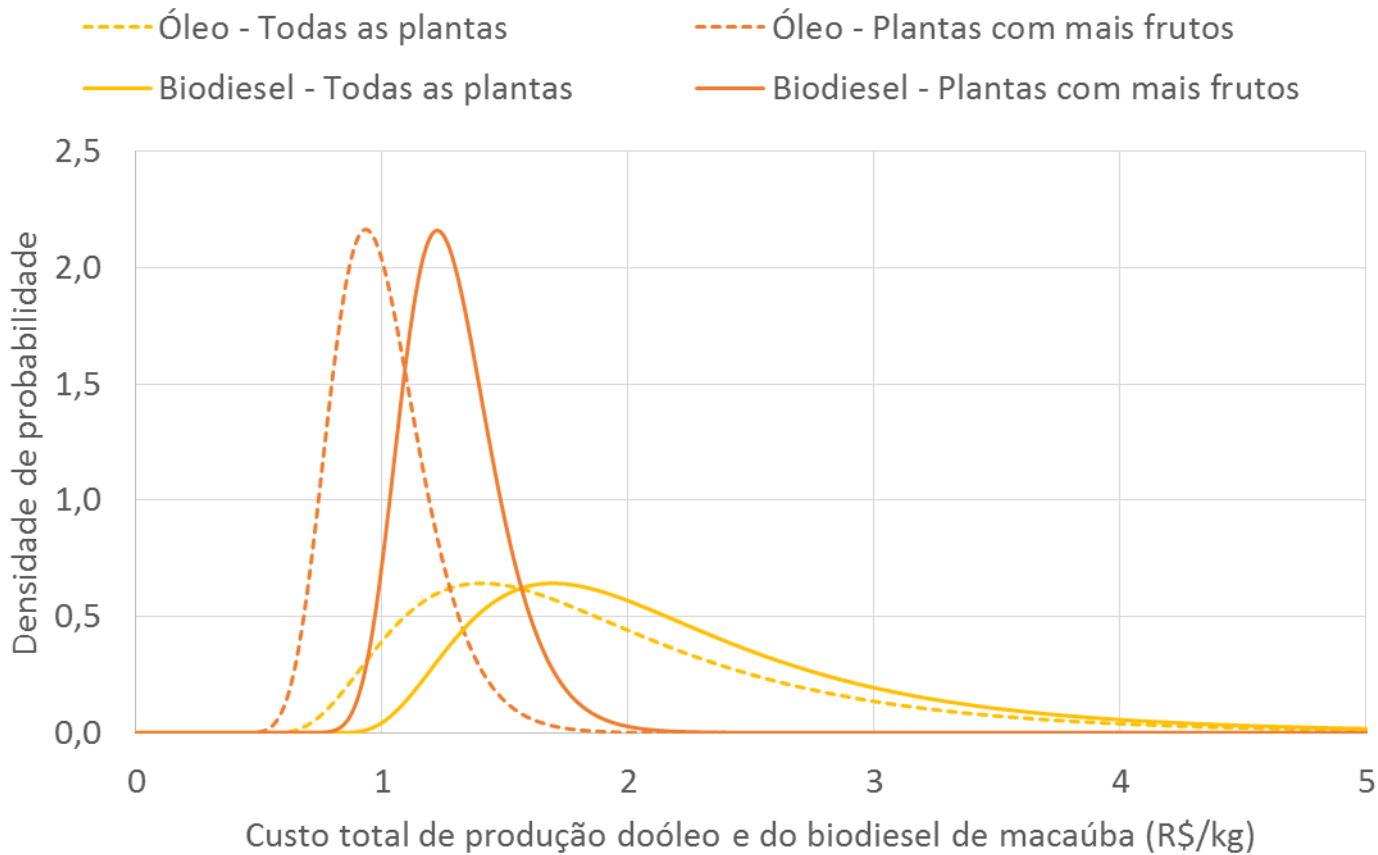
CUSTOS DE PRODUÇÃO DOS FRUTOS

Simulação com valores mais prováveis – Plantas com mais frutos



CUSTOS DE PRODUÇÃO – Biodiesel

Densidade de probabilidade



Probabilidade de o preço mínimo de venda ser inferior ao equivalente de soja

Todas as plantas	45,5%
Plantas com mais frutos	>99%

Referência para o biodiesel de soja: R\$ 1,95 /kg

R\$/kg	Custo do biodiesel	
	Todas as plantas	Plantas com mais frutos
Mínimo	0,73	0,78
Máximo	3,13	1,79
Média	1,16	1,10
Desvio Padrão	0,19	0,13

Produção de biodiesel de macaúba

Alto potencial de apresentar
custos de produção
competitivos



Elevada incerteza



- ✓ Seleção de variedades
- ✓ Melhor definição do sistema agrícola: fertilização e colheita

Obrigado!

Equipe

CTBE

Mateus Chagas
Bruno Klein
Terezinha Cardoso
Otávio Cavalett
Antônio Bonomi

IAC

Carlos Colombo
Joaquim Azevedo Filho
Luiz Henrique Berton

