Plantação, Criação e Gestão **2**

2.1. Introdução 2

2.2. Solos e Campo Preparação 2

2.4. Material e Métodos de Plantio 5

2.5. Gestão da Plantação (Agronomia) 11

2.6. Cercas de Jatropha 17

2.7. As produções de sementes 17

2.8. Pragas e doenças 18

Referencias 22

2 Plantação, Criação e Gestão

Principal autor: Ywe Jan Franken com as contribuições de Flemming Nielsen

2.1 Introdução

Este capítulo discute os aspectos da criação e gestão de um plantio de Jatropha (pinhão-manso) em pequena escala (0,5 a 5 ha.). Ele elabora sobre amostragem do solo, campo preparação e plantação. Existem muitas opções para iniciar uma plantação, a partir de sementes de diversas plantas e estaquia. O processo de crescimento da planta Jatropha é descrito aqui. Posteriormente, a plantação de gestão é descrito. Questões de adubação e capina pertencem a este tema. Além disso, este capítulo destaca os perigos e riscos em uma plantação, incluindo a pragas e doenças. No final, há uma discussão sobre os vários rendimentos de uma plantação de cereais.

2.2 Solos e Campo Preparação

2.2.1 Requisitos do Solo

Jatropha prefere solos bem drenados com uma estrutura aberta bem arejada. Os tipos de solo, mencionado no texto a seguir referem-se a figura 2 com a classificação USDA do solo baseada em granulometria.

A maioria dos solos adequados são limoso, argilo-arenoso e siltoso.

Solos pesados (argila, areno-argiloso, argilo-siltoso, e silte) só são apropriados sob condições relativamente secas, quando frequentes períodos de chuvas fortes estão ausentes. Nesse caso, Jatropha pode ser bastante produtivo, pois estes solos geralmente têm bastante nutrientes. Jatropha não tolera ser permanentemente molhamento (torna-se inundado). Solos pesados, portanto, só são adequados quando eles não estão saturados com a humidade por longos períodos de tempo (máximo de uma semana, que já terá um impacto negativo sobre a produção). Estas condições ocorrem quando não há períodos de alta precipitação, que conduzem a água escassas e quando as águas subterrâneas estão fora de alcance. Solos pesados não são adequados, em condições de alternações rápidas entre períodos seco e húmido porque pode inchar e a formação da raiz é prejudicada.

Solos arenosos são solos propensos a secagem rápida (a menos que sejam muito elevadas em matéria orgânica). Sobre estes solos Jatropha possui uma vantagem comparativa em relação a outras culturas, porque é tolerante a seca. Estes solos geralmente não são elevados em nutrientes, de modo Jatropha terão alta adubação ou aplicação de matéria orgânica ao solo, a fim de ser produtivo.

Independentemente do solo, o pH para uma boa Jatropha situa-se entre 5,5 e 8,5. Sob condições mais ácidas ou alcalinas o crescimento de Jatropha é limitado. A profundidade do solo deve ser de pelo menos 45 centímetros do solo e a declividade não deve ultrapassar 30°. Jatropha pode sobreviver a baixos teores nutricionais do solo, mas, nesse caso, o crescimento e produção são limitados. Maiores níveis de nutrientes do solo se traduzem em aumento da produção. Matéria

orgânica do solo também é favorável ao crescimento de Jatropha, especialmente em solos grosseiros.

A figura abaixo classifica solos de acordo com a areia, silte e argila. O valor é composto por três eixos dando a areia conteúdo (eixo esquerdo), silte conteúdo (eixo direito) e areia conteúdo (eixo inferior). Os vários blocos na figura indicam diferentes tipos de solo.

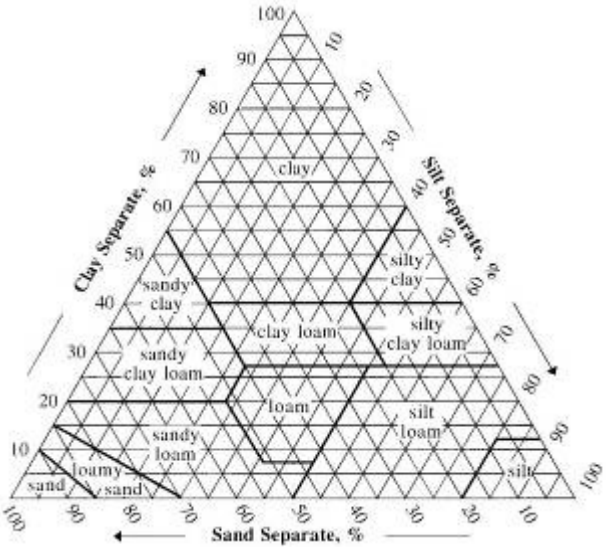

Fig 1 – USDA soil classification

2.2.2 Amostragem do solo

É importante ter uma boa indicação do tipo de solo e de fertilidade no plantio em site. Antes de iniciar um plantio, amostras devem ser colhidas e analisadas.

Amostras de solo devem ser tomadas em cerca de 30 cm de profundidade e na área (100 m2) em torno, de 10 - 15 amostras devem ser tomadas com 100 cm3 cada. A localização de cada local deve ser exatamente descrita, de preferência por coordenadas GPS. As amostras devem ser pulverizadas e misturadas bem em conjunto para obter 1 amostra para análise. Uma xícara de solo devem ser colocados num saco de plástico, etiquetados e utilizados para análise. O restante da mistura de amostra deve ser rotulado e armazenado como um backup. Por hectare, pelo menos 5 amostras mistas devem ser analisados.

Os conteúdos de argila, silte e areia devem ser medidos para determinar o tipo de solo. Níveis nutricionais do solo devem ser medidos para nitrogénio, fósforo, potássio e, de preferência, também de magnésio, zinco, cobre, enxofre e cálcio. Outros aspectos que devem ser incluídos na análise são a matéria orgânica, pH do solo, capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação percentual da CTC de potássio, magnésio e cálcio.

Os dados devem ser analisados profissionalmente para obter uma boa indicação da fertilidade do solo (baixo, médio, alto) e o potencial de produção de Jatropha no local (ver também o anexo sobre rendimentos de sementes). Isto pode ser feito através de um laboratório externo especializado em solos. Caso isso não seja possível, um kit comercial para análise do solo pode ser utilizado.

2.2.3 Preparo do solo

O solo precisa ser limpo de vegetação antes do plantio, e ervas daninhas precisam ser removidas.

2.2.3.1 Covas para Plantio

Ao plantar Jatropha as covas devem estar preparadas. Esses furos podem ser feitos com uma cavadeira ou enxada. Em solos compactados ou duros, ou lavoura profunda rasgando dos solos é aconselhável, especialmente quando se considera consórcio, um caso especial em que todo o solo precisa ser preparado.

Em caso de dificuldades de solos compactados, também é possível elaborar linhas de plantação ou sementeira com uma profundidade que é um arado com apenas um gancho. Uma vala deve ter 30-50 cm de profundidade. Isso permitirá que o sistema radicular das plântulas de Jatropha se desenvolvam bem. Um arado não podem ser operado manualmente, mas deve ser utilizado com tração animal ou fixo a um trator.

Buracos para plantação deveriam idealmente possuir as seguintes dimensões mínimas: diâmetro de 30 centímetros e profundidade mínima de 45 centímetros.

Os furos devem ser reabastecidos com uma mistura de solo e matéria orgânica (composto) numa relação 1:1.

Fertilizantes artificiais ou estrume devem ser adicionados. A quantidade de adubo que devem ser adicionados cerca de 10 - 20 gramas de adubo N: P: K (nitrogénio, fósforo e potássio) comum (a partir de 6:6:6 em 15:15:15 ou variações entre estes limites). O adubo deve ser misturado uniformemente. Em caso do estrume animal ser utilizado, cerca de 0,5 kg por planta seria suficiente. A quantidade de matéria orgânica podem variar entre 20% e 50%. Segue a fórmula da mistura para as alterações no solo: compostagem: estrume numa relação 2:1:1. No caso dos solos pesados (mais argilosos) o cultivo de Jatropha não é recomendado. No entanto, nesse caso areia deve ser adicionado à mistura com uma parte de solo: areia: matéria orgânica de 1:1:2.

A mistura deve ser livre de pedras e objetos maiores. As covas devem ser feitas pouco antes da estação chuvosa. Plantação deve começar quando os solos tenham recebido as primeiras chuvas.

Muito adubo pode danificar as raízes das plântulas, pode ser adicionado após um ou dois meses. Cerca de 50 a 100 gramas da mesma NPK (ver antes), deve ser uniformemente distribuído e misturado com o solo superficial em um diâmetro de cerca de 50 centímetros ao redor da planta.

2.2.3.2 Espaçamento

Espaçamento em plantações pode variar. Um espaçamento commumente aplicado é um padrão retangular de 3 x 2,5 metros, com 1.333 plantas / ha. Quando plantas crescem eles precisam ter espaço suficiente para o crescimento e ramificação. Neste modelo não há espaço suficiente para a consorciação, no primeiro ano e até o segundo ano em que se desenvolve lentamente e plantação de Jatropha. Consorciação pode levar a um maior espaçamento das árvores que crescem mais e mais alto, o que dificulta colheita e poda. Em um espaçamento mais estreito - 2,5 m x 2,5 m ou 2 m x 2 m - mais intensiva poda é necessária para manter o crescimento das plantas em si. Isto exige um lote extra de trabalho. O espaçamento mais estreito leva a uma agricultura mais intensiva e que exige solos com bom abastecimento de água e nutrientes.

Em caso de permanente consórcio, as plantas devem ser plantadas em filas com uma maior distância entre elas para outras culturas. A distância entre as linhas depende do espaço necessário para o consórcio, geralmente cerca de 4 metros. A distância entre plantas de Jatropha numa fila é de 2,5 ou 3 metros.

No caso da agricultura mecanizada é considerada, por exemplo, um trator, deve haver pelo menos 4 m de espaçamento entre as linhas, assumindo 2 metros para o trator e 1 metro de ramos de cada lado. O espaçamento entre plantas dentro de uma linha pode ser reduzido para 1,5 m, neste caso, resultando em um total espaçamento de 4 m x 1,5 m [31].

Nas cercas vivas, plantas devem ser espaçadas de cerca de 25 centímetros para além de si, em uma única ou em fileiras duplas. Para a rápida criação, é aconselhável começar a partir de cortes no período chuvoso.

Na monocultura Jatropha os incêndios são uma ameaça, mas a queima de ervas daninhas e gramíneas que mata a planta. [31]. No incêndio áreas são usadas para dividir plantações em compartimentos separados por faixas de fogo de pelo menos 2 metros de largura. Isto irá prevenir incêndios de danificando toda a plantação. Estes corredores de fogo devem ser mantidos livre de plantas daninhas, culturas e vegetação.

2.2.3.3 Plantando temporada

A melhor época para plantio é no início da estação chuvosa, quando o solo tem recebido primeiro a humidade do solo. Quando a água é disponível a baixo custo, é possível iniciar a plantação várias semanas até um mês antes da estação chuvosa.

Após o plantio, regas extras das plantas são necessárias, apenas quando as chuvas não são suficientes, e pode cessar após 3 meses de crescimento, quando as plantas se desenvolveram os respectivos sistemas radiculares.

2.3 Desenvolvimento vegetal de Jatropha

Para aplicar uma ótima gestão de uma plantação de Jatropha, é importante compreender as fases de desenvolvimento da planta.

2.3.1 Fases do desenvolvimento de Jatropha

A partir de sementes, Jatropha passa por várias fases de desenvolvimento.

A primeira é a fase juvenil. Tudo começa com a semente até que absorve água quando plantadas (embebição) e é seguido por germinação. As pequenas mudas, em seguida, vem acima do solo (emergência) e começa a desenvolver brotos e raízes (estabelecimento). Esta etapa dura cerca de dois meses e meio, sob condições ideais.

A segunda etapa é a indução floral, uma delicada fase. Nesta fase, as condições ambientais (alta radiação / alta temperatura média / alta temperaturas mínimas (acima de 18°C) e uma precipitação pode acionar indução floral. Floração é a terceira fase. Polinização. Após iniciar o crescimento e maturação dos frutos, que é o quarta etapa. O tempo de indução floral até a colheita leva aproximadamente 3 meses. Após a colheita da planta pode entrar numa fase de dormência em que é insensível à floração ou pode entrar outra indução floral. Isto depende de condições estressantes, mas o exato mecanismo ainda não é conhecido.

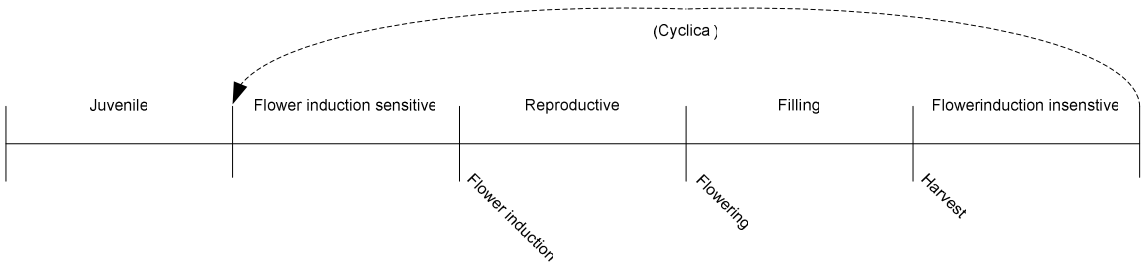

Figure 5 – Jatropha development stages [28]

2.3.2 Desenvolvimento radicular

Após a germinação de sementes, as mudas de Jatropha desenvolvem uma perpendicular e quatro raízes laterais. O sistema radicular, assim, cresce, até as camadas mais profundas do solo, desde que o solo seja profundo o suficiente. Figura 7 mostra o sistema radicular de uma Jatropha onde a planta da esquerda tem desenvolvido uma espessa perpendicular crescendo verticalmente para baixo.

Em caso, onde estacas são utilizadas, apenas raízes laterais desenvolvem e não perpendicular.

2.3.3 A floração e frutificação

A floração de Jatropha é um assunto complexo. Sabe-se que a floração é induzida por fatores estressantes, como temperatura e estações de seca, mas exatamente como é que isso ocorre ainda é desconhecido. Para a indução floral as plantas de Jatropha precisam de ser expostas a alta radiação solar. As plantas que crescem sob sombra das árvores ou em condições adversas não produzirão flor ou flor marcadamente inferior as das plantas a pleno sol. Em um clima com distintas épocas Jatropha começa floração após esses períodos de estresse ter terminado, o que pode ser várias vezes por ano. Em climas com uma precipitação não uniformemente distribuída e grande variação sazonal em temperaturas, Jatropha produz mais flor continuamente quando não existem outras formas de estresse induzido.

Sob condições ideais, as flores de Jatropha normalmente têm cerca de 3-6 meses após as sementes foram semeadas. O tempo de indução floral a maturação dos frutos é de 90 dias. As flores femininas produzem frutos que são primeiro verde, amarelo e vinho quando amadurecimento. Posteriormente, o casco amarelo das frutas vira marrom e preto quando seco.

Foto: As diferentes fases de desenvolvimento dos frutos podem ser vistos. A fruta aberta mostra sementes negras no interior. Fonte: FATO, 2006.

2.4 Material e Métodos de Plantio

Uma das primeiras ações a tomar quando se inicia uma plantação de Jatropha é obter material vegetal suficiente de Jatropha e decidir sobre a forma de produzir. Jatropha plantas podem ser produzidas por sementes, estacas, ou por micro propagação. Estes métodos e a adequação desses métodos para diferentes condições estão descritas abaixo.

2.4.1 Variação genética e fenotípica

Proveniência de ensaios e investigação sobre a genética da Jatropha curcas L. tem demonstrado que existe uma certa variação genética entre plantas de diferentes proveniências (ou acessos) que estão a crescer em todo o mundo. Natural variação genética entre procedências é maior no centro de origem (América Central e do Norte partes da América do Sul).

Plantas cultivadas a partir de sementes da mesma fonte pode variar bastante em aspectos morfológicos como a altura das plantas e produção de sementes. Não se sabe ainda em que medida esta variação morfológica pode ser atribuída a fatores genéticos ou ambientais. Quando as sementes de um determinado local são coletados, a variação pode ser minimizada pela seleção das sementes (ver a próxima parte sobre a seleção de sementes).

2.4.2 Seleção de Sementes

Primeiro de tudo, é importante se obter sementes de alta qualidade. Quando encomendar sementes devem certificar-se de que correspondem aos seguintes critérios:

- Sementes com procedências de alta produtividade que crescem nas mesmas condições agro-ecológicas como quando a plantação é planejada.
- As sementes são uma seleção das maiores e mais fortes a partir dessas sementes de selecionadas procedências.
- As sementes possuem um teor de humidade de cerca de 7%.

- As sementes são jovens (de preferência não mais de 6 meses).
- As sementes foram armazenadas sob fresco, escuro e seco.

Para informações sobre sementes de jardins clonais e leia o Apêndice: Manual de jardins clonais e sementes.

2.4.3 Germinação

Sementes de Jatropha germinam facilmente quando plantadas em solo em cerca de 2 cm de profundidade e com a ponta branca da semente virada ligeiramente para baixo e ao lado da semente arredondada virada para cima.

Jatropha germina em qualquer solo com um contínua aumento da humidade do ar é suficiente (Jatropha sementes em solo encharcado vai apodrecer). Pré-tratamento das sementes não apresentaram melhores resultados em germinação em comparação com sementes secas diretamente plantadas em Moçambique [20]. Sementes com as características acima mencionadas irão germinar dentro de 7-8 dias sob calor (temperatura média> 25°C) e humidade. Sob condições mais frias a germinação é mais morosa. As sementes que germinam no prazo de 10 dias são mais vigorosas e deve ser utilizado.

Jatropha pode ser semeado diretamente nos campos ou podem ser germinadas em um viveiro, dependendo dos fatores que serão discutidos adiante.

Figure 6 - Jatropha seed germinating (left) and small seedlings that have just emerged (right). photo: Peter Moers

2.4.4 Semeadura direta

As vantagens da semeadura direta são o melhor desenvolvimento radicular das plantas e menores custos de mão de obra e materiais, em comparação com a criação de um viveiro. Uma desvantagem é que o teor de toxinas nas mudas é baixo nos primeiros meses e coelhos e outros animais podem comer as plantas emergentes. Sementeira direta é recomendada em caso de abastecimento de água suficiente durante a germinação e o desenvolvimento das mudas pode ser garantido, por exemplo, solos quando estão suficiente húmidos naturalmente ou pela irrigação. Na semeadura direta, a concorrência das ervas daninhas nos primeiros 3 meses deve ser evitada.

Para um ótimo estabelecimento de Jatropha, as mudas devem ter acesso fácil a nutrientes solúveis e matéria orgânica, com solo rico a uma profundidade de pelo menos 45 cm. Em caso de solos compactados, a plantação deve ser feita buracos de cerca de 45 cm de profundidade e cerca de 30 cm de largura e deverá ser preenchido com terra solta misturada com matéria orgânica e de preferência uma mistura básica de adubo / esterco.

As sementes devem ser plantadas como descrito na germinação na plantação manchas na plantação padrão escolhido (comum é de 2,5 m x 3 m (ver primeira parte sobre "espaçamento"). Deve-se duas sementes de plantas em vez de um para cada terceiro lugar plantação de cerca de 25 cm (assim que o sistema radicular das duas mudas não crescem em si). Isto irá resultar em alguns sobressalentes mudas que podem ser facilmente transferidos. No caso das sementes, em alguns buracos de plantação não germinam ou são perdidos, o excesso de mudas pode ser plantada ali. O extra de plantas pode também ser usados para substituir plantas que se desenvolvem lentamente em comparação com as outras plantas ou mostrar crescimento anormal (por exemplo, curiosamente folhas deformadas). Essa seleção é passo importante porque irá lentamente substituir plantas que produzem menos frutos e sementes e terão rendimentos médios mais baixos.

A quantidade de sementes necessárias depende da densidade de plantio. Em um espaçamento de 2,5 m x 3 m, 1333 plantas são necessárias, o que exige 2000 sementes (incluindo o suplemento de plantas não-germinação das sementes e plantas para compensar pela perda ou substituição de baixa qualidade das mudas). Isto equivale a cerca de 1,2 kg sementes / ha, com uma média de peso das sementes de 0,6 gramas.

2.4.5 Viveiro de Plantio

As vantagens da Jatropha com crescimento em viveiros são duas: primeiro, as plantas podem crescer em condições controladas, em circunstâncias ideais e as de crescimento lento ou anormal podem ser facilmente removidas. Outra vantagem é que as plantas de viveiro são mais fortes quando plantada nos campos e podem sobreviver mais facilmente quando as condições para a criação não forem ideais (seca, ervas daninhas, a presença de gado e insetos). Há, contudo, as desvantagens dos viveiros. O desenvolvimento radicular das mudas é dificultado por causa do crescimento nos recipientes menores. Isto é especialmente desfavorável quando as mudas não são replantadas no campo no tempo certo (<1 mês). Há também o trabalho extra e os requisitos de capital, e existe a possibilidade de propagação de pragas e doenças para todas as mudas do campo durante o plantio.

O viveiro é uma boa opção no caso de ter muitas sementes de baixa qualidade, porque o desempenho das plantas/sementes pode ser facilmente selecionado. Também é possível a germinar sementes em canteiros maiores ou diretamente em sacos de plático (menos trabalho). As sementes que germinam mais vigorosas no prazo de 10 dias (com temperaturas médias de 23 ° C ou superior) devem ser usadas, as outras devem ser descartadas. As mudas selecionadas devem ser transferidas para sacos de plático (veja figura abaixo). No saco a Jatropha pode crescer durante um mês (em pleno sol) ou 2 meses (em sombra) e deve então ser transferidas para os campos. As plantas devem ser fornecidas de umidade do solo suficiente e em pleno sol, eles vão precisar de mais água. Todas as plantas que mostram o crescimento visivelmente mais lento do que outros, ou mostram um crescimento anormal (por exemplo, folhas de formas estranhas) deve ser removidas, a fim de aumentar a produção média das plantas em anos consecutivos de produção de sementes no campo.

Em Moçambique, as mudas de viveiro têm crescido em uma escala relativamente grande e os sacos não foram utilizadas. Apesar do corte da raiz, quando as mudas são removidas do viveiro, elas têm um bom desempenho [31].

É aconselhável investir em controle químico, a fim de manter as mudas isentas de pragas e doenças que poderiam ser distribuídos para os campos.

Fig 2 Viveiro com mudas de Jatropha (para aprox. 2 ha.) em sacos de plático parcialmente sombreadas, artificialmente (à esquerda) ou de árvores (direita).

Depois que as mudas se estabeleceram (1-1.5 meses), elas devem ser transferidas para o campo o mais rápido possível. As exigências de solo para o plantio são semelhantes àquelas para plantio direto (veja "Plantio Direto").

2.4.6 Estaquia

A estaquia é uma maneira fácil e barata de propagar a Jatropha. Uma vantagem é que as estacas são clones com as mesmas características genéticas como a planta-mãe, e no caso de uma planta-mãe de alto rendimento ser selecionada as estacas terão as mesmas propriedades [31]. A desvantagem é que as estacas desenvolvem apenas raízes laterais e não podem acessar os nutrientes e água em camadas mais profundas do solo. Portanto as estacas têm tolerância à seca limitada. Isso só é recomendável para cercas vivas. Usar estacas de uma plantação de Jatropha só funciona em solos férteis e com um bom abastecimento de água permanente e ausência de longos períodos de seca.

As estacas devem ser feitos a partir da base da planta da Jatropha. O melhor é fazer estacas de pelo menos 30 cm (mas, 50 cm dão uma maior taxa de sucesso). As estacas devem ser colocados diretamente no solo úmido deixando 15 cm ou mais do ramo acima do solo. As estacas também podem ser produzidos em um viveiro, em sacos de polipropileno. O solo deve ser mantido molhado (portanto, a estação das chuvas é o melhor momento para fazer estacas). Normalmente, os primeiros sinais aparecem após 3 a 4 semanas.

2.4.7 Clones micropropagados

Um método tecnologicamente avançados e de obtenção de quantidades maiores de plantas de Jatropha é a micropropagação. A vantagem é que você pode criar um grande número de plantas geneticamente idênticas de uma planta-mãe com as características desejadas. Parecido com estacas, o desenvolvimento do sistema radicular não é natural e que exige a estimulação hormonal para indução de raízes a crescer verticalmente e lateralmente. Este método exige tecnologias sofisticadas e produtos químicos caros e, como tal, não é recomendada para plantios em menor escala. No entanto, quando plantas micropropagadas de boa qualidade tornam-se disponíveis no mercado a preços acessíveis, isso vai ser interessante para as plantações menores também.

2.5 Gestão da Plantação (Agronomia)

2.5.1 Capinar

Jatropha geralmente sobrevive quando coberta por ervas daninhas, mas o crescimento e a produção serão mínimos [31]. É muito importante manter os campos de Jatropha livres de ervas daninhas. Em intervalos regulares as ervas daninhas deverão ser retiradas e deixadas no solo para fornecer o material orgânico ao solo. A freqüência depende do crescimento das ervas daninhas. Quando ervas daninha começam a fazer sombra na Jatropha ou crescer tão alto quanto a Jatropha elas devem ser retiradas, bem como no momento em que limitam o espaço. Após uma a três estações, dependendo das condições agro-climáticas a copa da Jatropha será tão densa que o crescimento das ervas daninha são severamente reprimidas e o trabalho de capina, conseqüentemente diminui [31].

Na maioria dos casos, o valor do trabalho determina a área que pode ser mantida livre de ervas daninha. No caso das plantações em grande escala com o cultivo mecanizado, em parte, em torno de 2 ha / pessoa poderia ser suficientemente para capinar. Em caso de cultivo em pequena escala, este é o mais próximo de 1 ha / pessoa.

2.5.2 Gestão de nutrientes

2.5.2.1 Nutrientes necessários

Jatropha precisa de quantidades suficientes de nutrientes para crescer com um bom tamanho e para produzir sementes.

Nos primeiros 4 anos os nutrientes são necessários para construir uma boa arquitetura da planta (raízes, caules, folhas). Também neste período um aumento da quantidade de nutrientes é necessário para produzir flores e frutos. Após 4 anos, quando as plantas estão bem desenvolvidas os nutrientes primários são os necessários para a manutenção da planta e à produção de frutos.

Os nutrientes removidos pela colheita dos frutos devem ser devolvidos aos campos depois que a energia (principalmente lipídios constituídos dos elementos C, H e S e poucos sais minerais) é extraída. Cascas dos frutos e resíduos de sementes da Jatropha (ou resíduo da produção de biogás) são melhormente voltados como adubo orgânico, que fecha o ciclo de nutrientes. Nesse caso, as plantas Jatropha podem produzir continuamente e nenhum ou pouca adubação é necessária.

Quando as cascas dos frutos e resíduos de sementes (ou resíduos de biogás) não são retornados para os campos, a fertilização regular com NPK (nitrogênio / fósforo e potássio) e micronutrientes será necessário.

No caso de solos muito férteis, a adubação da Jatropha não é necessária. Existem nutrientes suficientes para o desenvolvimento da planta e a produção de frutos.

2.5.2.1.1 Nutrientes necessários durante o estabelecimento da Jatropha

Nos primeiros anos, os nutrientes são necessários para a maturação e desenvolvimento de plantas de alto rendimento. Sob condições de fertilidade do solo pobre, nutrientes extras são necessários para o estabelecimento de plantação e produção de sementes nos primeiros 4 anos.

	Production in year 4, with 50% of required nutrients from existing soil fertility.				
Year	1	2	3	4	Total
Annual need	kg/ha/yr	kg/ha/yr	kg/ha/yr	kg/ha/yr	
N	23	34	69	103	229
P2O5	7	11	21	32	71
K2O	34	50	101	151	336

Table 1 - Annual macro nutrient requirements to build up jatropha standing stock and fruits in first 4 years. [29]

Os montantes anuais dos diferentes tipos de adubos necessários nos primeiros 4 anos foram calculados. Isto é baseado nas exigências nutricionais indicados no quadro anterior e do teor de nutrientes de diferentes tipos de fertilizantes. Os requisitos são calculados com base no N suficiente da oferta e, em geral, as exigências de outros nutrientes também são preenchidas quando os valores na tabela abaixo são dados. Estes valores de contagem de solos pobres, onde apenas 50% dos nutrientes necessários são provenientes do solo. No caso de solos extremamente pobres, mais fertilizantes são necessários. A composição de fertilizantes químicos nas tabelas é dada como a quantidade de Nitrogênio: Fósforo: Potássio (N: P: K), em porcentagens.

Type of fertilizer	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Total 4-yrs
Dry cow manure	5 MT/ha	6 MT/ha	12 MT/ha	18 MT/ha	41 MT/ha
Dry chicken manure	1 MT/ha	1.2 MT/ha	2.4 MT/ha	3.6 MT/ha	8.2 MT/ha
Vermicompost	1.2 MT/ha	1.7 MT/ha	3.4 MT/ha	5.2 MT/ha	11.5 MT/ha
Chemical fertilizer (16-4-16)	140 kg/ha	210 kg/ha	430 kg/ha	640 kg/ha	1.4 MT/ha
Urea (46% Nitrogen)	44 kg/ha	74 kg/ha	150 kg/ha	224 kg/ha	492 kg/ha

Table 1 - Annual amount of fertilizers requirements to build up jatropha standing stock and fruits in first 4 years. [5]

2.5.2.1.2 Nutrientes necessários para a produção de sementes

A colheita de um tonelada de sementes é equivalente à remoção da seguinte quantidade de nutrientes (em frutos, sementes) [3]:

- 14,3-34,3 kg / ha de N
- 0,7-7,0 kg / ha P
- e 14,3 a 31,6 kg / ha de K

Veja o apêndice para a retirada de nutrientes de uma tonelada de sementes secas da Jatropha em comparação com outras oleaginosas.

Quando as cascas dos frutos e resíduos de sementes (ou resíduo da produção de biogás) não são devolvidos ao campo, esses nutrientes precisam ser substituídas. Os montantes anuais dos diferentes tipos de fertilizantes por hectare necessários para substituir os nutrientes retirados pela colheita de 1 tonelada de sementes são mostradas abaixo. Os requisitos são calculados com base no N-abastecimento suficiente e, em geral, as exigências de outros nutrientes também são preenchidas quando os valores na tabela abaixo são dados.

Table: Nutrients needed to replace the loss by harvesting 1 MT of seeds	
Dry (solid) cow manure	7 MT
Dry (solid) chicken manure	1.3 MT
Vermicompost	1.65 MT
Chemical fertilizer (15-5-10)	0.22 MT (220 kg)
Chemical fertilizer (12-2-10)	0.27 MT (270 kg)
Urea (46% Nitrogen)	0.072 MT (72 kg)

2.5.2.2 A matéria orgânica

Matéria Orgânica (MO) no nível do solo leva a uma maior capacidade de troca catiônica (resultando em uma perda de ligação de nutrientes em matéria orgânica) e também uma melhor estruturação do solo. Tem sido demonstrado em vários estudos que a Jatropha responde positivamente com um nível elevado MO. Os fertilizantes orgânicos são recomendadas.

2.5.2.3 Fertilização

A melhor época para fertilizar é imediatamente antes ou no início da estação chuvosa. E a melhor adubação é aplicar uniformemente em um círculo ao redor com no máximo de 1 metro da planta. No caso de fertilizantes inorgânicos (artificiais), o melhor é misturar com a matéria orgânica ou adubo. A aplicação de fertilizantes artificiais em menor quantidade e com maior freqüência ao longo do ano diminui as perdas devido ao escoamento e infiltração profunda e aumenta a sua eficiência.

A alta adubação nitrogenada pode levar a fortes emissões de gases de efeito estufa do NO2 com um forte potencial de aquecimento global. Isso irá reduzir o número de créditos de carbono que pode ser obtido em um projeto de Jatropha.

2.5.2.4 Micorriza

Uma maneira simples e barata de aumentar os rendimentos Jatropha é através da utilização de micorrizas, que são fungos que vivem em simbiose com as raízes das plantas. A micorriza dreina substâncias orgânicas da planta, principalmente açúcares e B-vitaminas. No retorno as micorrizas fazem nutrientes do solo disponível para a planta e ajudam na absorção de água. Micorriza, combinada com a adubação moderada, garante uma alta absorção de nutrientes pelas plantas e minimiza as perdas de nutrientes por infiltração. O uso de micorrizas é barato (cerca de 5-10 euros / ha). As micorrizas são especialmente eficazes em solos pobres e secos, onde pode aumentar a produtividade em cerca de 30%.

As micorrizas são melhores aplicadas se dissolvidos em água e aplicadas no buraco vegetal antes ou durante o plantio. As micorrizas também podem ser aplicadas às instalações existentes de Jatropha, cavando um poço circular de cerca de 10-20 cm de profundidade a cerca de 40 cm em volta do tronco e aplicar a água com micorrizas. Depois disso, o poço deve ser coberta com o terra. Também é possível revestir com micorrizas antes da semeadura. Além disso, eles são fáceis de aplicar em um viveiro, quando misturado com a água.

2.5.3 Poda

As flores de Jatropha nascem apenas no final dos ramos, a poda de galhos eleva o potencial de produção de frutos. Outra razão importante para podar é manter as plantas em um tamanho gerenciável. Sob condições naturais, a Jatropha pode crescer em uma árvore de cerca de 6 metros de altura com uma largura da copa de 6 metros, o que torna muito difícil a colheita. Em uma plantação com elevada densidade (cerca de 1.100 plantas / ha), é importante manter a distância entre as plantas, para evitar a competição por luz e espaço. As plantas devem ser mantidas baixas para facilitar a colheita manual.

Com uma boa poda, a Jatropha deverá ter fortes ramos laterais que podem suportar o peso dos frutos. No quarto ou quinto ano após o plantio, e após várias rodadas de podas ela deverá finalmente ter algum 200-250 ramos.

É importante a poda somente sob condições de seca e melhor quando as plantas perdem as folhas. Quando podar faça cortes ligeiramente verticais (veja fotos), assim a água escorre e evitar cortes horizontais, onde a água pode acumular. A poda na estação chuvosa e com umidade relativa do ar elevada aumenta os riscos de infecção bacteriana ou viral de plantas e de ataques de fungos. Todo o material vegetal cortado pode ser deixado como cobertura do solo ou adubo.

A primeira poda é necessária após 3-6 meses, quando as plantas se desenvolveram bem (pelo menos 70 centímetros de altura). Quando a ramificação da terra já começou, naturalmente, um corte do tronco principal, não é necessário. Cortar o tronco principal é feito a uma altura acima do solo de 30-45 cm. Plantas maiores podem ser cortadas a 45 cm e plantas menores de 30 cm.

Após um ano, uma segunda poda é necessária quando as plantas cresceram bastante depois da primeira poda. Ramos secundários e terciários devem ser cortados deixando cerca de um terço do ramo (como pode ser visto a partir da última ramificação) sobre a planta.

Após dois anos, uma nova poda (como após um ano) deve ser repetida.

Ao longo do prazo, depois de cerca de 8 a 10 anos e quando as plantas estão crescendo muito densa, recomenda-se a cortar a planta inteira para cerca de 45 centímetros acima do solo que permitem um recrescer. Devido ao sistema radicular bem desenvolvido a planta crescerá para trás muito rapidamente.

2.5.4 Irrigação

A irrigação pode aumentar os rendimentos. Os custos de irrigação são elevados e na maioria dos casos, o preço das sementes de Jatropha não é economicamente viável. Custos da instalação e de material para a irrigação de 1 hectare são mínimo de € 400. Os custos operacionais por mm de irrigação estão na faixa de 0,30 € para 0,40 € / mm / ha.

Em alguns casos, após um rendimento a estação das chuvas não é tempo suficiente para sustentar uma segunda produção. Com a época de irrigação, o crescimento pode ser prorrogado por tempo suficiente para uma segunda produção. Os retornos de um rendimento extra são no máximo cerca de 1500 kg / ha. Por exemplo, ao preço de € 0.06/kg o retorno extra é de € 90. Quando um extra de 200 mm deve ser aplicado o custo por hectare é pelo menos 60 €, ainda não incluindo os custos para a instalação do sistema de irrigação. Considerando-se a mão de obra extra necessária para a colheita, e os custos de uma fertilização extra pode facilmente concluir que os benefícios não superam os custos.

Portanto, em condições normais, a irrigação só faz sentido em jardins e na produção de plantas da Jatropha para fins especiais, por exemplo, produção de sementes de alta qualidade para a propagação, melhoramento de plantas, jardins clonais, e experimentos científicos.

2.5.5 Consorciação

A maior vantagem da consorciação de Jatropha com culturas anuais, é que os agricultores terão uma boa gestão das culturas anuais e também para a Jatropha. Plantas de Jatropha são muitas vezes negligenciados no primeiro ano, porque a produção não é interessante do ponto de vista econômico.

A consorciação da Jatropha em combinação com outras plantas, só é possível quando os nutrientes e água suficientes disponíveis. Em locais secos e sem irrigação, a consorciação não é possível devido à competição por água. Em solos pobres em nutrientes, a consorciação só é possível com a fertilização extra. Também é possível cultivar as plantas forrageiras, entre as plantas de Jatropha e permitir a pastagem. Neste caso, as plantas de Jatropha devem ser bem estabelecidas e de altura para evitar danos causados por animais. A Jatropha não deve ser plantada junto com a mandioca, uma vez que é possível a Jatropha sendo anfitrião de várias doenças de mandioca.

É aconselhável começar a consorciação ao mesmo tempo, como a plantação da Jatropha. A Jatropha inicialmente poderia crescer mais devagar do que as espécies consorciadas. Nesse caso, e quando as espécies consorciadas estão plantadas perto das fábricas de Jatropha, recomenda-se plantar culturas intercalares um mês depois, é dada para a Jatropha uma vantagem inicial. A consorciação com espécies que forneçam rendimento no primeiro e segundo ano garante uma boa gestão, em especial de compensação das colheitas das ervas daninha.

As culturas que podem ser consideradas devem ser anuais ou bi-anuais e devem ser relativamente baixas para não sombrear as plantas de Jatropha. Alguns exemplos são o milho, amendoim, feijão e pimenta. Depois de 1 ou 2 anos, as plantas de Jatropha formam um dossel fechado e não há mais espaço para as espécies consorciadas e torna-se difícil para as ervas daninhas se estabelecerem. Espécies fixadoras de nitrogênio, como feijão estão em vantagem em sistemas consorciados visto que a Jatropha não fixa nitrogênio em si [31].

Figure 10 – Jatropha intercropped with Arachis pintoi and Capsicum chinensis in Belize, photo: Sylvia Baumgart.

2.6 Cercas de Jatropha

A Jatropha é cultivada igualmente como cercas vivas. As sebes são utilizadas como cerca viva, para controle de erosão, a demarcação de fronteiras e para a proteção das fazendas, jardins e campos contra animais [12]. Em coberturas de Jatropha é freqüentemente plantadas 25-50 cm de distância em uma única linha ou uma linha dupla com 50 cm entre as linhas [5]. Recomenda-se plantar cerca de Jatropha 1 a partir de sementes, para cada metro de sebe. Isto irá garantir que a água e os nutrientes de camadas mais profundas do solo serão utilizados [31]. Em solos férteis, com um rendimento bom suprimento de umidade são cerca de 0,8 kg por metro de "sebe" [12]. Em solos pobres este será muito menor.

2.7 As produções de sementes

Produção de sementes de Jatropha depende de uma série de fatores (ver figura abaixo):

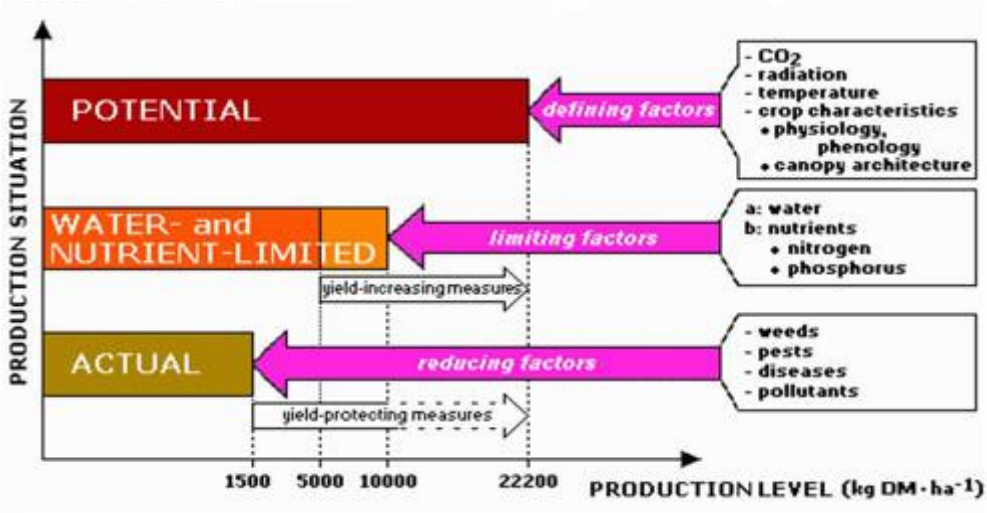

Figura 11 - Perspectiva esquemática das situações indicativas de produção com níveis de rendimento de matéria seca. [24]

Quando as condições de crescimento são ótimas e somente a água e os nutrientes determinam a produção de Jatropha, FACT estimou rendimentos de sementes de Jatropha e seu potencial para diferentes níveis de abastecimento de água e nutrientes (ver tabela abaixo). Estes dados servem para dar uma indicação sobre os rendimentos e de forma nenhuma garantia que estes rendimentos serão obtidos na realidade. A tabela é baseada no FACT de dados coletados em campo, desde 2005. O rendimento em condições ótimas são baseadas nos dados de N. Foidl do bem documentado "Projeto Modelo" (1992) na Nicarágua, com rendimento máximo de 4,5 toneladas de sementes secas por hectare / ano do seminário (FACT em Jatropha agronomia e genética, 2007). O máximo de 6 MT rendimento é determinado com base no pressuposto de que os esforços de criação e seleção dos últimos anos levaram a plantas com maior rendimento e as práticas agrícolas, foi otimizado.

As seguintes considerações e restrições se aplicam às informações acima:

O material genético da Jatropha. Acima referidos rendimentos só são aplicáveis às plantas a partir de sementes selecionadas as procedências mais produtivas disponíveis que são adaptadas ao solo local e das condições climáticas.

Condições agro-ecológicas. Estes valores apenas para manter as áreas com temperaturas ideais e de radiação para o pinhão manso.

O abastecimento de água. Ótima fonte de água significa que a água esteja disponível para a planta de Jatropha em todos os momentos e à seca e alagamento não ocorrer. Em caso de chuva, o crescimento é:

- Água limitada (seca), a redução gradual do número de colheita de três para uma colheita por ano e reduzir a disponibilidade de água para o crescimento e produção de frutos.
- Limitada devido aos impactos negativos de alagamento levando a raiz do dano. Isso acontece em caso de excesso de chuvas em combinação com a retenção de água nos solos.

A fertilidade do solo. Alta fertilidade do solo é mencionada e implica também a boa estrutura do solo e aeração.

Water supply	Soil Fertility	Dry Seeds (kg/ha/yr)
Optimal	high	6000
,,	medium	2500
,,	low	750
Normal	high	3500
,,	medium	1500
,,	low	500
Sub-optimal	high	1500
,,	medium	750
,,	low	250

Table. Expected Jatropha seed yields for different water supply and soil fertility [5].

2.8 Pragas e doenças

Autor: Flemming Nielsen

Quando a Jatropha cresce como planta solitária na paisagem ou em pequenas plantações, raramente apresenta sinais de pragas e doenças. No entanto, quando cultivados em altas densidades em plantações ou sebes esta situação muda. Relatórios de pragas e doenças vêm de todas as partes do mundo em número crescente. Na maioria dos casos, essas pragas e doenças que não são prejudiciais e até agora poucas são de importância econômica.

Quando uma nova cultura é introduzida e cultivada em larga escala pode levar anos antes que a praga ou doença sejam sentidas. Esse efeito, por exemplo, é demonstrada com várias espécies florestais no agronegócio. A baixa incidência de pragas e doenças observadas atualmente na maioria das áreas não pode ser considerado como a última [3].

Pragas e doenças que têm sido relatados que afetam a Jatropha estão listados no apêndice.

A maioria das pragas são de menor importância. A importância das pragas variam de acordo com as regiões:

África: Besouro-saltador (Aphthona spp.) Come as folhas e as suas larvas penetram nas raízes (Nielsen 2007, Gagnaux 2008). O besouro-saltador amarelo (Aphthona dilutipes) aparece para causar danos mais graves do que o besouro-saltador dourado, por vezes, resultando em 100% de mortalidade. O autor tem observado apenas o besouro de pulga amarelo na Província de Manica, em Moçambique e só sabe de uma outra observação a saber, do Malawi, onde ele também provoca danos severos. (Timothy Mahoney, Pers. Comm.).

Central e América do Sul: Percevejos que se alimentam de frutas, Pachycoris klugii Burmeister (Scutelleridae) e Leptoglossus zonatus (Coreidae) (Grimm e Maes, 1997).

Ásia: O percevejo Scutellera nobilis Fabr. que provoca queda de flores, aborto das frutas e má formação das sementes, e da inflorescência, e a broca da cápsula, Pempelia morosalis que causa dano por suas teias e da alimentação dos inflorescências e em fases posteriores perfurando a cápsula (Shanker e Dhyani 2006).

Danos de vírus é de grande preocupação e parece estar se espalhando rapidamente na Índia. Na África a presença do vírus ainda é rara.

Existe a preocupação de que, por exemplo, o vírus da mandioca africana pode ter sido transferido para a Jatropha, embora os casos só foram relatados em Jatropha multifida. Münch (1986) afirma que a doença do superalongamento da mandioca (Sphaceloma manihoticola / Elsinoe brasiliensis) pode ser transmitida à Jatropha.

Por estas razões, não é aconselhada a plantação de mandioca e Jatropha, no mesmo campo (Heller, 1996).

O feijão comum (Phaseolus vulgaris) é suscetível ao vírus da Jatropha (Hughes et al 2003). Ela é transmitida pela mosca-branca (Bemisia tabaci) (Raj et al 2008).

2.8.1 Medidas de Controle

A investigação sobre as medidas de controle biológico está em curso, mas atualmente não há conhecimento sobre a eficácia de vários métodos, de forma específica as recomendações ainda não podem ser feita (Grimm 1999, Raj et al 2008). Entretanto, os métodos que trabalham com outras culturas podem ser eficientes com a Jatropha também. É também provável que os métodos locais podem ser desenvolvidos em muitos casos, de forma que a experimentação é encorajada.

Os pesticidas são utilizados com sucesso contra as principais pragas da Jatropha, incluindo:

- Agrotóxicos contendo Clorpirifós ou Cifenotrina são eficientes contra Aphthona spp. (besouro de pulga) (F pers Nielsen. obs.)

- Captafol a 3000 ppm é recomendada como um mergulho para a erradicação da doença de super alongamento (Lozano et al 1981) das mandioca. É provável que seja eficiente para a Jatropha também.

- A podridão do colo pode ser controlada com 0,2% de cloreto de cobre Oxy (COC) ou 1% o encharcamento Bordeaux (FACT Seminar 2007)

- O comedor de casca (Indrabela sp.) e a broca da cápsula pode ser controlada com uma mistura de Vitex, nim, aloe, Calatropis ou Rogor @ 2 ml / lit de água. Alternativamente, a pulverização Endosulfan @ 3 ml / lit de água pode ser usada (Paramathma et al 2004, FACT Seminar 2007). Muitos países proibiram o endosulfan.

2.8.2 Medidas Preventivas

1. Usar variedades resistentes de Jatropha. Atualmente não há conhecimento sistemático sobre variedades resistentes. No entanto, as plantas não doentes devem ser selecionadas como plantas "mãe" para sementes e mudas.

2. Não plante Jatropha quando a pressão das pragas é elevada. Alta pressão das pragas, que normalmente é encontrado no final da estação chuvosa, quando as temperaturas e umidade relativa do ar são altas. Um estudo recente (Gagnaux 2007) constatou que a Jatropha plantada quando há alta pressão de pragas apresentam aumento das taxas de infestação anos após o plantio.

3. As medidas sanitárias:

    a. Desinfetar as ferramentas utilizadas para o corte e poda. O álcool, cloro e produtos de limpeza doméstica, como Lysol são bastante eficientes, mas pode não ser viável para os pequenos agricultores. A limpeza com água, grama ou areia não é muito eficiente para a remoção do látex, mas é melhor do que nada. Se um fogo estiver disponível as chamas podem ser o método mais eficiente e de baixo custo.

    b. Se possível, evite usar o mesmo corte e ferramentas de poda de mandioca e Jatropha.

    c. Extirpe plantas doentes. A inspeção deve ser realizada preferencialmente pelo menos uma vez por semana durante os primeiros meses. Se são utilizados viveiros, a inspeção e tirando insectos daninos deve ser parte da rotina. Moscas-brancas, que são responsáveis pela disseminação de vírus importantes, não se alimentam de folhas murchas, para que eles não costumam tocar populações de plantas. No entanto, existem outros fatores, por isso é aconselhável para secar as plantas arrancadas a certa distância do campo ou para enterrar ou queimar.

    d. Minimizar os danos às plantas de Jatropha para reduzir o risco de microorganismos que entram. Podar apenas com ferramentas afiadas e sempre corte em ângulo. Evite a criação de cortes horizontais, onde a água irá drenar lentamente.

4. Plantações grandes e densas aumentam a incidência de pragas e doenças. Tente usar:

a. Espaçamentos, por exemplo, 3 por 3 ou plantio em linhas com pelo menos 4 m de distância.

b. Campos pequenos, separados e isolados uns dos outros.

c. Plantio de cercas em vez de parcelas.

d. Consorciação

5. Os resíduos de sementes de Jatropha tem propriedades pesticida, e podem ser útil para proteger a planta, porque a Jatropha jovem tem baixos níveis de toxinas.

Referencias

1. Data on vermicompost. http://assamagribusiness.nic.in/NEDFi/map30.pdf

2. Data on dry cow manure. www.umaine.edu/animalsci/Issues/Nutrient/Nutrients%20from%20Manure.ppt

3. Achten, W.M.J., Verschot, L., Franken, Y.J.,Mathijs, E.,Singh, V.P., Aerts, R., Muys, B., 2008. Jatropha bio-diesel production and use. Biomass and Bioenergy 32: 1063-1084.

4. Daey Ouwens, K., Francis, G., Franken, Y.J., Rijssenbeek, W., Riedacker R., Foidl, N., Jongschaap, R., Bindraban, P., 2007. Position Paper on Jatropha curcas, State of the Art, Small and Large Scale Project Development. FACT Foundation, Eindhoven, Netherlands.

5. Y.J. Franken, FACT Foundation

6. Gagnaux P. C. A. (2008) Incidência da entomofauna associada à cultura de Jatrofa (Jatropha curcal L) em Moçambique, Thesis, Universidades Eduardo Mondlane, Mozambique

7. Grimm C, Maes J-M. Arthropod fauna associated with Jatropha curcas L. in Nicaragua: a synopsis of species, their biology and pest status. In: Gu¨ bitz GM, Mittelbach M, Trabi M, editors. Biofuels and industrial products from Jatropha curcas—Proceedings from the symposium ‘‘Jatropha 97,’’ Managua, Nicaragua, February 23–27. Graz, Austria: Dbv-Verlag; 1997. p. 31–9.

8. Gübitz, G.M., Mittelbach, M., Trabi, M., 1999. Exploitation of the tropical oil seed plant Jatropha curcas L. Bioresource Technology 67: 73-82.

9. Grimm, C. (1999). Evaluation of damage to physic nut (Jatropha curcas) by true bugs. Entomologia Experimentalis et Applicata. Aug. 92(2): 127-136. {a} Institute of Forest Entomology, Forest Pathology and Forest Protection, University of Agricultural Sciences, Vienna, Austria

10. Heller, J. 1992. Untersuchungen über genotypische Eigenschaften und Vermehrungsund Anbauverfahren bei der Purgiernuß (Jatropha curcas L.) [Studies on genotypic characteristics and propagation and cultivation methods for physic nuts (Jatropha curcas L.)]. Dr. Kovac, Hamburg.

11. Heller, J., 1996. Physic nut. Jatropha curcas L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute, Rome.

12. Henning, R.K., Jatropha curcas L. 2007. In: van der Vossen, H.A.M. & Mkamilo, G.S. (Editors). Plant resources of Tropical Africa 14. Vegetable oils. PROTA Foundation, Wageningen, Netherlands / Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands/ CTA Wageningen, Netherlands. pp. 103-108.

13. Hughes JDA, Shoyinka SA (2003). Overview of viruses of legumes other than groundnut in Africa in Plant virology in sub-Saharan African, Proceeding of Plant Virology, IITA, Ibadan, Nigeria. Eds Hughes JDA, Odu. B. pp 553–568.

14. Janssen, B.H., 1991. Nutrients in soil-plant relations (in Dutch: Nutriënten in bodem-plant relaties). College reader. Wageningen University.

15. Jongschaap, R.E.E., Corré, W.J., Bindraban, P.S., Brandenburg, W.A., 2007. Claims and Facts on Jatropha curcas L. Plant Research International B.V., Wageningen / Stichting Het Groene Woudt, Laren.

16. Kar, A.K. and Ashok Das. 1988. New records of fungi from India. Indian Phytopathol. 41(3):505.

17. Lozano, J.D., Bellotti, A., Reyes, J.A. Howeler, R., Leihner, D. and Doll, J. (1981) Field Problems in Cassava. CIAT, Cali Colombia.

18. Meshram, P.B. and K.C. Joshi. 1994. A new report of Spodoptera litura (Fab.) Boursin (Lepidoptera: Noctuidae) as a pest of Jatropha curcas Linn. Indian Forester 120(3):273-274.

19. Münch, E. 1986. Die Purgiernuß (Jatropha curcas L.) - Botanik, Ökologie, Anbau. Diploma thesis. University Hohenheim, Stuttgart.

20. Nielsen F (2007) FNResearch Progress Report No. 1, 2007, Project: "Jatropha oil for local development in Mozambique" Subtitle: "Biofuel for development and Communal Energy Self-Supply" Reporting period: January 2007 – July 2007

21. Paramathma,M., Parthiban,K.T. and Neelakantan,K.S. 2004. Jatropha curcas . Forest College & Research Institute, Tamil Nadu Agricultural University,Coimbatore. 48p.

22. Phillips, S. 1975. A new record of Pestalotiopsis versicolor on the leaves of Jatropha curcas. Indian Phytopathol 28 (4):546.

23. Raj S. K., Snehi S. K., Kumar S., Hand M. S. and Pathre U. (2008) First molecular identification of a begomovirus in India that is closely related to Cassava mosaic virus and causes mosaic and stunting of Jatropha curcas L. Australasian Plant Disease Note pp. 69-72

24. Source: Rudy Rabbinge, presented during FACT seminar May 2008.

25. Shanker C., Dhyani S.K. (2006) Insect pests of Jatropha curcas L. and the potential for their management. Current Science (Bangalore) 91, 162-3. Contact: Shanker, Chitra ; Natl Res Ctr Agroforestry, Gwalior Rd, Jhansi 284003, Uttar Pradesh, India

26. Singh, I.D. 1983. New leaf spot diseases of two medicinal plants. Madras Agric. J. 70(7):490.

27. U.S. Dept. Agr. Handbook No. 165. 1960. Hardiness zones of the United States and Canada, p. ii. In Index of Plant Diseases in the United States, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.

28. FACT Foundation, Y.J. Franken

29. W. Rijssenbeek, FACT Foundation

30. Agricultural value of soil types: http://www.recreational-land.co.uk/soil-classification.htm

31. Flemming, Nielsen, FACT Advisor / Banana Hill