

KP16

Ferramenta de Conhecimento
16



CCARDESA
Centre for Coordination of Agricultural Research and Development for Southern Africa

FERRAMENTA DE DECISÃO:

Opções Climaticamente Inteligentes de Gestão de Estrume para a Fertilidade Melhorada do Solo

AGRICULTURA CLIMATICAMENTE INTELIGENTE

FERRAMENTAS DE CONHECIMENTO PARA EXTENSIONISTAS

Ferramentas de Informação Personalizadas para Profissionais do Sector Agrícola

Público-alvo: : Extensionistas a Nível Local (Governo, ONGs/Sociedade Civil, Sector Privado)



Pecuária



Ponto de
Decisão



Género



Juventu
de



Climaticamente
Inteligente



Prática



MaxPixel ND



O QUE É A AGRICULTURA CLIMATICAMENTE INTELIGENTE (ACI)?

A ACI é composta por três pilares interdependentes, que devem ser abordados para alcançar os objectivos globais da segurança alimentar e desenvolvimento sustentável:

- 1. Produtividade:** Aumentar sustentavelmente a produtividade e os rendimentos provenientes da agricultura, sem causar impactos ambientais negativos.
- 2. Adaptação/Resiliência:** Reduzir a exposição dos agricultores a riscos a curto prazo, enquanto desenvolver a capacidade para se adaptar e prosperar em face de choques e tensões a mais longo prazo (resiliência). Atenção é dada à protecção dos serviços dos ecossistemas, mantendo a produtividade e nossa capacidade de adaptar às alterações climáticas.
- 3. Mitigação:** Sempre que possível, a ACI deve ajudar a reduzir e / ou eliminar emissões de gases com efeito de estufa (GEE). Isto implica que reduzimos as emissões para cada unidade de produto agrícola (por exemplo, através de reduzir o uso de combustíveis fósseis, melhorar a produtividade agrícola e aumentar a cobertura vegetal).

ACI = Agricultura Sustentável + Resiliência - Emissões Como é que a ACI é diferente?

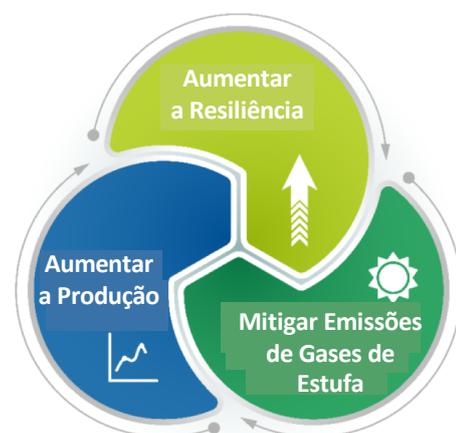
1. A ACI coloca uma maior ênfase nas **avaliações de risco e vulnerabilidade** e na **previsão meteorológica** (curto prazo) e a **modelização de cenários climáticos** (longo prazo) no processo de decisão para novas intervenções agrícolas
2. A ACI promove a **intensificação de abordagens** que alcançam **ganhos triplos** (aumentar a **produção**, aumentar a **resiliência** e [se possível] **mitigar as emissões de GEE**), e ao mesmo tempo **reduzir a pobreza** e **melhorar os serviços prestados pelos ecossistemas**
3. A ACI promove uma abordagem sistemática para:
 - a. Identificar **as melhores opções para o investimento agrícola**
 - b. **Contextualizar as melhores opções** para assegurar o **melhor ajustamento** ao seu contexto específico através de ciclos de aprendizagem e *feedback*
 - c. Garantir um **ambiente favorável** para que os agricultores (e outros intervenientes) possam investir em práticas e tecnologias para catalisar a adopção da ACI

Mensagens Principais:

1. O sistema de alojamento de gado determina as principais características de estrume. Os nutrientes podem começar a dissipar-se imediatamente após a sua excreção. A Gestão de Estrume Climaticamente Inteligente visa reduzir as perdas de nutrientes do estrume.
2. Para tomar decisões climaticamente inteligentes sobre a opção climaticamente inteligente de gestão de estrume que melhor se adapta aos seus agricultores, você precisa de entender:
 - a. O tipo de solo
 - b. As condições climáticas locais
 - c. O sistema de exploração agrícola
3. As opções climaticamente inteligentes de gestão de estrume incluem:
 - a. Recolha
 - b. Armazenagem
 - c. Tratamento.

Pontos de Entrada para a ACI

- Práticas e tecnologias de ACI
- Abordagens de sistemas de ACI
- Ambientes favoráveis para a ACI



2/ OPÇÕES CLIMATICAMENTE INTELIGENTES DE GESTÃO DE ESTRUME PARA O GADO

OPÇÕES CLIMATICAMENTE INTELIGENTES DE GESTÃO DE ESTRUME

A gestão de estrume é uma importante opção da ACI porque:

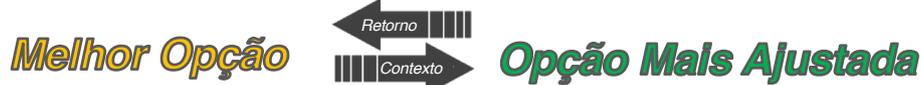
1. O estrume é uma excelente fonte de nutrientes para as plantas e reduz a necessidade de uso de fertilizantes químicos
2. É necessária uma grande quantidade de estrume e as suas emissões de óxido nitroso (N₂O) devem fazer da gestão de estrume uma prioridade para reduzir as emissões de gases com efeito de estufa (GEE)
3. O amoníaco (NH₃), que resulta predominantemente da gestão de estrume, é considerado um poluente ambiental, ao contrário dos GEE, mas a sua quantidade e a das emissões de N₂O, dependem das práticas de armazenagem e gestão de estrume. O NH₃ tem efeitos significativos sobre a saúde humana e o ambiente natural, com as suas emissões que afectam negativamente a biodiversidade, sendo que determinadas espécies e *habitats* são particularmente susceptíveis à poluição provocada por amoníaco.
4. Por outro lado, as emissões de metano resultam basicamente da fermentação entérica em animais ruminantes durante a armazenagem, sendo a gestão de estrume uma fonte secundária.

A gestão de estrume é importante para ajudar a reduzir a geração de GEE, a fim de assegurar a sua devida eliminação, de forma económica e favorável ao ambiente, e, assim, minimizar as emissões de gases com efeito de estufa e outros efeitos ambientais.

Esta Ferramenta de Decisão visa ajudar os extensionistas a nível do campo a tomar decisões climaticamente inteligentes sobre qual a opção de gestão de estrume que melhor se adapta ao contexto dos seus agricultores. Esta ferramenta não foi concebida como um guia técnico para efeitos de implementação. Ela foi concebida para ajudar os extensionistas a tomar decisões climaticamente inteligentes sobre o melhoramento dos seus sistemas de produção agrícola, juntamente com os seus clientes / agricultores. Estão incluídas, no final da ferramenta, referências a guias técnicos relevantes para as práticas e tecnologias descritas. A ferramenta centra-se em algumas das **Melhores Opções Climaticamente Inteligentes de Gestão de Estrume** para a criação pecuária na Região da Comunidade de Desenvolvimento da África Austral (SADC). Não são apresentadas de acordo com uma ordem particular e foram escolhidas como as melhores ajustadas porque:

- São climaticamente inteligentes (ver Quadro 1)
- São aplicáveis em várias zonas agroecológicas em toda a região
- Apresentam um elevado potencial para mitigar as emissões de GEE resultantes da produção pecuária na Região (ver Quadro 1).

Estas são as melhores opções. É necessário ter uma compreensão do contexto local e das prioridades dos agricultores para tornar estas opções nas que melhor se adaptam às necessidades de cada agricultor.



Quadro 1: As Melhores Opções Climaticamente Inteligentes de Gestão de Estrume para a Região da SADC.

Opções Climaticamente Inteligentes de Gestão de Estrume	O que é?	3 Pilares de ACI		
		Aumenta a Produção	Aumenta a Resiliência	Mitiga as emissões de GEE, se possível
Recolha	Métodos de recolha de estrume animal quando os animais são mantidos em áreas confinadas, tais como currais ou estábulos	O estrume aplicado em solos melhora e restaura a fertilidade dos solos e aumenta o potencial de absorção pelas culturas, resultando em maiores colheitas. Pode também reduzir a necessidade de fertilizantes sintéticos suplementares	A adição de matéria orgânica melhora as condições físicas do solo, em particular a agregação e o espaço dos poros, o que, por sua vez, leva a um aumento da capacidade de infiltração e retenção de água, a uma melhor preparação do solo, e a uma menor erosão do solo. A adição de matéria orgânica também reduz os efeitos de erosão do solo provocados pelo vento e pela chuva e reforça assim a resiliência do solo às alterações climáticas	A gestão integrada de estrume tem potencial para atenuar dois potentes gases com efeito de estufa: metano (CH ₄) e óxido nitroso (N ₂ O)
Armazenagem	Armazenagem do estrume animal para garantir a diminuição das perdas de nutrientes e das emissões de GEE			
Tratamento	O objectivo consiste em reduzir o volume exposto, melhorar a aplicabilidade e / ou aumentar o valor	Potencial para reduzir os custos de energia através da produção de biogás		



A **Gestão Integrada de Estrume (IMM)** é o manuseio otimizado e num local específico do estrume animal recolhido por meio de tratamento e armazenagem, até à sua aplicação às culturas (e à aquicultura).

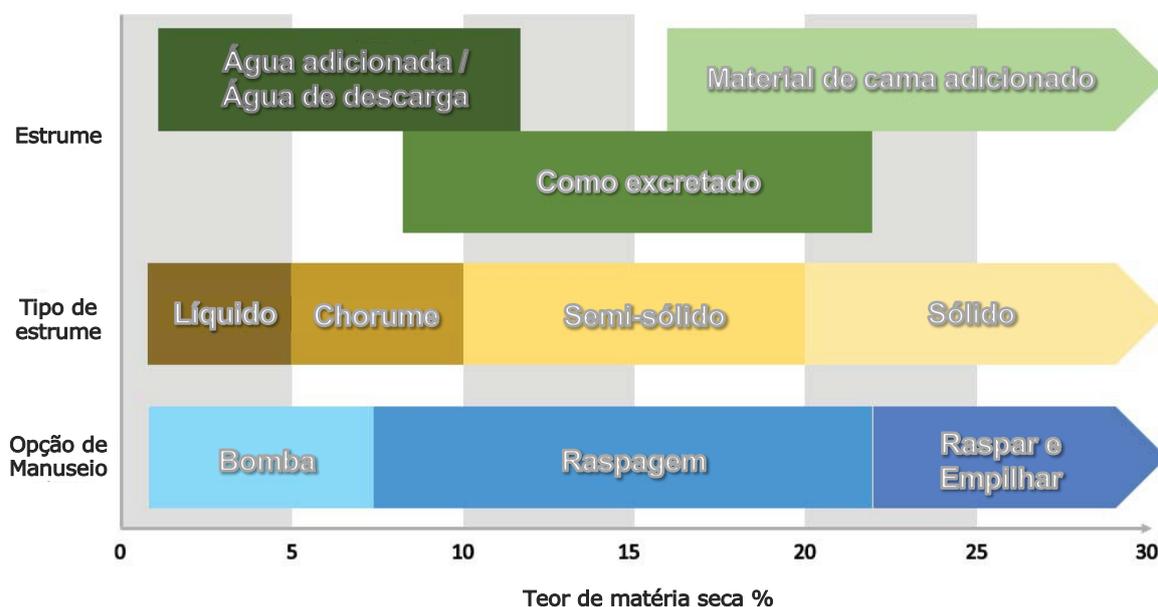
Factos importantes a reter:

- O sistema de alojamento determina as principais características de estrume.
- Os nutrientes podem começar a dissipar-se imediatamente após a sua excreção.

O objectivo da Gestão Integrada de Estrume visa evitar perdas de nutrientes na cadeia de produção de estrume, na medida do que é praticamente possível.

Inicialmente, o estrume e a urina são as substâncias excretadas pelos animais. Assim que o **estrume** é misturado com outras substâncias, como a urina, água ou materiais de cama, é chamado **estrume**. Com base no teor de matéria seca, existem vários tipos de estrume. Estes são descritos na Figura 1.

Figura 1: Principais tipos de estrume, de acordo com o teor de matéria seca.



Fonte: after Wageningen UR: Manure Management in the sub-tropics – Training Manual for Extension Workers

QUAIS SÃO AS PRÁTICAS CLIMATICAMENTE INTELIGENTES DE GESTÃO DE ESTRUME MELHOR AJUSTADAS AOS SEU(S) AGRICULTOR(ES)?

O estrume é aplicado como um **correctivo do solo** (Ver KP06 - **Opções Climaticamente Inteligentes de Correctivos do Solo**). Para tomar decisões inteligentes em termos climáticos sobre a gestão de estrume e ter a melhor qualidade possível de estrume para aplicar, é necessário compreender:

- O tipo de solo (textura, declive, teor de matéria orgânica, etc.)

- As condições climáticas locais (período de precipitação, duração e intensidade de precipitação, temperaturas /luz solar)

- O actual sistema de exploração agrícola.

Um conhecimento profundo do **contexto** vai ajudá-lo a desenvolver as opções de **gestão de estrume** que são as **Melhor Ajustadas**, ao invés de serem simplesmente as **Melhores Opções** para uso na exploração agrícola.

4/ OPÇÕES CLIMATICAMENTE INTELIGENTES DE GESTÃO DE ESTRUME PARA O GADO

CONHEÇA O SEU SOLO

A maioria das explorações agrícolas na Região da SADC beneficiará da **adição de matéria orgânica**.

O conhecimento das características actuais do solo vai ajudá-lo na tomada de decisões sobre quando, onde e como poderá ser necessário usar o estrume para manter e melhorar a fertilidade do solo.

Questões chave:

- Qual é a textura do solo (argiloso / sedimentoso/ arenoso)?
- Qual é a estrutura do solo - Será que fica intacto quando é colocado em água?
- Quanta matéria orgânica existe no solo?
- Qual é o método de lavoura (se tal for o caso)?
- Qual é o declive?
- Quais correctivos do solo são actualmente aplicados, se tal for o caso?
 - Será que esses correctivos são aplicados em todos os lugares ou apenas em algumas partes?
- Existem muitas árvores nos campos agrícolas ou ao redor destes?
- São cultivadas culturas?
 - Quais culturas e onde?
 - Será que o gado pasta na área cultivada?

As Figuras 2 e 3 ilustram algumas das características dos solos não saudáveis e saudáveis. A Figura 2 mostra minhocas num torrão da camada superior do solo; um bom indicador de actividade biológica do solo, mas quase completamente ausente de solos cultivados. A Figura 3 mostra pequenos torrões de um campo arado (direita) e de terra virgem (esquerda) depois de terem sido lançados cuidadosamente para a água. Os torrões de cor mais clara do campo arado desintegram-se, enquanto os torrões do solo virgem permanecem intactos.

ENTENDER AS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

A próxima etapa consiste em conhecer o contexto local em termos de precipitação e luz solar, uma vez que estes factores possam ter um efeito dramático sobre a qualidade do estrume produzido, bem como sobre o período de tempo que este venha a precisar de ficar armazenado antes da sua utilização:

- Quando é o período de precipitação?
- Qual é a intensidade dos episódios de precipitação? durante toda a estação?
- Quando ocorrem períodos de sol e / ou de seca?

Trabalhe com os seus agricultores para definir um calendário sazonal que retrate a incidência de períodos de precipitação e de seca. Se dados fiáveis não estiverem disponíveis localmente, você deverá trabalhar conjuntamente com os agricultores para recolher dados sobre a precipitação, e especialmente documentar datas em que se registaram chuvas, sua duração e intensidade. Ao longo do tempo, você poderá construir uma imagem das tendências locais. Esta informação pode ser usada para servir de referência para a tomada de múltiplas decisões climaticamente inteligentes na exploração agrícola, não só em relação à gestão de estrume.

Figura 2: Um solo saudável demonstra uma abundante actividade de minhocas.



Fonte: Patrick Wall, CIMMYT.

Figura 3: Um teste de campo sobre a estabilidade agregada.



Fonte: Christian Thierfelder, CIMMYT.



O actual sistema agrícola

Os sistemas de cultivo são variados e complexos por toda a Região da África Austral. Um agricultor/criador pode ter apenas um tipo específico de gado como a sua única fonte de rendimento ou pode ter vários tipos de animais, bem como de culturas, sendo que cada parte do sistema pode ter impacto sobre a outra. A maioria dos pequenos agricultores/produtores pode adoptar um sistema agrícola diversificado, em que o gado desempenha um papel fundamental. Para tomar decisões climaticamente inteligentes sobre as opções de gestão de estrume, nós precisamos de entender as actuais práticas de gestão para cada tipo de gado no sistema agrícola, incluindo o seguinte:

• Sistema agrícola:

- Quando é que são as principais estações de cultivo e de pastoreio?
- Que culturas são cultivadas?
- Para que são usadas essas culturas?
- Pastoreio Rotacional? Como é que o gado pasta?

O desenvolvimento de um calendário agrícola detalhado é uma maneira inteligente para conhecer as alterações ao longo do ano.

• Explorações de Polipecuária:

- Tipo e números (a idade e o sexo devem ser registados)
- Porquê que é mantido cada um dos tipos de animais?

• Alojamento para o gado:

- Quais são as estruturas de alojamento, se houver?
- Qual é o tipo de camas usado para os animais, se houver?
- Quais são os períodos de estabulação - haverá mudanças diurnas, nocturnas e / ou sazonais?
- Será que todos os animais ficam juntos ou são separados por idade, sexo e / ou espécie?
- Será que são providenciados comedouros?
- Onde é que é feita a recolha do estrume, se é que é feita, e como?
- Quantas vezes é o estrume recolhido e para que fins?
- Será que diferentes animais são tratados de forma diferente?

• Estrume animal:

- Será que é actualmente usado na exploração agrícola?
- Quais as quantidades usadas?
- Para que fim é usado?
- Como é recolhido e armazenado?
- É tratado?

• Pontos de água:

- Onde estão situados os pontos de água?
- Existe água em quantidade suficiente durante todo o ano?

• Culturas cultivadas na exploração agrícola:

- Quais são as principais culturas cultivadas pelo agricultor na sua superfície agrícola?
- Quais são as necessidades de nutrientes?
- Qual é o ciclo de crescimento da cultura cultivada?
- Quais são as necessidades de nutrientes?
- Qual é o rendimento típico?
- O que é feito com os resíduos das culturas?

• Ração do gado:

- Será que os animais são alimentados nos estábulos, enquanto estão amarrados, enquanto pastam livremente, ou através de uma combinação destes métodos?
- Quais são as mudanças observadas ao longo do ano e das estações?
- Onde é que os animais pastam (se esse for o caso) e durante quanto tempo?
- Quais plantas, resíduos, culturas e / ou árvores servem de alimento aos animais?
- Como é que os hábitos alimentares mudam ao longo do ano?

• Cultivo de forragens:

- Quais são os principais tipos de culturas forrageiras plantadas na exploração agrícola, especificamente como material de forragem para alimentação dos animais (incluindo árvores)?
- Qual é a superfície de terra utilizada para cada cultura?

6/ OPÇÕES CLIMATICAMENTE INTELIGENTES DE GESTÃO DE ESTRUME PARA O GADO

• Recolha de forragens:

- Será que o agricultor faz a colheita de qualquer material forrageiro?
- Se tal for o caso, que tipo de forragem e em que medida é que esta fonte de alimentação contribui para o regime alimentar dos animais (em termos percentuais)?

• Compra de ração suplementar:

- Que ração animal é adquirida pelo agricultor, se tal for o caso?
- Como é que isso muda ao longo do ano (ou de estação para estação)?
- Qual é o custo dessa ração animal?

• Processamento de forragens:

- Será que alguma dessa forragem é processada (por exemplo, silagem cortada ou triturada ou feno)?

• Pastagens:

- Será que os animais passam algum tempo a pastar?
- Se tal for o caso, que tipo de forragem e em que medida é que esta fonte de alimentação contribui para o regime alimentar dos animais (em termos percentuais)?

• Fontes de rendimento familiar:

- Quais são os principais factores contribuintes para o rendimento familiar?
- Qual é a contribuição da produção pecuária para a renda familiar total?

• Uso de gado dentro do sistema da exploração agrícola:

- Por que é que o agricultor tem cada um dos tipos de gado?
 - » Para consumo próprio ou venda (carne, leite ou outro produto)?
 - » Como estratégia de sobrevivência (para venda em períodos de escassez ou durante períodos de dificuldade do agregado familiar)?
 - » Como símbolo do estatuto social?
 - » Como animais de tracção?
 - » Para transporte?
 - » Como fonte de estrume para culturas e/ou combustível?
 - » Por uma combinação das razões mencionadas acima?

• Mão-de-obra:

- Quem executa cada tarefa pecuária (homens, mulheres e/ou crianças)?
- Quanto tempo leva para executar cada tarefa?
- Será que todas as tarefas exigem a contratação de mão-de-obra e, em caso afirmativo, qual é o custo envolvido?

• Sazonalidade:

- Será que as necessidades de mão-de-obra e a sua disponibilidade mudam ao longo do ano (para homens, mulheres e/ou crianças)?
- Será que os animais se deslocam de uma área para outra ao longo do ano?

• Fontes de crédito:

- O crédito é igualmente acessível a todos os agricultores (homens, mulheres, jovens e outros subgrupos)?
- Quais são as condições de reembolso do empréstimo?

• Acesso a insumos agrícolas:

- Será que o acesso é igual para homens, mulheres, jovens e outros subgrupos?
- O que limita o acesso dos agricultores?

• Propriedade da terra:

- Será que a terra pertence à comunidade ou é de propriedade individual, ou será que ambos os regimes existem?
- Onde é que se situa a terra que pertence à comunidade e onde é que se situa a terra que é de propriedade individual? Um mapeamento dos recursos pode ser útil neste caso.
- Onde se encontra a fonte de água e quem tem acesso a essa água?
- A terra é propriedade de homens ou de mulheres, ou de ambos?
 - » Será que o acesso dos homens e das mulheres é igual?
 - » Haverá alguns grupos que têm mais acesso do que outros?
 - » O que limita o acesso à terra?

• Existem projectos agrícolas na área-alvo?

- Quem e o que visam esses projectos?
- Será que esses projectos podem ser alavancados para ajudar a apoiar a gestão climaticamente inteligente de estrume ou vice versa?



O Ponto de Decisão abaixo descreve como uma compreensão do contexto e uma avaliação das prioridades dos agricultores podem levar a decisões climaticamente inteligentes sobre as opções de gestão de estrume.

PONTO DE DECISÃO

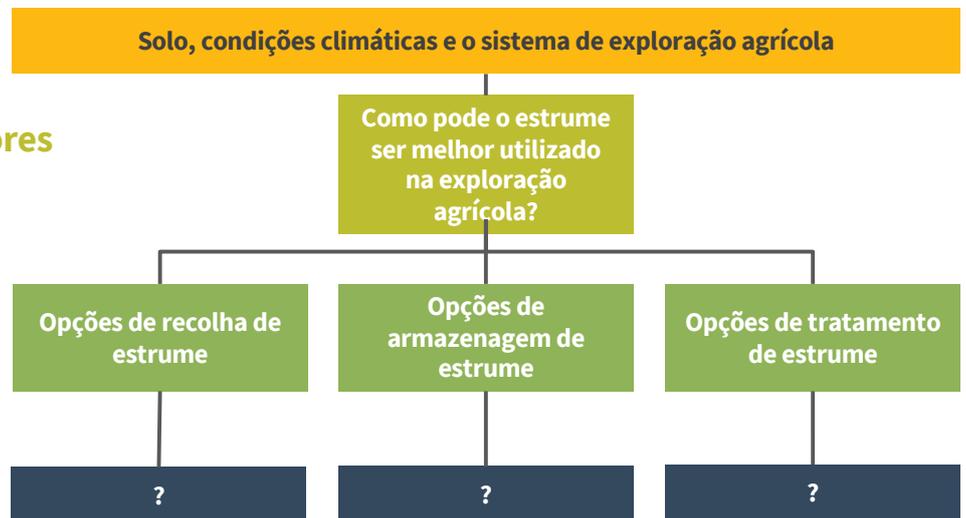


Compreender o contexto

Prioridades dos agricultores

Opções Climaticamente Inteligentes de Gestão de Estrume

Viabilidade



AS MELHORES OPÇÕES CLIMATICAMENTE INTELIGENTES DE GESTÃO DE ESTRUME PARA LIDAR COM AS EMISSÕES DE GEE

Existem três fases na gestão de estrume. O objectivo consiste em minimizar a perda de nutrientes em cada fase. Isto reduzirá as emissões de gases com efeito de estufa e também assegurará a obtenção de um benefício máximo resultante da adição de estrume ao solo como um correctivo orgânico do solo, assegurando a sua aplicação em tempo oportuno para ser utilizado pela cultura e minimizando o risco de perda através de emissões gasosas, de lixiviação ou de escorrência. As três fases são aplicáveis em toda a Região da SADC. Combinações dessas opções fornecer-lhe-ão os melhores resultados. Apesar de serem as melhores opções, não são universalmente aplicáveis. A ACI é de contexto específico e cada uma destas opções terá de ser testada sob as condições locais e adaptada para torná-la **melhor adequada** ao contexto local.

Antes de avaliar a viabilidade das opções climaticamente inteligentes de gestão de estrume, cada opção deve ser discutida em detalhe com os seus agricultores.

RECOLHA DE ESTRUME

Uma maior ingestão de nutrientes significa mais nutrientes no estrume e na urina dos animais. A urina contém azoto mineral e potássio. O sistema de alojamento determina as principais características de estrume.

8/ OPÇÕES CLIMATICAMENTE INTELIGENTES DE GESTÃO DE ESTRUME PARA O GADO

O Quadro 2 descreve os diferentes sistemas de alojamento de animais vigentes na Região e os correspondentes atributos do estrume de cada um desses sistemas. O estrume animal seco, sólido, líquido, de estábulo e o chorume são tipos de estrume que podem ser encontrados em todos os sistemas de criação de gado. Assim que o excremento é misturado com outras substâncias, como a urina, água ou materiais de cama, é chamado estrume. A mistura de excremento com outras substâncias depende, em grande medida, do sistema de alojamento.

Quadro 2: Relação existente entre o sistema de alojamento e o tipo de estrume, com indicações da adequação dos diferentes tipos de estrume para diferentes tratamentos e aplicações.

Sistemas de alojamento	Recolha e adições	Tipo de estrume	O mais adequado para:
Para o gado:			
Criado ao ar livre e em currais	Perde-se grande parte da urina	Excremento seco	Fertilização
Sem acesso a pastagens, remoção de esterco	A urina pode ser recolhida	Excremento húmido	Digestão, fertilização
Sem acesso a pastagens, descargas diárias	Excremento + urina + água	Excremento líquido	Digestão, irrigação, piscicultura
Sem acesso a pastagens, raspagem	Excremento + urina	Chorume	Digestão, fertilização
Sem acesso a pastagens, piso de cama	Excremento + alguma urina + material de cama	Estrume de estábulo	Compostagem, fertilização
Sem acesso a pastagens, piso ripado	Excremento + urina	Chorume	Digestão, fertilização
Para suínos:			
Piso ripado (ripas de madeira)	A urina pode ser recolhida	Excremento húmido	Digestão, fertilização
Piso ripado, armazenagem de chorume animais	Excremento + urina	Chorume	Digestão, fertilização
Piso sólido, descarga diária	Excremento + urina + água	Estrume líquido	Digestão, irrigação, piscicultura
Piso sólido com material de cama	Excremento + alguma urina + material de cama	Estrume de estábulo	Compostagem, fertilização
Para aves de capoeira:			
Ao ar livre, com capoeira à noite	Estrume seco	Estrume seco	Fertilização
Camadas em gaiolas	Estrume húmido quando fresco	Estrume húmido	Fertilização
Para todos os animais:			
Cama espessa	Excremento + urina + muito material de cama	Estrume de estábulo	Compostagem, fertilização

Fonte: FAO, *Manure management in the (sub) Tropics*.



O excremento e a urina de animais confinados podem ser facilmente recolhidos. Em sistemas de curral, os animais têm algum confinamento que permite a recolha do esterco, mas:

- Uma vez que os animais são frequentemente mantidos em solo descoberto, a urina não pode ser recolhida
- O excremento está sujeito a perdas de azoto mais elevadas

O piso facilita a recolha tanto de estrume como de urina.

O estrume armazenado em casas com telhado está menos exposto a perdas de azoto através da volatilização. A cobertura do telhado também impede escorrências e perdas de minerais por lixiviação como resultado da chuva.

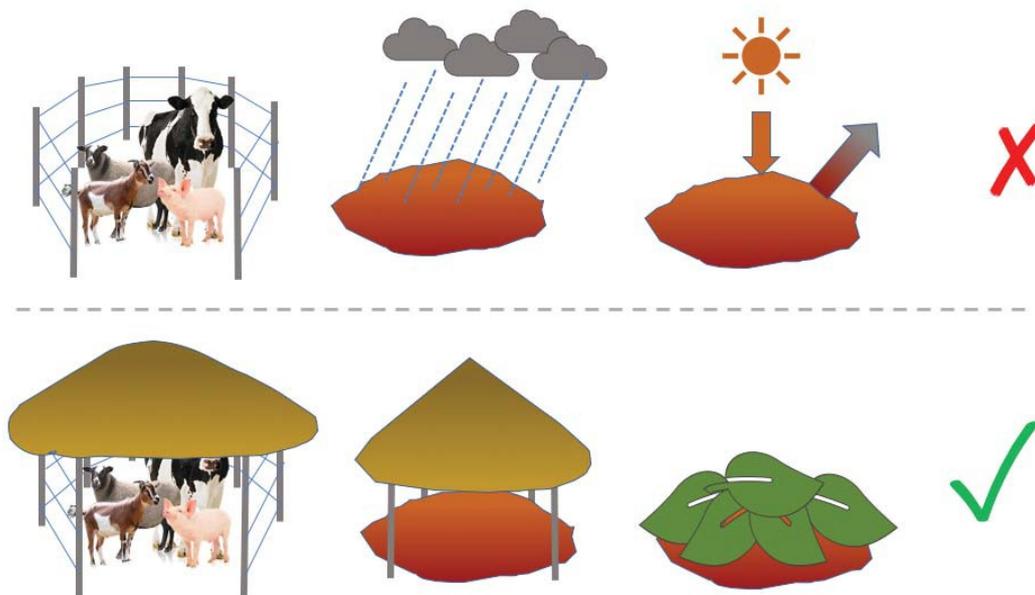
O teor dos nutrientes do estrume depende daquilo que é recolhido juntamente com o estrume: O material de cama, os restos de ração, descargas de águas residuais, penas e solo, por exemplo, afectarão o teor dos nutrientes. A Figura 4 ilustra o que é aconselhável fazer e o que é desaconselhável fazer no que respeita à recolha e armazenagem de estrume.

A recolha de urina com o excremento para formar chorume é a forma mais fácil mas, muitas vezes, não é muito viável em pequenas explorações agrícolas.

Os **materiais de cama** absorvem a urina e contêm alimentos vegetais residuais (ver Figura 4). Isso aumenta o valor nutricional geral do composto. Para evitar a descarga de urina com o acamamento, considere realizar as seguintes actividades:

- **Corte ou triture** os materiais (por exemplo, palha de arroz seco e / ou restolho, ervas cortadas, forragens verdes não consumidas), a fim de que sejam mais fáceis de espalhar e possam decompor-se mais rapidamente. Também podem ser utilizadas cascas de café e serradura.
- Espalhe uma camada de 15 cm de **material de cama** sobre o espaço. Permita que o estrume e a urina **se acumulem**.
- Após 3-4 dias, os materiais de cama terão ficado completamente encharcados de urina. **Misture-os para incorporar o estrume**. Remova a mistura e coloque-a num poço ou numa pilha totalmente coberta para conservar os nutrientes.
 - O composto está pronto para ser utilizado dentro de um mês e meio ou menos.
- **Forneça materiais de cama frescos** e repita as etapas anteriores.

Figura 4: A cobertura do estrume impede a perda de azoto por meio de lixiviação, escorrência e volatilização.



Fonte: FAO, Manure management in the (sub) Tropics.

10/ OPÇÕES CLIMATICAMENTE INTELIGENTES DE GESTÃO DE ESTRUME PARA O GADO

Este método simples aproxima-se dos princípios de um **sistema de cama espessa** (Ver Figura 5). Trata-se de sistemas em que as camadas de material de cama são repetidamente espalhadas sobre camadas mais antigas à medida que fiquem sujas. Este sistema é mais comum em explorações avícolas, embora também seja usado para suínos, bovinos e pequenos ruminantes. Em condições normais, o estrume decompõe-se gradualmente e o composto é produzido mais cedo ou mais tarde. A gestão de camas espessas envolve o seguinte:

- **Proporcionar uma aeração adequada** dos resíduos:
 - Em sistemas de produção avícola, as galinhas cuidarão de revolver grande parte dos resíduos, mas isso deve ser monitorizado e as áreas não abrangidas, ou que se tenham solidificado, devem ser revolvidas.
- **Proporcionar uma ventilação adequada:** A ventilação cruzada e beirais abertos são ideais. Assegurar que não existem correntes de ar, particularmente nos poleiros. A humidade em excesso e o gás amoníaco devem ter um meio de escape.
- **Assegurar um equilíbrio de humidade correcto:** a humidade é essencial para o processo. Os excrementos são constituídos por 85% de água, por isso, é menos provável que o material de cama se tornará demasiado seco, em vez de demasiado húmido.
 - O resultado de material de cama húmido é que as galinhas vão ficar doentes. Evite a ocorrência de derrames de água dos bebedouros e adicione o material de cama quando necessário para evitar a solidificação.
- A **saúde animal** é melhorada recorrendo à gestão 'tudo dentro e tudo fora', em que o estrume também é removido do local de alojamento depois de cada ciclo de produção.

Figura 5: Bovinos em fase de terminação num sistema de cama espessa.



Fonte: FAO, *Manure management in the (sub) Tropics*

ARMAZENAGEM DE ESTRUME

A armazenagem de estrume é necessária para fechar a lacuna entre o momento de excreção e o momento oportuno de aplicação em terras de cultivo. Este é o período em que os nutrientes são muito susceptíveis a perdas para o ambiente. Uma armazenagem de estrume adequada desempenha um papel fundamental na prevenção da poluição ambiental e de outras perturbações como odor e moscas.

A quantidade de azoto no estrume tende a diminuir ao longo do tempo, porque o amoníaco (NH_3), o azoto (N_2) ou o óxido nitroso (N_2O) são emitidos, ou porque o azoto solúvel é lixiviado pela água da chuva. O pentóxido de fósforo (P_2O_5) e o óxido de potássio (K_2O) também podem ser perdidos por causa da lixiviação provocada pela água da chuva, reduzindo ainda mais a utilidade do estrume.

A armazenagem adequada preserva os nutrientes agrícolas até ao momento da sua aplicação. Recomendam-se as seguintes características:

- A cobertura dos telhados dos locais de armazenagem evita a escorrência de nutrientes para o solo e para a água.
- O piso dos locais de armazenagem evita a lixiviação de nutrientes para o solo e para a água.
- Uma cobertura hermética dos locais de armazenagem impede a volatilização de nutrientes para o ar.

De entre as opções climaticamente inteligentes em termos climáticos para a armazenagem de estrume constam as seguintes:

- **Poços de compostagem cobertos**
 - Estes podem ser selados por meio de um piso de terra compactada ou mediante um revestimento com folhas de plástico, lama meio endurecida ou endurecida ou ainda betão, limitando assim as emissões de gás para o ambiente.
 - A luz solar deve ser excluída tanto quanto possível.
- **Estábulos com pisos ripados elevados** (Usados principalmente para caprinos)
 - O esterco e a urina aglomeram-se debaixo do piso ripado.
 - Os pisos são geralmente de terra compactada e a urina pode escoar-se por lixiviação. Isto pode ser melhorado:



- » Ao selar o piso para que a urina não possa ser absorvida.
- » Ao adicionar alguma palha para absorver a urina
- » Ao garantir que o estrume não fica exposto à luz solar.
- » Ao garantir que o telhado tem um beiral de tamanho suficiente para proteger o esterco e o estrume contra a entrada de chuva pluvial.
- Alternativamente, o estrume pode ser recolhido regularmente e transferido para um poço ou para uma outra área de armazenagem preparada para o efeito.
 - » Isso exige mais mão-de-obra.

• Currais

- Estes recintos são frequentemente utilizados como fertilização in-situ da terra arável, transferindo o curral regularmente.
- A fertilidade do solo de uma área maior é parcialmente concentrada na terra arável, melhorando assim os níveis de nutrientes, especialmente de azoto, concentrados na terra arável, e permitindo a produção de culturas em situações de escassez de recursos.
- As perdas provocadas por lixiviação serão ligeiramente mais elevadas do que durante o pastoreio normal, devido o aumento dos níveis de azoto e de potássio.

• Armazenagem de lotes secos

- Se a urina não for recolhida e o acamamento for pouco utilizado, as perdas de N e K serão elevadas quanto maior for a perda de urina. Perde-se também parte dos nutrientes nos excrementos. A recolha de urina minimizará as perdas de potássio, mas as perdas de azoto permanecerão, muitas vezes, elevadas à medida que a volatilização aumenta; no entanto, esta depende das condições climáticas, do tempo de armazenagem e do método de armazenagem.
- O uso de acamamento, com suficiente capacidade de absorção para captar urina, pode reduzir as perdas de azoto em cerca de 15% do azoto mineral (a perda por massa de azoto por hectare).

• Estrume líquido e chorume

- O chorume origina-se quando esterco e urina são armazenados juntos num ambiente fechado debaixo do piso ou transferidos para um silo ou poço exterior.
- O piso pode ser sólido com raspagem regular ou ripado, caso em que as excreções caem directamente no local de armazenagem. Na produção de leite, muitas vezes também é adicionada água de descarga proveniente de uma sala de ordenha adjacente.

- Excepto para frangos de corte, este é o principal método em sistemas de pecuária intensiva.
- O chorume torna-se estrume líquido quando água é adicionada, e a matéria seca reduz-se para menos de 5%. Quando não adiciona água, e a matéria seca fica dentro da escala de 5 a 10%, ainda continua a ser chorume.
- As perdas por volatilização dependem do nível de ventilação, da profundidade do local de armazenagem e do tempo de armazenagem, mas muitas vezes variam entre 5% e 35% do azoto total excretado.
- As emissões de metano podem ser reduzidas por digestão anaeróbica do chorume fresco num silo fechado.

Biogás

Um outro método de armazenagem consiste num digestor de biogás. A produção de biogás através da digestão anaeróbica da matéria orgânica, por exemplo, estrume, é uma tecnologia relativamente simples. Pode ser implementada ao nível da agricultura familiar, da povoação e da indústria. O gás pode ser usado directamente como fonte de calor para cozinhar ou para iluminação, ou indirectamente ao ligar um gerador para produzir electricidade. Um metro cúbico de biogás contém o equivalente a 6 kWh de energia calorífica, equivalente a aproximadamente 1 litro de gasóleo ou a 2 kWh de electricidade, ou ainda a 4 kg de lenha e a 6 kg de palha de arroz. Um bovino cruzado ou dois bovinos de raça locais podem ser suficientes para gerar biogás suficiente para uma única família.

O biogás produz menos dióxido de carbono do que o combustível fóssil e, por conseguinte, a sua produção e utilização contribuem para a redução de gases com efeito de estufa.

A Figura 6 fornece uma panorâmica geral de onde a produção de biogás é recomendada e que tipo de digestor pode ser usado com diferentes tipos de estrume. Para explorar com êxito um digestor anaeróbico, é necessário um influxo constante de matéria-prima (estrume) e de água, dependendo do teor de matéria seca da matéria-prima. Ambas devem estar continuamente disponíveis. Isso pode causar problemas de continuidade em sistemas pecuários 'tudo dentro e tudo fora', em que os celeiros são deixados vazios por um período de tempo para controlar doenças e pestes animais. Além disso, a quantidade disponível de estrume animal não é constante quando o gado se encontra em pastoreio durante o período de crescimento e só é mantido em confinamento durante períodos de tempo limitados, por exemplo, períodos de seca ou períodos extremamente chuvosos.

Economia da biomassa:

- Substitutos de biogás para combustíveis fósseis e combustíveis de biomassa.
- Um biodigestor precisa de ser alimentado com estrume fresco todos os dias do ano.
- A digestão de estrume não altera o teor de nutrientes do estrume; o biochorume continua a ser um fertilizante valioso.

Existem vários tipos de biodigestores disponíveis:

- Lagoas e silos cobertos são mais adequados para produção em maior escala.
- Domes fixos, sacos e digestores em fluxo contínuo são mais adequados para a produção em pequena escala.

Figura 6: Panorama de conjunto das características de estrume visando a tomada de decisões sobre um Digestor Anaeróbico.



Fonte: FAO, Manure management in the (sub)Tropics

TRATAMENTO DE ESTRUME

As características do estrume podem ser alteradas antes, durante ou após a armazenagem. O tipo de tratamento será ditado por aquilo que o agricultor pretende alcançar. O Quadro 3 detalha os tipos de tratamentos necessários, em função do objectivo do tratamento de estrume.

Quadro 3: Algumas razões possíveis para o tratamento de estrume.

Objectivo	Resultado final	Tratamentos
Reduzir o volume	Manuseio mais fácil, necessidade de uma capacidade reduzida de armazenagem e custos de transporte mais reduzidos	Desidratação Separação física
Melhorar a aplicabilidade	Manuseio mais fácil e mais possibilidades de aplicação específica	Adições Separação física Compostagem
Aumentar o valor	Fertilizantes altamente concentrados	Refinação

Fonte: FAO, 2015.



Desidratação: Processo de remoção de água do chorume. Isso pode ser realizado de várias maneiras [127].

- Secagem ao Ar
 - É necessário um grande espaço com um piso impermeável
 - A água da chuva deve ser mantida afastada; por isso, um telhado poderá ser necessário
 - Caso se utilizar o método de secagem ao ar, perde-se praticamente todo o azoto mineral
 - O produto final, uma fina crosta de estrume, é adequado para ensacamento e para venda
- Secagem Activa:
 - Uso de ventiladores para acelerar o processo de secagem
 - Método usado na produção de frangos/ovos em grande escala
- Secagem no Curral
 - O uso de um misturador rotativo para misturar a camada superior do solo com o estrume em intervalos de alguns dias
 - Este areja o esterco / urina e o solo, ajudando-os a secar
 - O estrume pode, então, ser removido para ser armazenado ou aplicado
 - Pode ser adequado para alguns produtores de pequena/média escala

Separação Física: Um tratamento mecânico, aplicado principalmente aos chorumes para extrair a humidade e separar o estrume numa fracção líquida e numa outra fracção sólida. A separação não afecta a composição química, mas afecta sim o teor de nutrientes de ambas as fracções. Apresentam-se a seguir algumas considerações que devem ser consideradas quando uma separação física é usada.

- Uma vez que o teor de azoto mineral seja mais elevado na urina e o teor de P_2O_5 (Pentóxido de Fósforo) é mais elevado no esterco, após a separação, a fracção líquida contém mais azoto e a fracção sólida contém P_2O_5 .
- Nas explorações agrícolas com recursos limitados em termos de fertilizantes, este método abre a possibilidade de usar a fracção líquida em culturas com uma necessidade relativamente alta de azoto (por exemplo, milho) e de utilizar a fracção sólida em solos com níveis relativamente baixos de P_2O_5 .
- Diluída com água, a fracção líquida pode ser usada para irrigar as culturas.

- A fracção líquida não diluída é também adequada como fertilizante na piscicultura.

- A fracção sólida, sendo um produto empilhável, é fácil guardar e transportar (por exemplo, para venda).

Adições: Destinam-se a tornar o produto do estrume mais manuseável. Os digestores anaeróbicos produzem biogás e biochorume. O biochorume é muitas vezes difícil manusear, porque é muito líquido, podendo as culturas estar distantes e/ou é difícil alcançar.

A adição de materiais de cama, como palha ou resíduos secos de culturas ao biochorume para captar uma grande quantidade de humidade, acaba por produzir um produto empilhável e, portanto, será mais fácil manusear. Também terá um maior teor de matéria orgânica.

Este é um tipo de fase que precede o processo de compostagem.

Refinação: Esta é uma solução de alta tecnologia para a colheita de nutrientes (minerais ou compostos) de estrume orgânico. Os materiais colhidos podem ser utilizados para fertilização ou para um novo processo bioquímico. Este é um tratamento industrial e não é adequado para pequenos produtores.

Compostagem

Esta pode ser usada para transformar os resíduos orgânicos da agricultura num valioso recurso de correcção e fertilização dos solos. A compostagem é adequada em todas as situações agrícolas, explorações agrícolas grandes ou pequenas e com tipos de estrume sólido e líquido.

A compostagem é o processo natural de fermentação ou de decomposição da matéria orgânica por micro-organismos sob condições aeróbias. O composto é uma rica fonte de matéria orgânica. A matéria orgânica do solo desempenha um papel fundamental na manutenção da qualidade do solo e, conseqüentemente, na produção agrícola sustentável. Para além de ser uma fonte de nutrientes para culturas, melhora as propriedades físico-químicas e biológicas do solo (por exemplo, a capacidade de retenção de água e a resistência à erosão).

A recolha dos materiais de compostagem, a formação do monte, a rega regular e o revolvimento da pilha, quando não mecanizados, fazem da compostagem uma actividade intensiva em termos de mão-de-obra. É importante compreender quem irá fornecer a mão-de-obra para preparar o composto e quando este trabalho precisa de ser feito, para que o composto esteja pronto para aplicação quando necessário.

14/ OPÇÕES CLIMATICAMENTE INTELIGENTES DE GESTÃO DE ESTRUME ANIMAL PARA O GADO

Os micro-organismos na pilha de composto precisam de carbono (C) e de azoto (N) nas proporções adequadas para o seu crescimento e actividade. Alguns materiais, tais como estrume de gado misturado com materiais de cama, cascas de soja e feno de leguminosas, têm um rácio C / N próximo do intervalo ideal. Os materiais com um teor elevado de N são estrumes animais e resíduos vegetais; enquanto aqueles ricos em C são caules de milho, serradura e feno. Se for incluído demasiado material verde, a pilha apodrecerá e perder-se-á grande parte do N como gás. Se for utilizado demasiado pouco material verde, então o processo de decomposição será demasiado lento e os materiais duros, as sementes de ervas daninhas e os agentes patogénicos não se desintegram ou isso ocorrerá apenas após um período prolongado.

O chorume é um excelente material para aumentar o ritmo no qual os detritos, resíduos de culturas, lixo, etc., são compostados. Também fornece humidade à biomassa compostável.

O revolvimento do composto de dentro para fora, com regularidade, garante um bom fornecimento de oxigénio e garante um bom processo de compostagem de todas as camadas mistas. A principal desvantagem é a elevada perda de N mineral através da volatilização do amoníaco (NH₃) e as emissões de óxido nitroso (N₂O).

As características do composto maduro:

- Os materiais grosseiros tornam-se mais finos ao longo do tempo, até que um material limoso seja produzido
- Os diferentes materiais deixam de ser identificáveis

- O material tem um ligeiro cheiro 'a terra' e inofensivo
- A temperatura cai e o composto arrefece
- O composto está seco.

Existem diferentes métodos de compostagem. Os dois mais comuns são:

1. O **método de monte ou pilha**, adequado para a transformação em grande escala e para operações em pequena escala em zonas de precipitação mais elevada.
2. O **método de poço**, adequado para transformação em pequena escala em áreas com um baixo índice de precipitação e um longo período seco e para a compostagem de estrumes líquidos.

O composto maduro deve ser mantido coberto para protegê-lo da chuva e do sol. Se o composto for mantido por muito tempo antes de ser usado, este perderá alguns nutrientes e poderá também se tornar um lugar fértil para insectos indesejáveis. Você pode produzir com regularidade uma quantidade de composto, cavando três poços (ou empilhando três montes) lado a lado. Todas as 2 a 3 semanas, transfira o composto de um poço para o outro, e comece a fazer uma nova pilha de composto com vegetação fresca no poço vazio.



David Wright

OPÇÕES CLIMATICAMENTE INTELIGENTES DE GESTÃO DE ESTRUME PARA O GADO / 15



VIABILIDADE

O Ponto de Decisão abaixo apresenta uma árvore de decisão que pode ser usada para ajudar a decidir se as opções climaticamente inteligentes de gestão de estrume que são identificadas e escolhidas ou não são realmente viáveis para o contexto de cada agricultor.

PONTO DE DECISÃO

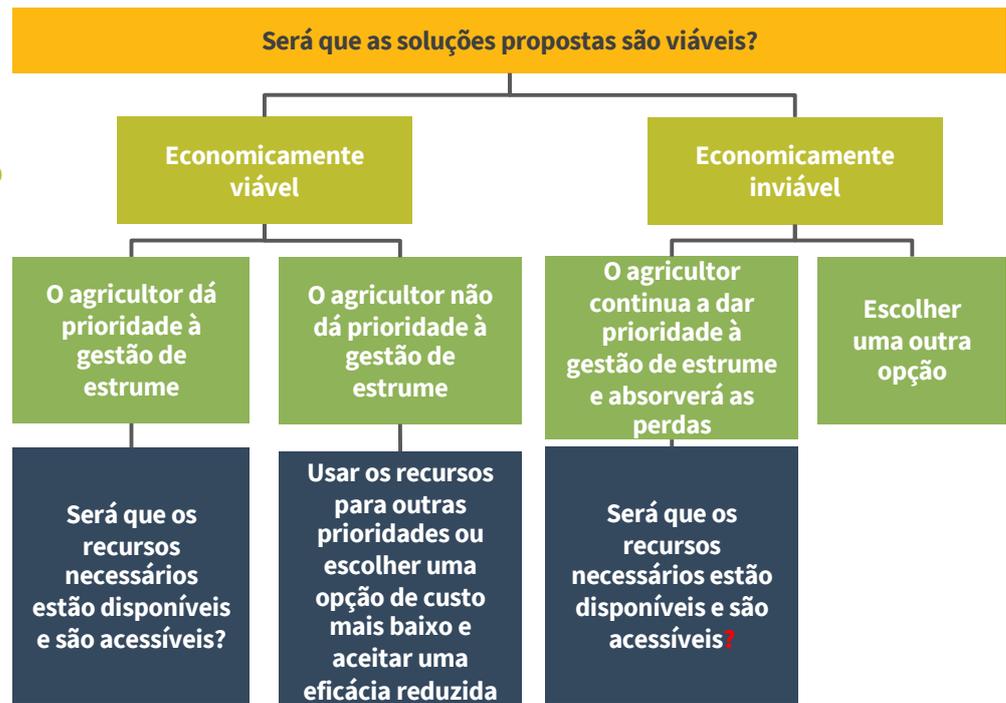


Avaliar as alternativas

Contexto económico

Prioridades do agricultor

Viabilidade



Viabilidade económica

Será que os custos da opção climaticamente inteligente de gestão de estrume resultam em retornos acrescidos para o agricultor ou são insustentáveis? Em alguns casos, o agricultor pode vir a perder a curto prazo (custos iniciais altos), mas pode obter benefícios a longo prazo. Por exemplo, a construção ou renovação de um abrigo, para que o estrume e a urina possam ser recolhidos e armazenados adequadamente, pode acarretar elevados custos iniciais, mas o retorno sobre o aumento da produção das culturas e a fertilidade do solo a longo prazo podem suplementar os custos iniciais.

A mão-de-obra é um factor fundamental que deve ser avaliado em termos de viabilidade económica. Os agricultores raramente contabilizam o custo da sua própria mão-de-obra e a da família, mas considerará o custo da mão-de-obra. Saber quem é a pessoa responsável pela gestão das principais tarefas no domínio pecuário, e como as melhorias introduzidas na gestão de estrume poderão afectar as suas funções, é fundamental para avaliar se existem custos de oportunidade associados com a opção proposta.

Poderá ser necessária mão-de-obra adicional para recolher regularmente o estrume ou revolver o composto. As seguintes questões podem ser discutidas com o agricultor:

- Quem fará este trabalho? Homens, mulheres e/ou crianças?
- O que estariam a fazer se não estivessem a realizar esta tarefa?
 - Será que as crianças faltam à escola?
 - Será que as mulheres ainda são capazes de realizar as suas outras tarefas?
 - Será que mão-de-obra remunerada está disponível e quais são os custos?

Estes são chamados custos de oportunidade e devem ser contabilizados.

Quando animais, como vacas leiteiras, são criados em sistemas intensivos como a corte e transporte de forragem e / ou silagem, pode ser possível antecipar os potenciais custos associados a mudanças com o fim de ter práticas climaticamente inteligentes. Isso deverá ser feito:

- Desenvolver uma previsão de fluxo de caixa anual
- Incluir as necessidades de mão-de-obra na previsão
- Testar os pressupostos na previsão, nomeadamente:
- Será que dinheiro e mão-de-obra estarão disponíveis quando necessários?

Ao longo do ano, o agricultor deve ser apoiado na recolha de dados precisos sobre:

- Os insumos
- Precipitação - duração e intensidade
- Custos
- Mão-de-obra (Quem e qual o custo envolvido)
- Práticas de gestão (por exemplo, escavação de poços, recolha de composto, investimento em infra-estruturas, revolvimento do estrume) e calendarização
- Produtividade (aumento do rendimento)
- Receitas geradas (se o composto e / ou o estrume forem vendidos)/

Os dados recolhidos podem ser usados para produzir **margens brutas**. Por causa da complexidade dos sistemas de produção agrícola, pode ser difícil atribuir quaisquer aumentos verificados na produção à gestão de estrume. Uma comparação de diferentes parcelas de terra, que tenham ou não tenham sido tratadas com estrume e / ou composto (com diferentes tipos e taxas), permitirá que os agricultores tomem decisões sobre as diferentes práticas de gestão de estrume, para que sejam as '**mais ajustadas**' ao seu contexto local.

Nem sempre é fácil fazer previsões e análises económicas exactas devido os vários factores que devem ser considerados. Isso é especialmente o caso em sistemas de produção mais complexos onde a criação de gado faz parte de sistemas agro-pastoris e existem outros factores externos que devem ser considerados. A discussão dessas questões com os seus agricultores pode ajudar na identificação dos principais factores que poderão ajudá-lo a decidir sobre a viabilidade económica nesta fase. A recolha de dados exactos sobre os custos incorridos, a produção alcançada e as externalidades, tais como as condições climáticas e / ou os surtos de pragas ou doenças ao longo do ano e uma reflexão sobre todos estes aspectos, ajudá-lo-á na tomada de decisões muito mais informadas na campanha agrícola seguinte.

As Prioridades do Agricultor

É provável que a gestão climaticamente inteligente de estrume seja uma prioridade maior em sistemas de pequenos agricultores, em que o estrume e / ou o composto podem ser usados para as seguintes aplicações:

- Melhorar a produção agrícola (ou de pescado)
- Aumentar a renda através da venda.

Nos casos em que os agricultores usam fertilizantes inorgânicos na sua exploração agrícola, é fortemente aconselhável aplicar também estrume e / ou composto orgânico para tornar a fertilização geral mais eficiente. Métodos aperfeiçoados para a recolha, armazenagem e tratamento (em especial, compostagem) do esterco e da urina de animais geralmente têm um baixo custo financeiro, mas podem necessitar de mão-de-obra suplementar.

Viabilidade

Finalmente, é necessário trabalhar com os agricultores para avaliar se as opções preferidas são viáveis em termos de acessibilidade e disponibilidade.

- Será que os insumos necessários (incluindo a mão-de-obra) estão disponíveis?
 - Onde podem ser adquiridos?
 - Será que devem ser adquiridos regularmente ou uma única vez?
 - Existem facilidades de crédito e acessibilidade a estas?
- Em caso afirmativo, será que os insumos necessários são acessíveis?
 - Será que o agricultor tem acesso aos recursos necessários?
 - Será que estão situados perto?
 - Será que ela ou ele é capaz de transportá-los?
 - Será que os homens e as mulheres têm acesso igual aos insumos (incluindo facilidades de crédito)?
- Será que existem mercados disponíveis e acessíveis para a venda de composto e / ou de estrume?
 - Será que estes mercados são igualmente acessíveis a homens e mulheres?
 - Como é que os produtos serão transportados para o mercado (se precisarem de ser transportados)?



EM RESUMO

ETAPA 1: Conhecer o Contexto

- Tipo de solo / Condições climáticas locais
- Qual é o sistema de produção agrícola?
- Como a gestão de gado é realizada actualmente?

ETAPA 2: Escolher as opções 'Mais Adequadas'

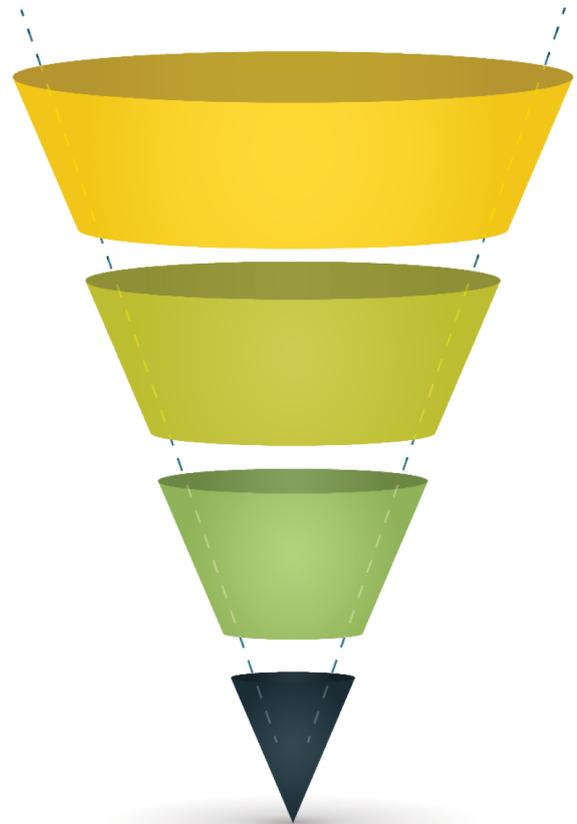
- Opções de recolha de estrume
- Opções de armazenagem de estrume
- Opções de tratamento de estrume

ETAPA 3: Avaliar a viabilidade

- Avaliar a viabilidade económica
- Verificar as prioridades dos agricultores
- Será que existem outras opções?

ETAPA 4: Testar e melhorar

- Ensaiar diferentes opções
- Recolher dados e reflectir sobre possíveis melhorias



ONDE POSSO ENCONTRAR MAIS INFORMAÇÕES?

Os seguintes recursos, que foram utilizados como referência para o desenvolvimento da presente Ferramenta de Conhecimento, fornecem leituras adicionais valiosas sobre este assunto. Consulte também o site da CCARDESA (www.ccardesa.org), a série completa de Ferramentas de Conhecimento e Guias Técnicos associados.

- **As Ferramentas de Conhecimento de CCARDESA - Ver KP 6 -Corretivos Climaticamente Inteligentes do Solo.** www.ccardesa.org
- **Access Agriculture** - Vídeos sobre compostagem, biogás e locais de alojamento para ovinos / caprinos.
 - Uma ferramenta muito útil para os agricultores e encontra-se disponível em vários idiomas. Inscreva-se gratuitamente para ter acesso a guias técnicos que podem ser baixados. Um bom recurso para uma nova abordagem sobre qualquer tópico.
- **Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO)** - Manure Management in the (Sub-)Tropics: Training Manual for Extension Workers, Report 919 <https://edepot.wur.nl/362491> Wageningen UR, Livestock Research Rome/ Wageningen, October 2015.
 - Um recurso muito prático para extensionistas.
- **FAO** – Climate Smart Agriculture: Building Resilience to Climate Change – Section IV; A Qualitative Evaluation of CSA Options in Mixed Crop-Livestock Systems in Developing Countries https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-61194-5_17.
 - Excelente informação de base. Não é um guia técnico.
- **FAO** - On Farm Composting Methods; Land and Water Discussion Paper 2 <http://www.fao.org/3/y5104e/y5104e00.htm>
- Um guia detalhado sobre a produção de diferentes tipos de composto. O Capítulo 2 é especialmente relevante para os pequenos agricultores.
- **Institute for Sustainable Development (ISD)** - How to Make and Use Compost <http://www.fao.org/3/i2230e/i2230e14.pdf>
- **Fazenda Shape-Up** <http://www.fao.org/3/i2230e/i2230e14.pdf>
 - Vários vídeos e brochuras são disponíveis. Pode levar algum tempo para encontrar os que procura, mas vale a pena.

18/ OPÇÕES CLIMATICAMENTE INTELIGENTES DE GESTÃO DE ESTRUME PARA O GADO