

Revolução Verde do Arroz na África Subsariana

Keijiro Otsuka e Yukichi Mano
(Universidade de Kobe) (Universidade de Hitotsubashi)

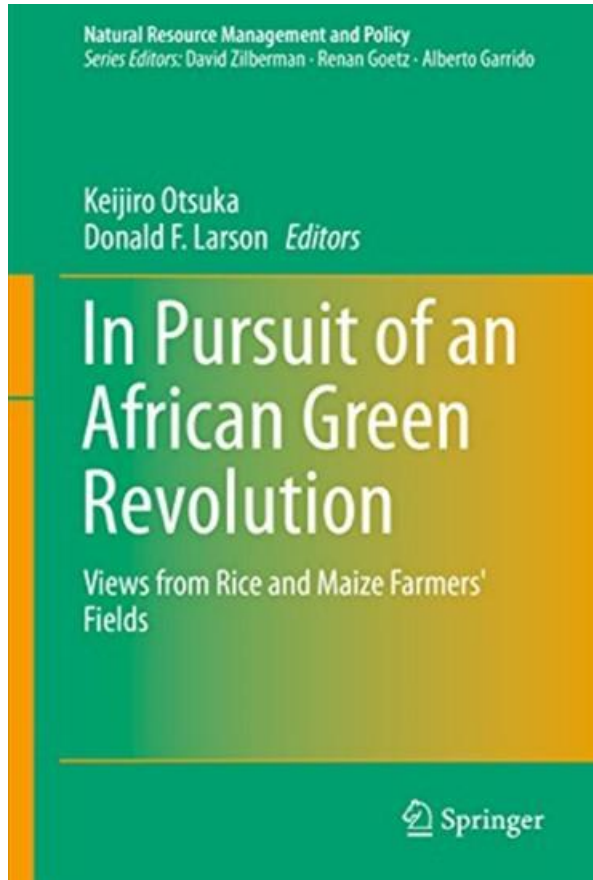
Reunião do CARD em Abidjan
4 de Julho de 2023

Um grande puzzle

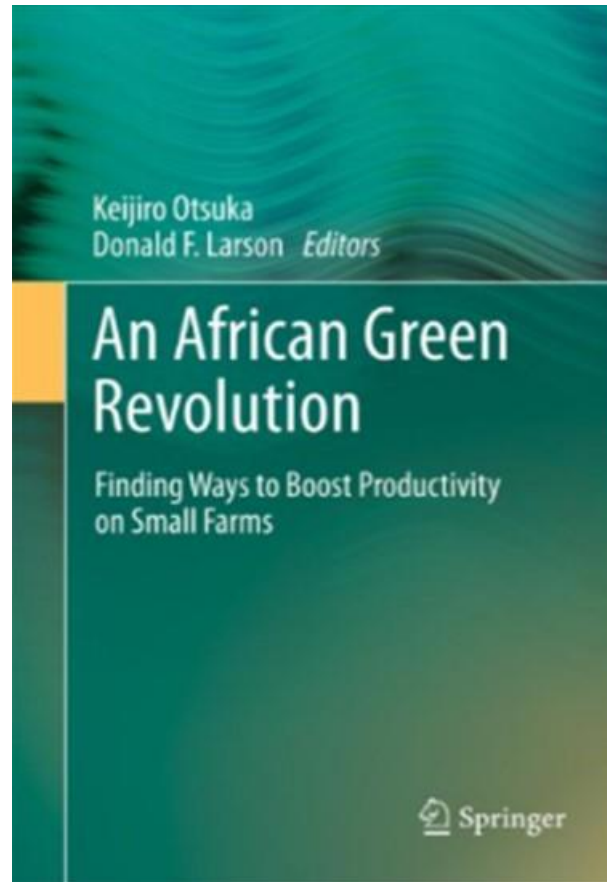
Porque é que a Revolução Verde ainda não aconteceu na África Subsariana?

- A Revolução Verde é essencial para alcançar o primeiro e o segundo objetivos dos ODS, nomeadamente "erradicar a pobreza" e "erradicar a fome".
- Há meio século atrás, a Ásia tropical foi palco de uma experiência bem sucedida.

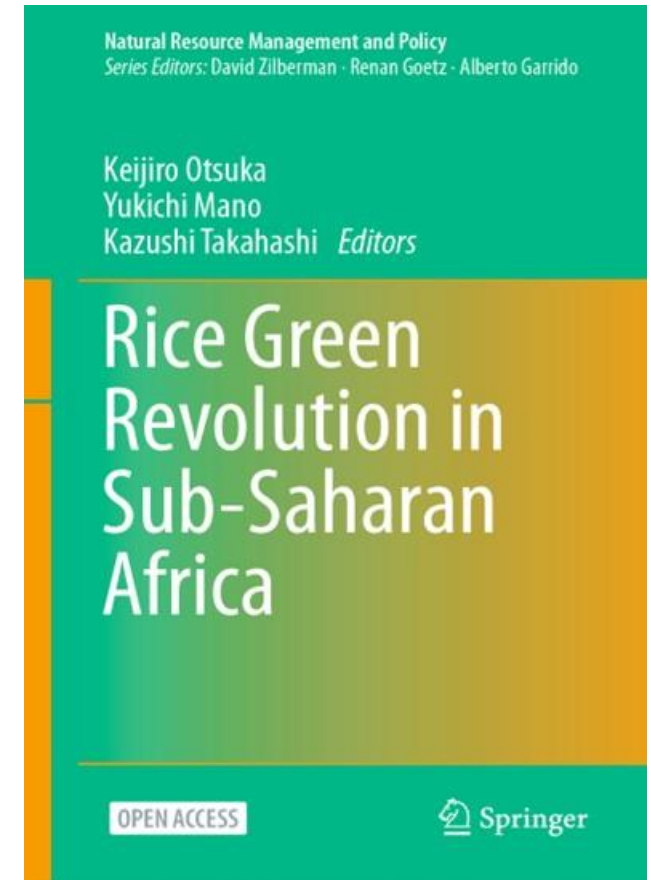
15 anos de estudos de caso em Moçambique, Tanzânia, Quênia, Uganda, Gana, Costa do Marfim e Senegal



Otsuka e Larson (2013)



Otsuka e Larson (2016)

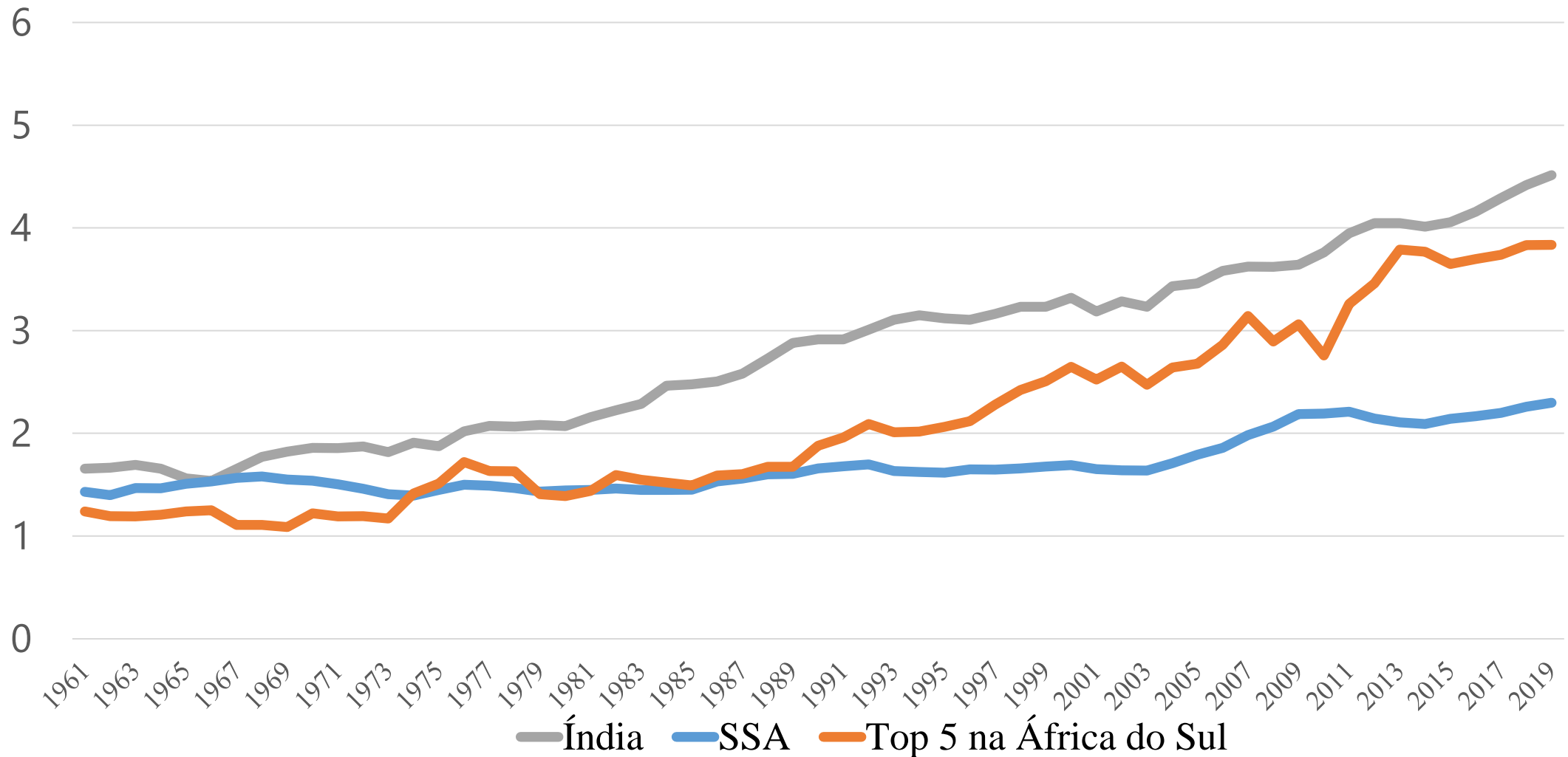


Otsuka, Mano, Takahashi (2023)
Revolução Verde do Arroz na África Subsariana:
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-19-8046-6> (acesso aberto)

Mensagens principais de 3 livros

- Livro de 2013: O arroz é a cultura cerealífera mais promissora na ASS, tendo em conta a elevada transferibilidade da tecnologia da Revolução Verde do arroz asiático.
- Livro de 2016: Os programas de formação em cultivo de arroz aumentam drasticamente os rendimentos do arroz na ASS.
- Livro de 2023: (1) **A Revolução Verde do Arroz não é apenas uma "revolução de sementes e fertilizantes", mas também de gestão intensiva.** (2) O impacto no rendimento dos programas de formação sobre a cultura do arroz é sustentável, com repercussões significativas dos participantes para os não participantes. (3) A mecanização da cultura do arroz e a introdução de máquinas de moagem melhoradas também desempenham um papel fundamental na realização de uma verdadeira revolução verde do arroz em África.

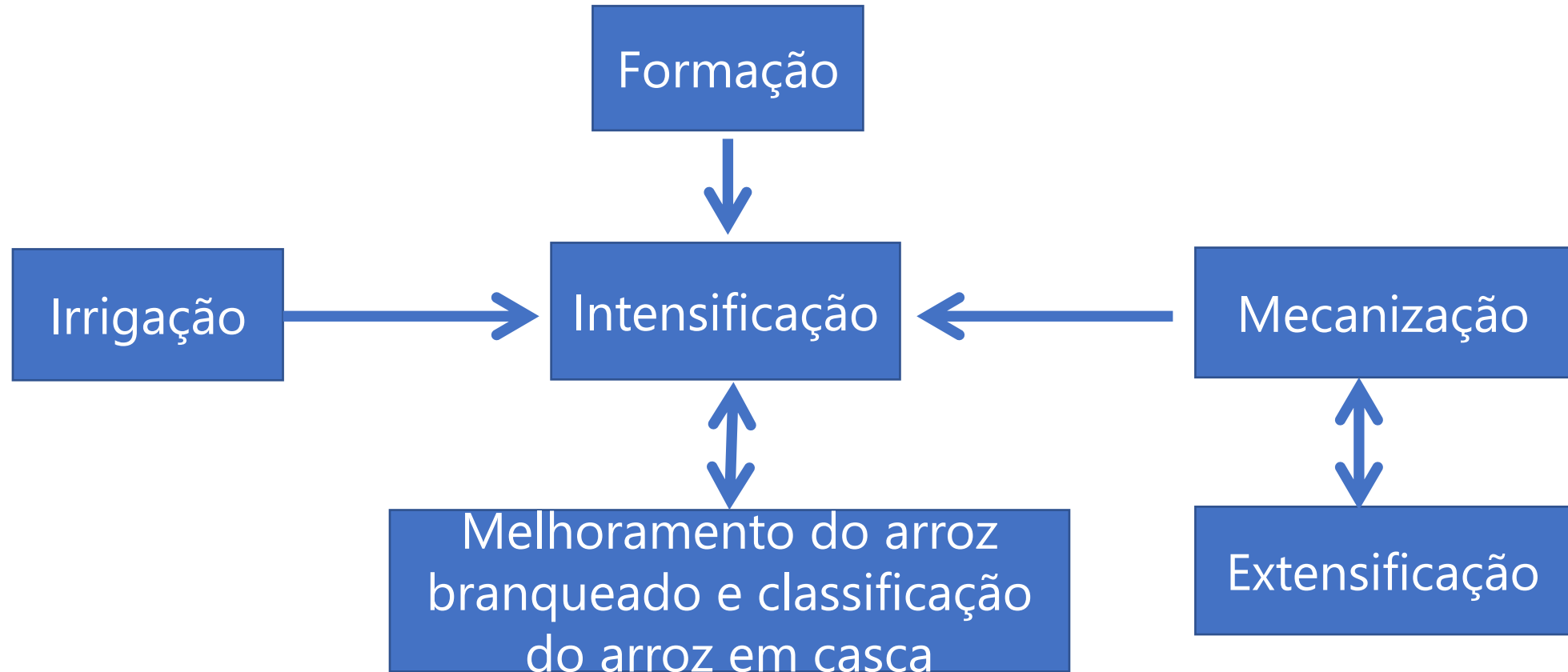
Fig. 1 Alterações no rendimento médio do arroz na África Subsariana, nos 5 principais países (Quênia, Níger, Senegal, Benim e Mali) e na Índia (ton/he)



O que podemos aprender com a Figura 1?

1. A pequena diferença de rendimento entre a Índia e a África Subsariana na década de 1960, antes da Revolução Verde na Ásia
→ O agroclima na África subsariana não é particularmente desfavorável.
2. A diferença de rendimento aumentou desde a década de 1970 devido à Revolução Verde na Índia.
3. O rendimento médio na África Subsariana tem vindo a aumentar desde 2002-03, o que parece ser um sintoma da Revolução Verde.
4. O rendimento médio dos 5 principais países da África Subsariana tem vindo a aumentar desde 1990 e quase alcançou o da Índia. **A Revolução Verde já teve lugar, pelo menos nos 5 principais países da África subsariana!**

Fig. 2 Um quadro conceptual para alcançar uma Revolução Verde do Arroz através da intensificação



1. A formação em cultura do arroz é indispensável

- **A Revolução Verde do Arroz é intensiva na gestão das culturas** (e não apenas na utilização de variedades melhoradas e de fertilizantes inorgânicos).
 - por exemplo, selecção de sementes, construção de feixes, nivelamento e transplantação em linha recta.
- A formação em orizicultura é, por conseguinte, **um ponto de entrada essencial e indispensável** para a Revolução Verde do arroz na África Subsariana.

Campos de arroz sem feixe?

Ausência de barreiras → Ausência de água armazenada → Crescimento de ervas daninhas



Campo de arroz sem feixe



Mais um campo de arroz sem feixe



Campo de arroz com feixe



Campo de arroz com um feixe excessivamente grande

Nivelamento → Distribuição uniforme da água → Crescimento saudável das plantas



Antes e depois do nivelamento

Transplantação em linha recta → monda fácil



Transplantação em linha recta



Campo de arroz bem gerido na Tanzânia



O nosso projecto: Análises empíricas da melhoria da produção de arroz na África Subsariana (O livro 2023)

- Ensaios aleatórios controlados (RCTs) dos programas de formação em cultivo de arroz da JICA em Moçambique, Tanzânia e Costa do Marfim.
- Programas de formação em cultivo de arroz da JICA na Tanzânia e no Uganda.
- Melhoria dos métodos de moagem do arroz na qualidade do arroz moído em Mwea, Quênia.
- Motocultivadores para a intensificação da cultura do arroz na Costa do Marfim e na Tanzânia.
- Investimentos de irrigação em grande escala em Mwea, Quênia.

Tabela 1. Alterações no rendimento médio do arroz e taxas de adopção de tecnologias seleccionadas por estado de formação em áreas de sequeiro antes e depois da formação em Moçambique (RCT)

	Pré-formação	Pós-formação
1. Rendimento do arroz (ton/he):		
Grupo de formação 1	1.94	1.78
Grupo de formação 2	1.53	1.75
Sem formação (grupo de controlo)	1.97	1.54
2. Nivelamento das parcelas (%):		
Grupo de formação 1	14.1	66.7
Grupo de formação 2	18.6	45.5
Sem formação (grupo de controlo)	24.4	3.8
3. Transplantação em linha recta (%):		
Grupo de formação 1	1.3	46.2
Grupo de formação 2	0.0	35.6
Sem formação (grupo de controlo)	0.0	0.0

O número de agricultores é de 78 no grupo 1 e 101 no grupo 2, enquanto o número de agricultores no grupo de controlo é de 78. O primeiro grupo recebeu a formação em 2017, enquanto o segundo grupo recebeu a formação em 2018. A pós-formação refere-se a 2018-19.

Tabela 2. Taxas médias de rendimento e de adopção de tecnologia utilizando o sistema modificado de intensificação do arroz (MSRI) em áreas de sequeiro na Tanzânia em 2013

	Aldeias de formação					Aldeias sem formação
	Parcelas MSRI dos estagiários		Parcelas dos estagiários que não são de MSRI		Não estagiários	
	2012	2013	2012	2013		
	estagiários	estagiários	estagiários	estagiários		
Rendimento do arroz (toneladas/he)	4.7	4.7	3.1	2.8	2.6	2.9
Utilização de fertilizantes químicos (kg/he)	57.9	50.8	9.1	5.1	2.5	2.5
Percentagem de VM (%)	88.0	91.8	10.0	10.2	5.6	2.4
Percentagem de dibragem em linha recta (%)	80.0	77.6	0.0	0.0	0.0	0.8
Percentagem de parcelas que adoptam o espaçamento recomendado (%)	60.0	55.3	0.0	0.0	1.6	2.4
N.º de observações	25	85	20	59	126	83

Tabela 3. Alterações no rendimento médio do arroz e taxas de adopção de tecnologia por estado de formação em zonas de sequeiro no Uganda

	2008/09	2011/12	2015/16
	Pré-formação	Pós-formação (breve)	Pós-formação (longa)
1. Rendimento do arroz (ton/he):			
Participantes	1.24	1.95	2.07
Não participantes	1.35	1.58	2.03
2. Utilização de fertilizantes químicos (%)			
Participantes	0.0	15.4	22.2
Não participantes	3.1	8.5	28.3
3. Construção de feixes (%)			
Participantes	51.1	89.7	88.9
Não participantes	60.9	67.8	63.3
4. Transplantação (%)			
Participantes	66.7	79.5	91.7
Não participantes	63.7	66.1	77.4

O número de participantes é de 45, 39 e 36 nos respectivos anos, ao passo que o número de não participantes é de 64, 59 e 53, respectivamente.

Quadro 4. Alterações na produtividade média do arroz e taxas de adoção de tecnologia por situação de formação em áreas irrigadas na Costa do Marfim (RCT)

	2014	2015	2016
1. Rendimento do arroz (ton/he)			
Participantes	3.44	4.05	3.42
Não participantes	3.94	3.67	3.72
2. Utilização de fertilizantes (kg/he)			
Participantes	215	249	233
Não participantes	254	261	255
3. Nivelamento (%)			
Participantes	77.2	85.7	86.7
Não participantes	79.1	67.7	81.0
4. Transplantação em linha (%)			
Participantes	5.4	37.8	34.9
Não participantes	1.9	10.8	17.9
Precipitação em Julho (mm)	29.9	92.5	19.8

Quadro 5. Comparação dos rendimentos e da adoção de práticas de cultivo seleccionadas entre os principais agricultores, os agricultores intermediários e os agricultores comuns em áreas irrigadas na Tanzânia

	2008	2009	2010	2011	2012
	Antes da formação	Ano de formação	1 ano depois	2 anos depois	3 anos depois
Principais agricultores					
Rendimento por hectare (ton/he)	3.07	4.40	4.81	5.34	4.67
Aplicação de fertilizantes inorgânicos (kg/he)	63.4	115.8	137.7	178.3	131.3
Adopção do nivelamento (%)	46.1	76.9	81.3	86.7	76.9
Transplantação em linha recta (%)	23.1	76.9	93.8	93.3	92.3
Agricultores intermediários					
Rendimento por hectare (ton/he)	2.47	2.57	2.84	4.63	3.93
Aplicação de fertilizantes inorgânicos (kg/he)	22.2	49.0	79.1	103.9	95.2
Adopção do nivelamento (%)	43.5	70.4	74.2	79.2	62.5
Transplantação em linha recta (%)	13.0	44.4	64.5	45.8	58.3
Outros agricultores					
Rendimento por hectare (ton/he)	2.57	2.67	2.53	3.58	3.67
Aplicação de fertilizantes inorgânicos (kg/he)	46.5	58.3	69.7	85.8	83.2
Adopção do nivelamento (%)	54.8	64.1	69.0	76.2	66.9
Transplantação em linha recta (%)	11.1	19.0	25.8	26.9	36.9
Precipitação anual (mm)	1,027	869	917	1,547	1,651

Principais conclusões sobre práticas melhoradas de cultivo de arroz dos quadros 1 a 5

- A **importância** crítica **de práticas melhoradas de cultivo de arroz para aumentar o rendimento do arroz**, mesmo sem melhorias na comercialização, mecanização e instalações de irrigação.
- **Impactos** significativos e **sustentados dos** programas **de formação** em **cultivo de arroz** na produção de arroz, rendimentos e lucros.
- Os estudos de caso no Uganda (Quadro 3), na Costa do Marfim (Quadro 4) e na Tanzânia (Quadro 5) sugerem uma **difusão** significativa **de informação** sobre práticas melhoradas de cultivo de arroz dos participantes na formação para os não participantes.

2. A utilização de tractores facilita a intensificação da cultura do arroz na África Subariana

- Ao contrário da Ásia tropical, a utilização de animais de tracção é limitada na África subsariana devido à tripanossomíase, ou doença do sono (Alsan, 2015).
 - Os animais de tracção permitem uma preparação minuciosa da terra, o que facilita a intensificação da cultura do arroz. Os tractores substituíram basicamente os animais de tracção na Ásia tropical.
- Hipótese: **A utilização de tractores permite uma preparação minuciosa da terra e facilita a intensificação da agricultura na África Subariana.**

Na Costa do Marfim, os tractores de duas rodas permitem uma preparação minuciosa dos terrenos



Tabela 6. Características básicas dos agregados familiares por método de preparação da terra

	Tractor	Manual	Diferença
Chefe do agregado familiar do sexo feminino (=1)	0.01	0.02	-0.007
	(0.13)	(0.15)	
Idade do chefe do agregado familiar	46.32	44.65	1.67
	(9.62)	(12.12)	
Chefe do agregado familiar com alguma escolaridade (=1)	0.66	0.52	0.14*
	(0.47)	(0.50)	
Tamanho da família	10.00	9.45	0.55
	(6.25)	(5.93)	
N.º de técnicas formadas	7.14	6.54	0.59
	(4.02)	(4.20)	
Activo (000 FCFA)	144.53	80.01	64.51*
	(282.2)	(143.7)	
Tamanho da parcela (he)	0.90	0.71	0.19**
	(0.48)	(0.44)	
Obs.	56	80	

Estratégias empíricas

- Regressão transversal com efeitos fixos da aldeia (FE)
 - Aplicamos as metodologias de Oster (2019) para testar a robustez do coeficiente significativamente estimado sobre a utilização de tractores a factores não observáveis
- Estimador duplamente robusto (DR)
 - A DR fornece uma estimativa consistente desde que a pontuação de propensão para a utilização de tractores ou a função de regressão dos resultados em termos de covariáveis seja correctamente especificada (Wooldridge, 2010)

Quadro 7. Impacto da utilização do tractor na aplicação dos factores de produção

	Impacto (Aldeia FE)	Impacto (duplamente robusto)	Resultado médio entre o Manual
Mão-de-obra familiar (000FCFA/he)	99.35** (40.11)	101.79*** (34.58)	76.71
Custo da mão-de-obra contratada (000 FCFA/he)	45.38** (19.00)	44.39*** (16.60)	24.86
Custo da máquina (000 FCFA/he)	55.50*** (11.03)	53.40*** (7.01)	5.36
Adubo químico (kg/he)	86.73* (44.86)	127.37*** (41.50)	181.6

Quadro 8A. Impacto da utilização de tractores na adopção de práticas melhoradas de cultivo de arroz

	Impacto (Aldeia FE)	Impacto (duplamente robusto)	Resultado médio entre o Manual
N.º de práticas adoptadas	0.63** (0.29)	0.47** (0.25)	3.70
Construção de canais (=1)	0.12 (0.10)	0.12 (0.07)	0.68
Construção de feixes (=1)	0.34*** (0.11)	0.29*** (0.08)	0.43
Nivelamento (=1)	0.02 (0.11)	-0.09 (0.08)	0.68
Seleção de sementes (=1)	-0.02 (0.08)	-0.02 (0.06)	0.86
Incubação de sementes (=1)	0.24** (0.11)	0.23** (0.09)	0.45
Transplante (=1)	-0.07 (0.10)	-0.05 (0.08)	0.57

Tabela 8B. Impacto da utilização de tratores na utilização de mão-de-obra familiar na preparação da terra, no estabelecimento das culturas, no tratamento das culturas e na colheita (000FCFA/ha)

	Impacto (Aldeia FE)	Impacto (duplamente robusto)	Resultado médio entre o Manual
Preparação do terreno	7.52	5.46	9.61
	(6.76)	(4.64)	
Estabelecimento das culturas	12.47	14.43	15.58
	(13.08)	(8.84)	
Cuidados com as culturas	50.34**	50.98**	25.12
	(21.16)	(18.03)	
Colheita	28.67**	29.09**	24.24
	(13.81)	(13.20)	

- Preparação do terreno: nivelamento, construção de diques, construção de canais.
- Instalação das culturas: sementeira e transplantação.
- Cuidados com as culturas: monda, aplicação de fertilizantes, aplicação de pesticidas e controlo da água.
- Colheita: colheita, debulha e secagem.

Tabela 8C. Impacto da utilização de tratores na utilização de mão-de-obra contratada na preparação da terra, no estabelecimento das culturas, no tratamento das culturas e na colheita (000FCFA/he)

	Impacto (Aldeia FE)	Impacto (duplamente robusto)	Resultado médio entre o Manual
Preparação do terreno	1.06 (5.69)	0.09 (4.91)	4.73
Estabelecimento das culturas	17.54*** (5.97)	16.21*** (4.42)	2.86
Cuidados com as culturas	8.85** (4.36)	9.55*** (3.53)	2.04
Colheita	28.67** (12.66)	18.45*** (10.40)	13.29

- Preparação do terreno: nivelamento, construção de diques, construção de canais.
- Instalação das culturas: sementeira e transplantação.
- Cuidados com as culturas: monda, aplicação de fertilizantes, aplicação de pesticidas e controlo da água.
- Colheita: colheita, debulha e secagem.

Tabela 9. Impacto da utilização de tractores na produção, rendimento e lucro do arroz

	Impacto (Aldeia FE)	Impacto (duplamente robusto)	Resultado médio entre o Manual
Rendimento do arroz (t/he)	1.15***	1.22***	3.58
	(0.49)	(0.52)	
Rendimento do arroz (000FCFA/he)	84.46	67.06	513.1
	(97.97)	(87.85)	
Lucro do arroz (000FCFA/he)	30.82	26.51	435.1
	(102.97)	(91.47)	
Rendimento total do arroz por parcela (000FCFA)	41.30	25.96	321.2
	(59.52)	(62.06)	
Lucro total do arroz por parcela (000FCFA)	11.05	-3.23	280.9
	(60.56)	(52.02)	

Discussão: Utilização de tratores para facilitar a intensificação da cultura do arroz na África Subsariana

- A teoria da inovação induzida defende que o capital substitui o trabalho à medida que os salários aumentam (Hayami e Ruttan 1985).
- No entanto, a nossa análise da cultura do arroz na Costa do Marfim sugere um papel potencialmente complementar do capital e do trabalho.
- Enquanto o tractor substitui os animais de tracção na Ásia tropical (Binswanger 1978), **o tractor substitui o trabalho manual na preparação da terra, facilitando um melhor controlo da água e a intensificação da cultura do arroz**, na Costa do Marfim (e na Tanzânia, como na Cha 9 de Otsuka, Mano, Takahashi (2023)).

3. A actualização das tecnologias de moagem melhora a qualidade do arroz

- O arroz nacional na África Subsariana muitas vezes não pode competir com o arroz asiático importado devido a **máquinas de moagem inadequadas** (Fiamore et al. 2017; Ragasa et al. 2020).
- **Os consumidores** urbanos **preferem arroz limpo** (Demont & Ndour 2015; Demont et al. 2017).
- Hipótese: **As destruidoras e outras tecnologias de moagem melhoradas melhoram a qualidade do arroz e a sua competitividade em relação ao arroz importado.**

Moagem de arroz em Mwea



- **A principal tarefa consiste em prestar serviços de moagem aos agricultores e comerciantes.**
- Algumas fábricas de descasque compram arroz dos agricultores e vendem arroz branqueado aos consumidores, comerciantes e supermercados.
- Componentes padrão da fresadora: **desbastadores** e **polidores**

Actualização das máquinas de fresagem



- Procura de arroz de alta qualidade.
- Componentes melhorados: **pré-limpadores, destonadores, classificadores, (classificadores de cores).**
- No início da década de 2010, alguns **moleiros empreendedores visitaram a China para apresentar as novas tecnologias.**

Máquinas mais pequenas e melhoradas no final da década de 2010



- No final da década de 2010, foram introduzidas fresadoras multi-estágio de menor escala.

Tabela 10. Número de fábricas de arroz por adoção de distratores

	Total	Não adoptantes	Primeiros utilizadores	Adoptantes tardios
N.º de moleiros (% de adoção de destonadores)				
2011	82 (3.7)	72 (0)	6 (50)	4 (0)
2016	103 (14.6)	82 (0)	15 (100)	6 (0)
2018	84 (26.1)	57 (0)	14 (100)	13 (61.5)
2019	95 (34.7)	62 (0)	14 (100)	19 (100)
Resultado				
2012-2016	41	40	1	0
2017-2019	53	52	1	0

Fig. 3. Quota de mercado do arroz branqueado para clientes

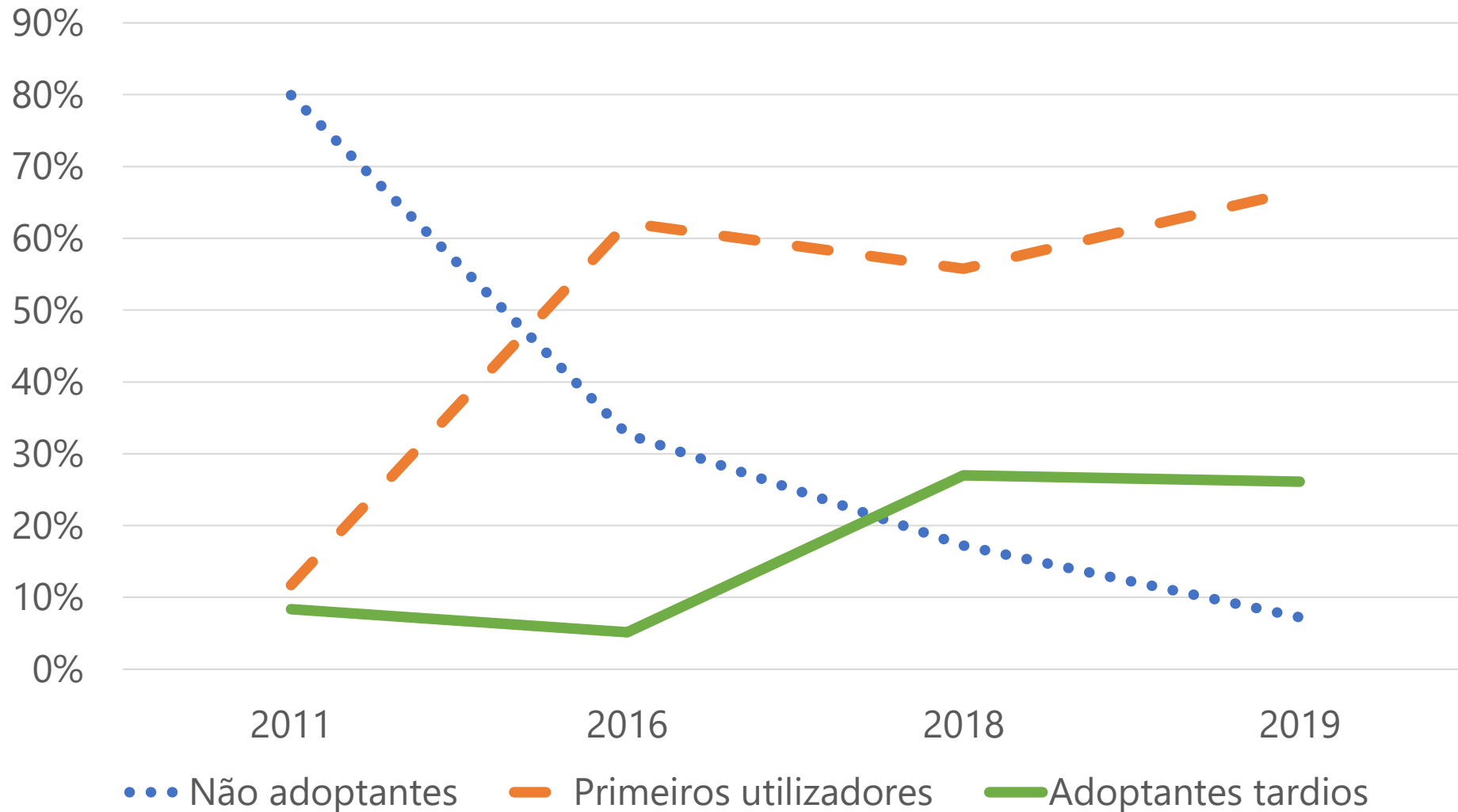
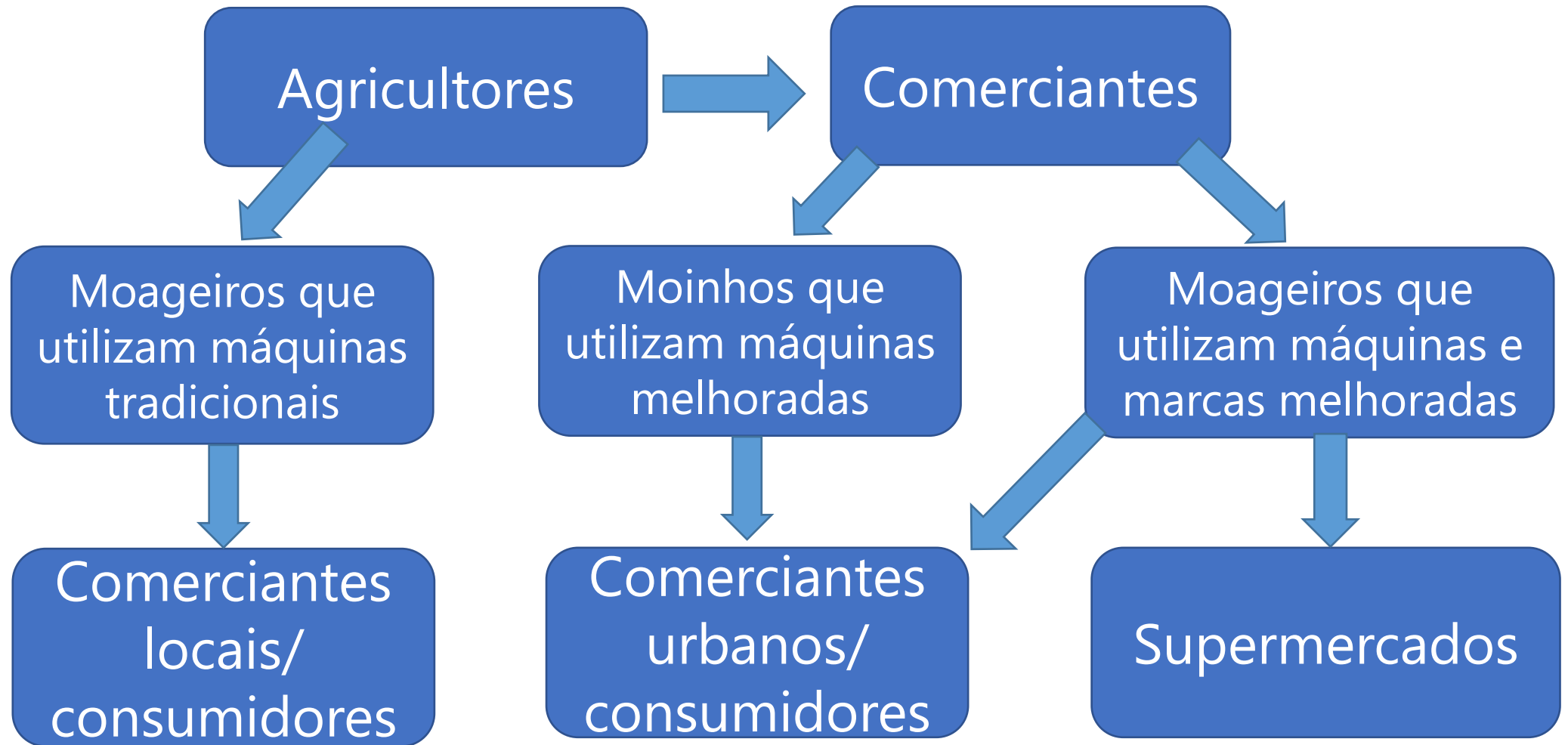


Figura 4. Transformação estrutural da comercialização do arroz



Estratégias empíricas

- Duplamente robusto (DR)
 - O DR fornece uma estimativa consistente desde que a pontuação de propensão para a utilização de tractores ou a função de regressão dos resultados em termos de covariáveis seja correctamente especificada (Wooldridge, 2010)
- Regressão de comutação endógena (RCE)
 - A RCE também é frequentemente utilizada nos estudos de adopção de tecnologias agrícolas para resolver o viés de endogeneidade devido a características não observadas (Di Falco et al. 2011; Khonje et al. 2018; Bairagi et al. 2020)

Tabela 11. Impactos das tecnologias de moagem melhoradas

	Taxa de moagem (Kshs/kg)	Arroz branqueado (ton)	Venda de arroz branqueado (=1)	Preço do arroz (Kshs/kg)	Arroz vendido (tonelada)	Utilização da capacidade	Lucro (milhões de Kshs)	Lucro por capacidade (milhões de Kshs/kg)	Sobrevivência (=1)
ATT (DR)	0.81***	311.18***	0.03	13.34***	145.69***	0.29*	5.90	0.01	0.39***
TDA dos primeiros utilizadores (DR)	0.80***	414.24**	-0.05	7.65	236.94**	0.41	8.07	-0.07	---
TCA de adoção tardia (DR)	0.76***	176.69*	0.25*	15.97***	39.08***	0.12	2.17	0.14*	---
ATT (RCE)	0.43***	437.30***	0.27***	15.25***	144.58***	0.17***	5.76**	0.02	0.74***
ATUT (RCE)	0.54***	322.60***	-0.31***	30.65***	264.45***	0.27***	-2.28***	0.99***	0.49***
Resultado médio entre os não adoptantes	1.89	51.8	0.37	124.4	5.2	0.60	-0.08	-0.04	0.67

ATT = efeito médio do tratamento sobre os tratados, ATUT = efeito médio do tratamento sobre os não tratados

Conclusões e debate sobre tecnologias de moagem melhoradas

- **O aperfeiçoamento das tecnologias de moagem melhora a qualidade do arroz nacional e a sua competitividade em relação ao arroz importado:**
 - Arroz Basmati melhorado de Mwea: 140-200 Ksh/kg;
 - Grãos longos do Paquistão: 100-120 Ksh/kg;
 - Arroz de jasmim tailandês: 350 Ksh/kg.
- **Transformação da cadeia de valor** com os adoptantes:
 - Arroz de comerciantes locais;
 - Marca;
 - Marketing para supermercados.
- Máquinas de moagem de arroz de várias fases mais pequenas reduziram os encargos financeiros dos potenciais adoptantes.

4. Observações finais

- A formação na área da cultura do arroz é um ponto de entrada indispensável para a Revolução Verde na África Subariana.
- A mecanização e a introdução de tecnologias melhoradas de moagem de arroz são também necessárias para uma verdadeira Revolução Verde do arroz na ASS.
- A estratégia fundamental para realizar a Revolução Verde do Arroz na ASS é estabelecer a noção de que **a adoção de práticas melhoradas de cultivo de arroz é um ponto de entrada indispensável.**
- O trabalho da nossa equipa de investigação consiste em recolher dados, analisá-los e divulgar os resultados críticos aos decisores políticos africanos, ao pessoal das organizações internacionais e aos principais cientistas e economistas agrícolas.