

CONSÓRCIOS DE MILHO, FEIJÃO E MANDIOCA EM PRESENÇA DE BAGANA DE CARNAÚBA EM UM ARGISSOLO NO LITORAL NORTE DO CEARÁ SOB CONDIÇÕES DE SEQUEIRO

*Awdeia Kristhya Araújo¹
João Ambrósio de Araújo Filho²
Samuel Rocha Maranhão³*

Resumo – A pesquisa estendeu-se de março de 2012 a julho de 2013, consistindo em um consórcio de milho, feijão e mandioca, cujo objetivo era determinar a melhor alternativa de consórcio, em longo prazo, de milho, feijão e mandioca e o efeito da cobertura de bagana de carnaúba para a melhoria da produtividade, estabelecido em um Argissolos da região litorânea do Ceará, sob condições de sequeiro. A vegetação lenhosa foi submetida ao corte raso, seguindo-se a queima controlada do material restante. A parcela possuía de 7,5 x 38,5 m, onde foram aplicados os tratamentos, constando de: T – testemunha e BAGA – com cobertura de bagana de carnaúba. A cobertura de bagana foi aplicada na proporção de 16 t/ha. Cada parcela foi dividida em sete subparcelas de 3,5 por 7,5 m, onde foram implantadas as culturas puras e os consórcios de milho, feijão e mandioca constituíram os subtratamentos: MILH (milho em cultivo solteiro), FEIJ (feijão em cultivo solteiro), MAND (mandioca em cultivo solteiro), MIFE (consórcio milho/feijão), MIMA (consórcio milho/mandioca), FEMA (consórcio feijão/mandioca) e MIFEMA (consórcio milho/feijão/mandioca). Para os subtratamentos de milho e feijão, em cultura pura, o espaçamento foi de 0,5 x 0,5 m, com o plantio de 3 a 4 sementes por cova. Para os de mandioca, o espaçamento foi de 1,0 m entre linhas e 0,6 m entre plantas. Nos consórcios milho + feijão e milho + mandioca, as fileiras 2 e 4 terão a granífera substituída pelo feijão e pela mandioca, respectivamente. Nos consórcios feijão + milho e feijão + mandioca, as fileiras 2 e 4 tiveram a leguminosa substituída pelo milho e pela mandioca, respectivamente. Nos de mandioca + milho e mandioca + feijão foram intercaladas entre as fileiras 1 e 2 e 2 e 3 linhas de milho ou de feijão, conforme o consórcio. Para o milho e feijão avaliou-se população, produção de grãos e peso de 100grãos. Somente para o feijão avaliou-se peso de grãos/planta, número de grãos/planta. Somente para o milho foi avaliado peso da planta inteira, peso de grãos/espiga número de espiga/planta, peso de espigas e produção de palhada. Quanto à mandioca foi mensurado diâmetro de copa e altura da planta. Houve efeito ($p>0,05$) da cobertura com bagana de carnaúba sobre a morfologia e produtividade do milho e do feijão, já o consórcio de culturas elevou significativamente o rendimento de grãos de milho. No tocante, para a mandioca, a bagana não afetou a altura, diâmetro e a população da planta, tendo o efeito ($p>0,05$) do consórcio contribuído para melhoria dessas características. O consórcio das culturas de milho + feijão + mandioca consiste no consórcio mais produtivo com UET de 1,9. **Palavras-chave:** Cobertura morta; Seca periódica; *Vigna unguiculata* L. (Walp.).

INTRODUÇÃO

O plantio consorciado, um caso particular do cultivo múltiplo, é uma prática agrícola muito utilizada em regiões tropicais. Consiste no cultivo simultâneo de diferentes espécies na mesma área, no mesmo tempo. Por apresentar maior estabilidade de produção, este sistema de plantio é muito usado por pequenos produtores para reduzirem os riscos causados pela irregularidade climática das regiões semiáridas (ALTIERI; LIEBMAN, 1986; TRENBATH, 1986; ZAFFARONI; AZEVEDO, 1982).

¹ Mestre em Zootecnia pela Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA. E-mail: awdrea_araujo@hotmail.com

² Doutor em Range Management pela University of Arizona/EUA. Professor PhD do Curso de Zootecnia e do Mestrado em Zootecnia da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA. E-mail: ambrosio.filho@uol.com.br

³ Graduado em Zootecnia e Mestrando do Curso de Mestrado em Zootecnia da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA. E-mail: samuel_zootec@hotmail.com

No Brasil, o consórcio entre milho e feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é o de maior relevância, principalmente entre os agricultores familiares. Na região semiárida do nordeste brasileiro essa prática é maior entre as culturas de milho e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp).

O milho é um dos principais cereais produzidos no mundo e o mais cultivado no Brasil, mas tem enorme contraste de produtividade entre as diferentes regiões do país, em decorrência das diferentes condições climáticas e de cultivo às quais a cultura é submetida.

O feijão-caupi tem uma grande importância, tanto como alimento quanto como gerador de emprego e renda. É rico em proteína, minerais e fibras e constitui um componente alimentar básico das populações rurais e urbanas das regiões Norte e Nordeste. Na região Nordeste, a produção tradicionalmente concentra-se nas áreas semiáridas, onde outras culturas leguminosas anuais, em razão da irregularidade das chuvas e das altas temperaturas, não se desenvolvem satisfatoriamente. A produção de feijão-caupi nas regiões Nordeste e Norte é feita por empresários e agricultores familiares que ainda utilizam práticas tradicionais.

A bagana de carnaúba é usada na proteção e resfriamento dos solos, em razão do conteúdo de nutrientes e volume disponível nas regiões produtoras. Os benefícios proporcionados pelo uso da bagana seca, como cobertura morta em fruteiras e culturas de subsistência são traduzidos nas seguintes vantagens: redução da variação da temperatura no solo e manutenção da umidade do solo.

A prática da consorciação envolvendo culturas de subsistência e tradicional é amplamente utilizada por pequenos agricultores. Dentre os principais fatores que determinam a utilização deste sistema de produção, destacam-se a redução dos riscos de perdas, o uso eficiente da terra e o retorno econômico.

Com isso, a identificação de sistemas de manejo adequados permitirá ao produtor rural utilizar os recursos existentes na propriedade e maximizar a renda líquida, preservando os recursos do ambiente com as práticas agroecológicas que são baseadas, principalmente, no aporte de nutrientes por meio de processos biológicos naturais, uma das alternativas é o cultivo orgânico.

Teve como objetivo determinar a melhor alternativa de consórcio, em condições de sequeiro, de milho, feijão e mandioca e o efeito da cobertura de bagana de carnaúba para a melhoria da produtividade, estabelecido em um Argissolos da região litorânea do Ceará.

Diante dos fatos encontrados nas áreas agrícolas cresce o interesse dos produtores por sistemas de produção alternativos que diminuam os efeitos da degradação ambiental e melhorem a qualidade de vida na área agrícola, além de preservar a capacidade produtiva do solo em longo prazo. Produtores atualmente têm buscado o desenvolvimento de tecnologias ecologicamente corretas e sustentáveis.

LITORAL CEARENSE E ARRANJOS CULTURAIS

Características gerais da região litorânea cearense

Os Tabuleiros Pré-Litorâneos são retalhos dos “glacis” de acumulação localizados por trás das dunas e se inclinam suavemente do interior na direção da linha de costa. Sua litologia refere-se aos sedimentos

clásticos areno-argilosos do Grupo Barreiras, com solos originários a partir destes sedimentos (cf. VALLADARES, 2012). O clima pode ser enquadrado como subúmido seco a semiárido com o período chuvoso ocorrendo de janeiro a junho, com concentração das precipitações nos meses de março e abril.

Os solos dos Tabuleiros Pré-Litorâneos, em sua grande maioria, apresentam horizonte superficial com textura arenosa, constituindo-se principalmente de Argissolos amarelos e acinzentados e Neossolos Quartzarênicos, em um relevo suave ondulado (VALLADARES, 2012). Sua vegetação pertence ao complexo de vegetação dos tabuleiros pré-litorâneos e é constituída de florestas semidecíduas ou matas de tabuleiros costeiros (CASTRO et al., 2012). Apresentam-se como ambientes estáveis, com baixa vulnerabilidade e adequados à agropecuária e agroextrativismo.

Em termos de exploração agrícola, predomina na região a agricultura familiar, explorando as culturas básicas de milho, feijão, mandioca e algodão, geralmente cultivados em consórcio, associados ao cajueiro, após o desmatamento e queimada, induzindo mudanças significativas na cobertura vegetal.

Deste modo, uma característica da prática agrícola do agricultor familiar cearense é o consórcio de diferentes espécies vegetais, cuja finalidade é aumentar a eficiência de utilização da terra e diversificar a produção e reduzir os riscos de frustração de safra (DAMASCENO et al., 2001; APOLARI, 2009). Diversos arranjos culturais entre o milho, o feijão e a mandioca são utilizados pelos agricultores.

Espaçamentos e arranjos de plantas nos consórcios

O consórcio de culturas se caracteriza pelo cultivo simultâneo na mesma área de duas ou mais espécies de plantas com diferentes ciclos e arquiteturas vegetativas, semeadas no mesmo tempo ou não, de modo que ocorra o desenvolvimento em todo ou em parte do seu ciclo (REZENDE et al., 2002; MONTEZANO; PEIL, 2006).

No entanto, o cultivo consorciado de duas culturas, como o feijão-caupi, o milho e a mandioca pode ser uma alternativa para melhorar o aproveitamento da área e a ocupação do solo gerando alimento e renda, sendo, portanto, opção importante na agricultura familiar do estado do Ceará.

O espaçamento no plantio é uma das variáveis que muito influencia a produtividade. Os espaçamentos nos consórcios são bastante diversificados, variam de acordo com o número e tipo de espécies cultivadas. Porém, o objetivo é obter um arranjo e distribuição de plantas adequados na área, de modo a proporcionar menor competição e maior produtividade.

O objetivo do arranjo cultural é reduzir a competição entre as espécies e otimizar a eficiência de utilização da luz no dossel, fazendo com que o período de maior exigência por luz e nutriente das culturas utilizadas no consórcio não coincida. A competição interespecífica ocorre, seja em busca de nutrientes, seja pela interceptação luminosa e é menor do que a intraespecífica. Deste modo, o arranjo é determinado pela disposição das diferentes espécies de plantas entre e dentro das fileiras de plantio e pela época em que se inicia a competição (APOLARI, 2009; SCHONS et al., 2009). Para se obter o máximo da produtividade das culturas

consorciadas, deve-se minimizar a competição entre as espécies, fazendo-as divergirem na época da floração e frutificação. Deve-se buscar um ponto de equilíbrio, de tal forma que a distribuição espacial seja a mais favorável possível para todas as culturas, especialmente a cultura principal (cf. SCHONS et al., 2009).

O consórcio na verdade pode trazer para o produtor vantagem ou desvantagem, a resultante vai depender do inter-relacionamento do sistema consorciado entre cultura, que para Willey (1979) pode ocorrer de três formas: se o rendimento das culturas for menor que o esperado a inibição é mútua; se o rendimento das culturas superar o esperado denomina-se de cooperação mútua; e se diante do esperado uma cultura produz menos, mas é compensado por outra que produz mais do que o esperado, a esse inter-relacionamento denomina-se compensação.

O emprego dessa prática se dá largamente entre as culturas de milho-feijão, sorgo-feijão, coco-cacau, seringueira-cacau, algodão-milho, algodão-feijão, dentre tantas outras combinações, como consórcio com mais de duas culturas (PORTES; SILVA, 2006).

Esse sistema de cultivo tem sido visto como sistema agrícola de maior sustentabilidade, portanto considerado como um sistema fundamental na manutenção da agricultura familiar (BALASUBRAMANIAN; SEKAYANGE, 1990).

Para verificar se o consórcio está sendo produtivo, adota-se a fórmula do Uso Eficiente da Terra (UET) ou Índice de Equivalência de Área (IEA), que permite estimar a área necessária para que as produções em monocultivo se igualem àquela obtida no cultivo consorciado (cf. MOURA, 1984; VIEIRA, 1984; RAMALHO et al. 1985), sendo determinado por meio da seguinte fórmula:

$$UET = \frac{Ca}{Ma} + \frac{Cb}{Mb} + \frac{Cn}{Mn} = Ia + Ib + In$$

Em que, por exemplo: CA = rendimento do feijão-caupi no consórcio; MA = rendimento do feijão-caupi em monocultivo; CB = rendimento do milho no consórcio; MB = rendimento do milho em monocultivo; IA = índice individual relativo ao feijão-caupi; e IB = índice individual relativo ao milho (cf. SOARES et al., 2000).

O consórcio deve ser considerado eficiente quando o UET ou IEA ultrapassa o valor 1,0 (SOARES et al., 2000), enquanto inferior a 1,0 será ineficiente (VIEIRA et al., 2003). De acordo com Vieira (1984) e Gliessman (2000), o UET ou IEA será confiável quando as produções dos monocultivos forem obtidas com as populações ótimas de plantas para esse sistema cultural; o manejo adotado no monocultivo seja adotado também no consórcio, e os índices encontrados devem estar relacionados com os rendimentos culturais obtidos.

Nos sistemas de cultivos os arranjos espaciais, as épocas de semeaduras e as cultivares são importantes fatores que podem ser manejados e controlados pelo produtor. Utilizando essas ferramentas, podem-se aumentar as eficiências produtivas.

Apesar dos benefícios resultantes do sistema de produção consorciado, existem poucos trabalhos utilizando consórcio em cultivos com bases ecológicas. Há uma grande necessidade de pesquisas nessa linha para melhor entender a dinâmica dessa prática cultural nos sistemas agroecológicos de produção.

Consórcio de milho, feijão caupi e mandioca

O consórcio de milho (*Zea mays* L.) e feijão-caupi [*Vigna unguiculata* L. (Walp.)] constitui uma prática tradicional na região Nordeste e Norte do Brasil. Esse sistema vem se difundindo cada vez mais por todo Brasil, provavelmente por serem culturas de ciclo curto, pouco competitivas e por fazerem parte dos alimentos básicos do povo brasileiro.

O milho e o feijão-caupi são culturas que têm alta produtividade em lugares com alta disponibilidade de água, nutrientes e radiação solar. Entretanto, são culturas adaptadas a períodos de deficiência hídrica, como no Nordeste brasileiro. Mas, expressam reduções na produtividade de biomassa e de grãos em condições inadequadas de cultivo (MOURA et al., 2006).

Guedes et al. (2010) avaliaram diferentes tipos de consórcio entre feijão-caupi (cv. Mauá) e milho (cv. AG-1051), em sistema orgânico de produção. Os tratamentos constaram de diferentes épocas ou intervalos de tempo de semeadura do feijão-caupi em relação à do milho. O consórcio com o feijão-caupi não interferiu na produtividade do milho em espigas verdes. O consórcio entre o feijão-caupi e milho foi eficiente, ou seja, os Índices de Equivalência de Área (IEA) foram maiores que 1 (um). A produtividade foi maior quando a semeadura do feijão-caupi foi antecipada de 21 dias em relação à do milho, demonstrando ser mais adequada ao manejo orgânico adotado e às condições edafoclimáticas da região.

Silva (2001) avaliou o rendimento de espigas verdes de três cultivares de milho (Centralmex, AG-401 e C-701) e o rendimento de feijão verde em três cultivares de caupí (Pitiúba, Caicó e CNCx 658-15E) em monocultivos e em consorciação. Houve redução em rendimento de vagem e grão com a consorciação de 55% e não se verificou diferença significativa no IEA para as diferentes cultivares de milhos avaliados.

Távora et al. (2007) em sua pesquisa objetivaram avaliar o efeito do consórcio milho, feijão-caupi e sorgo granífero sobre o rendimento de grãos e o IEA. As espécies foram consorciadas duas a duas em fileiras alternadas em séries de substituição. Os sistemas de cultivo consorciado proporcionaram aumento no IEA. Quando fizeram avaliação do consórcio milho/feijão-caupi em diferentes combinações pela análise do IEA, os autores verificaram vantagem dos consórcios sobre os monocultivos variando de 5 a 28%.

Souza et al. (2004), ao estudarem o consórcio de milho com feijão-caupi, detectaram sua influência positiva na produtividade do milho, havendo, por outro lado, redução no desempenho do feijão-caupi.

De maneira geral, a produção de grãos e de palha do milho não é afetada pelo o consórcio com o feijão, enquanto que a do feijão, na maioria dos casos, sofre perdas nos mais diferentes sistemas de consórcio com milho. Távora et al. (2007) avaliaram o consórcio milho/feijão-caupi em diferentes combinações, por meio do uso eficiente da terra revelou vantagem sobre os monocultivos variando de 5 a 28%.

Recentes pesquisas envolvidas para essa prática buscam melhorar vários aspectos, tais como: arranjo espacial (VIEGAS NETO et al., 2012), densidade e época de semeadura (GUEDES et al., 2010), o consórcio agroecológico (TAVELLA et al., 2011), a eficiência do uso da água (SOUZA et al., 2004 e 2011; BEZERRA et al., 2007), sob diferentes lâminas de irrigação e doses de fósforo (BLANCO et al., 2011), sistema de produção e cultivares mais adaptados (COSTA et al., 2010), o comportamento de cultivares (SANTOS et al., 2010), consórcio de culturas intercalares e adubação (CORTEZ et al., 2009). Todas as pesquisas contêm a mesma finalidade, buscam maximizar a produtividade dentro do sistema consorciado.

Schons et al. (2009) no Rio Grande do Sul ao consorciarem mandioca e milho, observaram que a competição interespecífica nos espaçamentos testados não afetou os parâmetros de crescimento e desenvolvimento, nem a produtividade das duas espécies, quando comparados com o cultivo solteiro. Os espaçamentos usados foram de 0,80 x 0,21 m para o milho e 1,6 x 0,5 para a mandioca. Desta forma, o arranjo possibilitou uma UET (Utilização Eficiente da Terra) de 1,34.

Considerações gerais sobre o milho no Nordeste brasileiro

O milho (*Zea mays* (L.)), o cereal mais cultivado no Brasil, é uma planta anual de ciclo curto e utilizada na alimentação humana e animal. No Ceará, o milho representa cerca de 70% da produção de grãos.

No Nordeste brasileiro, devido à irregularidade das chuvas, o milho apresenta produtividade mais modesta, cerca de 2.656 kg ha⁻¹. Entretanto, entre os estados nordestinos mais produtivos, destacam-se Bahia e Maranhão com produtividades médias de 3.155,0 e 2.778,0 kg ha⁻¹, respectivamente. O Ceará é um dos estados de menor produtividade de milho, provavelmente porque o clima semiárido predomina em 80% de sua área, apresentando média de 432,8 kg ha⁻¹, mas com flutuações de 220 a 1.100 kg ha⁻¹, conforme a distribuição da pluviosidade anual na região (cf. CONAB, 2014).

Uso da bagana de carnaúba

A bagana de carnaúba é bastante utilizada como cobertura morta no litoral cearense, pois é eficiente na retenção da umidade no solo. Ziegler et al. (2010), em ano de baixa pluviosidade, na região litorânea do Ceará, utilizando 16 t/ha da bagana em cobertura do solo, obtiveram 805 e 1.100 kg ha⁻¹ de grãos e palhada do milho, respectivamente. Os autores obtiveram esses resultados ao cultivar o milho em renques de gliricídia e sob adubação com 16 toneladas de bagana de carnaúba que é a média de bagana utilizada pelos produtores da região. Mesmo com pluviosidade de 500 mm, a bagana de carnaúba foi suficiente para manter a umidade no solo permitindo o enchimento dos grãos. Pessoa et al. (2012) também em ano de baixa pluviosidade no litoral cearense, obtiveram produção de grãos e palhada respectivamente de 306,9 e 951,0 kg ha⁻¹ no ano de 2010 com pluviosidade média de 425mm e utilizando 16,0 t/ha da bagana em cobertura do solo, já no ano de 2011 a produtividade aumentou para 1.535,5 kg ha⁻¹ de grãos e 1.978,8 kg ha⁻¹ de palhada com pluviosidade média de 1600mm.

Considerações gerais sobre o feijão-caupi

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), explorado predominantemente pela agricultura familiar até recentemente, nos últimos anos vem adquirindo maior expressão econômica, devido, basicamente, à busca da população por alimentos saudáveis, e também na ampliação da área de produção. O feijão-caupi representa cerca de 15% do feijão produzido no Brasil segundo CONAC – Congresso Nacional de Feijão-caupi (2012), Foram colhidos no Brasil em 2011 aproximadamente 1,6 milhão de hectares, com produção de 822 mil toneladas, média de 525 kg ha⁻¹. A maior produção concentra-se no Nordeste, com 84% da área plantada e 86% da produção nacional (CONAC, 2012). Conforme a FAO, no período de 2005 a 2009 o feijão-caupi apresentou uma área cultivada em torno de 12.218.774 hectares no mundo, produzindo cerca de 5.641.762 toneladas por ano, com produtividade média de 461,8 kg ha⁻¹ (FREIRE et al., 2011). No ano de 2011 a região Centro-Oeste apresentou uma produção com aproximadamente 3%, a região Norte com 11% e Nordeste com 86% da produção no Brasil (Ibidem).

Freire Filho (1988) menciona que o feijão-caupi foi introduzido na América Latina, no século XVI, pelos colonizadores espanhóis e portugueses e em seguida no Brasil, provavelmente no estado da Bahia, se expandindo posteriormente para outras áreas do Nordeste e depois para outras regiões do país. Apresenta vários nomes vulgares, sendo conhecido como feijão-de-corda, feijão-macáçar, feijão-da-colônia, feijão-de-praia, feijão-de-estrada, feijão-miúdo, feijão-catador, feijão-gutuba, feijão-fradinho, etc. (LOPES et al., 2003; BRAGA, 1976; FREIRE FILHO et al., 2005; PEDRO, 2007). É cultivado nas regiões Norte e principalmente Nordeste onde tem uma grande importância como fonte geradora de emprego e renda e constitui-se em um dos principais componentes da alimentação humana dessas regiões, estando entre as principais culturas de subsistência, em virtude do elevado teor proteico, constituindo-se uma cultura de valor estratégico e atual (EHLERS, 1997; FREIRE FILHO et al., 2005). Apresentando grande importância socioeconômica e desempenhando papel fundamental na produção agrícola. É pouco exigente em fertilidade do solo e apresenta boa capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* (ANDRADE JR. et al., 2002).

A maior parte da produção do feijão-caupi é praticada basicamente por pequenos produtores que geralmente utilizam mão de obra familiar, destinando-a para sua própria subsistência e com venda de pequenos volumes excedentes em feiras livres (cf. GUEDES, 2008). O CONAC (Congresso Nacional de Feijão-caupi) em 2012 divulgou que os grandes produtores vêm despertando interesse pela cultura e que com novas cultivares mostra-se facilidade na utilização de maquinário na colheita.

Em função do seu valor nutritivo, o feijão-caupi é cultivado, principalmente, para a produção de grãos secos e verdes, sendo consumido *in natura*, na forma de conserva ou desidratado; também é utilizado como adubo verde e na alimentação animal como forragem e ensilagem ou feno (cf. FREIRE FILHO et al., 2005).

No geral, apresenta cerca de 60% de carboidratos, 1,3% de gorduras e 3,9% de fibras. Seu valor protéico (23,4% na composição média da semente) é superior ao do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) (EHLERS e FOSTER, 1997).

As folhas e os ramos do feijão-caupi podem ser utilizados como complemento na alimentação animal e sua massa verde pode ser incorporada aos solos como fonte de matéria orgânica (cf. SILVA E OLIVEIRA, 1993; OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2003; VIEIRA et al., 2000; ALVES et al., 2009). Para a produção de grãos verdes tem-se preferência a cultivares de hábito de crescimento semirramador, com períodos prolongados de floração e frutificação, o que possibilita a colheita escalonada. O tempo médio para início de floração é de 40 a 50 dias e para a colheita de vagens e grãos verdes 60 a 70 dias (cf. GUEDES, 2008).

Considerações gerais sobre a mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), pertencente à família *Euphorbiaceae*, é originária do Brasil e é cultivada em todo território nacional. É uma espécie muito rústica, pouco exigente em fertilidade, porém, produz maior quantidade de raízes em solos mais profundos e arenosos. É adaptada ao clima tropical e subtropical, com precipitação pluvial variando de 600 a 1.200 mm com distribuição adequada e a uma temperatura média de em torno de 25°C. Temperaturas inferiores a 15°C prejudicam o desenvolvimento vegetativo da planta. Pode ser cultivada em altitudes de até cerca de dois mil metros acima do nível do mar (cf. TAKAHASHI; GONÇALO, 2005).

Dentre os produtos obtidos da mandioca destacam-se os tubérculos que são utilizados na alimentação humana, na forma de farinha e goma. Além disto, os tubérculos podem ser fatiados e secos para uso na alimentação animal. A parte aérea é composta por folhas e o colmo, sendo fonte preciosa de forragem volumosa para o rebanho na época seca. Quando separadas do colmo, as folhas também são utilizadas na alimentação humana em alguns países, especialmente os do continente africano (cf. FAO, 2012).

Nos anos de 1962 e 1963 o consumo anual *per capita* de mandioca e derivados atingiu 12,5 kg por habitante/ano. Hoje, estima-se que esse consumo *per capita* seja de 10,8 kg por habitante/ano (cf. IBGE, 2012).

No Nordeste brasileiro, a parte aérea da mandioca é colhida, geralmente, ao final do ciclo produtivo, ou seja, aos 18 meses após o plantio, e servida na alimentação animal, como volumoso (cf. MELO et al., 2010). A produtividade da parte aérea da mandioca depende de vários fatores, tais como: variedade cultivada, adubação orgânica e mineral, pluviosidade, época de desfolhação, intensidade de desfolhação, além do arranjo e da densidade populacional de plantas na área (cf. APOLARI, 2009; SCHONS et al., 2009; CURCELLI et al., 2009; IRMÃO, 2007).

A parte aérea da mandioca é composta por ramos e folhas, geralmente possui alto valor nutritivo, é rica em proteínas, açúcares, vitaminas e minerais, também apresenta excelente aceitabilidade pelos animais. Irmão (2007) constatou que o terço superior da parte aérea da mandioca pode conter até 20% de proteína bruta (PB), enquanto somente as folhas possuem, em média, 28% de PB. A parte aérea pode ser usada para o consumo animal como fonte de proteína, tanto na forma verde, como na desidratada ou feno. Por outro lado,

em termos nutritivos, o restolho cultural, ou seja, toda a parte aérea da mandioca colhida aos 18 meses pós-plantio apresenta cerca de 6% de Proteína Bruta (PB) e 45% de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) (cf. CARVALHO, 1994).

Curcelli et al. (2009) em Botucatu, SP cultivaram a variedade de mandioca IAC 14, com o objetivo de demonstrar o potencial produtivo da parte aérea aos seis meses pós-plantio. O terço superior da mandioca teve peso médio de 650,5 g planta⁻¹ de massa verde, para uma densidade populacional de 11.111 plantas/ha⁻¹. O terço médio e inferior, que incluem as hastes menos nutritivas, tiveram peso médio 144,1 g planta⁻¹ de massa verde, equivalentes a 1.660 kg ha⁻¹. Por outro lado, Irmão (2007) obteve elevada produtividade na Bahia, em média 44 Mg ha⁻¹ de massa verde da parte aérea da mandioca, podada rente ao solo em um único corte aos 18 meses pós-plantio.

No município de Acauã, PI, em solo franco arenoso, Silva et al. (2009) cultivaram diferentes variedades de mandioca, em consórcio com feijão guandu, girassol e feijão caupi, num sistema de produção de base agroecológica, com agricultores locais. As variedades Do céu e Macaxeira preta foram as que mais produziram folhas e hastes, quando colhidas aos 18 meses, alcançando o peso verde médio de 1,90 e 1,75 kg/planta⁻¹, respectivamente. A produtividade de massa verde da parte aérea foi de 24 para a variedade Do céu e de 23 Mg ha⁻¹, para a Macaxeira preta.

Entretanto, em Pacajus, região litorânea do Ceará, Távora & Melo (1993) colheram em poda única, por volta dos 290 dias pós-plantio, 12 Mg ha⁻¹ de massa verde da parte aérea para a variedade de mandioca Saracura e 13 Mg da variedade Jaburu, cultivadas em fileira simples. Por outro lado, em cultivo solteiro, a mandioca produziu até 41 Mg ha⁻¹ de massa verde de parte aérea. Também, mesmo em consórcio, pode se obter até 32 Mg ha⁻¹ (cf. TAVORA et al., 1990). As flutuações na produtividade da parte aérea da mandioca, no Ceará, são em parte explicadas pelo fato de que, na época da colheita, a planta pode estar ou não desprovida de folhas, desta forma, contribuindo para as flutuações na produtividade.

O Brasil é o segundo maior produtor de mandioca do mundo, atingindo patamar de 26 milhões de toneladas anuais, ultrapassado apenas pela China. Para o ano de 2011 o IBGE estimou produção de 27,1 milhões de toneladas. O estado brasileiro que mais produz mandioca é o Pará, com 5,1 milhões de toneladas (t), seguido da Bahia e Paraná com 4,4 e 3,8 milhões de toneladas, respectivamente (cf. IBGE, 2012).

A produtividade brasileira de mandioca é 14,1 t ha⁻¹, mas ocorrem flutuações entre as regiões, ou seja, região Sul e a região Norte são mais produtivas que a região Nordeste, porque apresentam maior pluviosidade e chuvas mais regulares ao longo do ano, sem a ocorrência das secas periódicas (cf. CONAB, 2011).

No Nordeste brasileiro, quando cultivada em regime de sequeiro, a mandioca tem sua colheita realizada aos 18 meses. Entretanto, quando irrigadas a época de colheita é reduzida para nove meses. A produtividade na região é relativamente modesta, 9,6 ton ha⁻¹, mas ocorrem flutuações entre os estados, com destaque para o Ceará e Alagoas como os estados de menor e maior produtividade, respectivamente, 6,62 e 14,02 t ha⁻¹ ano (cf. IBGE, 2012).

No Ceará, os municípios da região litorânea são os mais produtivos, sobressaindo-se Pacajus, Bela Cruz e Acaraú que produziram 12, 9,5 e 9,5 t ha⁻¹ em 2010, respectivamente. Por outro lado, Távora & Melo (1993) em monocultivo de mandioca em Pacajus, CE obtiveram produtividade média de 26 e 33 t ha⁻¹ para as variedades Saracura e Jaburu, respectivamente.

Para isso, fez-se necessária uma adubação de manutenção de 40 kg ha⁻¹ de N, 45 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 30 kg ha⁻¹ de K₂O. Ainda no litoral cearense, Távora et al. (1990) plantaram mandioca consorciada com soja, com amendoim e com feijão, realizando a colheita aos 20 meses pós-plantio. A produtividade dos tubérculos variou de 22 a 26 t ha⁻¹, de acordo com a espécie consorciada, refletindo o potencial produtivo benéfico do policultivo.

METODOLOGIA

Caracterização da área experimental

O experimento foi estabelecido na estação das chuvas de 2013, na fazenda Cajueiro do Boi, localizada no município de Bela Cruz, região Norte do Ceará, a 3° 00'39" latitude sul, 40° 13'36" (Prancha 01), longitude oeste, a 40 m acima do nível do mar.

O clima da região, conforme classificação de Köppen, é do tipo Bshw megatérmico, semiárido, com curta estação chuvosa no verão-outono e concentração das chuvas nos meses de março e abril. A pluviosidade média anual é de 1000 mm, com evapotranspiração potencial de 2400 mm ao ano, aproximadamente. No ano de condução da pesquisa a pluviosidade medida alcançou 680 mm ou cerca de 2/3 da média histórica.

A vegetação da área pertence ao complexo de vegetação dos tabuleiros pré-litorâneos e é constituída de florestas semidecíduas ou matas de tabuleiros costeiros (CASTRO et al., 2012), com cobertura de espécies lenhosas em torno de 80% e estrato herbáceo de baixa monta. No estrato lenhoso são abundantes: o cipó vermelho (*Davilla sp*), a catanduba (*Piptadenia moniliformis* Benth.) a sambaíba (*Curatella americana* Linn.), a copaíba (*Copaifera cearensis* Hub.), a acende-candeia (*Plathymenia reticulata* Benth.), janaúba (*Plumeria sucubua* Spruce) e o amargoso (*Aspidosperma polyneuron* M. Arg.). No estrato herbáceo destacam-se o capim agreste (*Diectomis fastigiata* H. B. K.), o capim papuã perene (*Ichnanthus candicans* Dell.), pasto rasteiro (*Senna rotundifolia* Pers.), beldroega (*Portulaca oleracea* Linn.), e a vassourinha de botão (*Borreria verticillata* (L.) G. Mey). O solo é do tipo Argiloso cinzento, com horizonte A de textura arenosa, em relevo plano, com pH baixo (4,7), baixo teor de P (2,9 mg/dm³) e teor médio de matéria orgânica (3,0%).

O solo é do tipo argiloso cinzento, com horizonte A de textura arenosa, em relevo plano, com pH baixo (4,7), baixo teor de P (2,9 mg/dm³) e teor médio de matéria orgânica (3,0%).

Figura 2 - Aplicação da bagana de carnaúba na área. Bela Cruz, 2013



Fonte: João Ambrósio de Araújo Filho

No que tange à mandioca, foram tomadas as medidas de altura da planta, diâmetro da copa e número de plantas por parcela. As avaliações foram realizadas aos 116 dias pós-plantio em 2013 e foram tomadas em cinco plantas sorteadas por parcela. Para a copa, o diâmetro resultou de duas medidas cruzadas.

Delineamento experimental

O experimento seguiu um delineamento em parcelas subdivididas, com distribuição em blocos ao acaso com seis repetições. Os dados foram analisados pelo programa ASSISTAT versão 7.6 beta (2012) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Produtividade do milho

A análise de variância não mostrou interação entre os tratamentos nas parcelas e os consórcios. A utilização da bagana de carnaúba como cobertura obteve resultados superiores em todas as variáveis estudadas sobre produção do milho (Tabela 1), indicando que houve diferenças ($P > 0,05$) entre os tratamentos principais.

A população média das plantas de milho aumentou de 14.056 plantas/ha sem a utilização de bagana para 17.383 plantas/ha com a utilização de bagana na cobertura do solo (Tabela 1), com um aumento ($P > 0,05$) de 19,14% na população de plantas de milho. Ziegler et al. (2010), obtiveram resultados superiores para a população de plantas, mesmo em ano de baixa pluviosidade.

Com respeito ao peso da planta inteira, o incremento foi de 43,57% para o tratamento com uso da bagana em relação à testemunha.

A produção média de grãos (Tabela 1) foi de 662,7 kg/ha⁻¹ para o uso da bagana, superando ($P < 0,05$) a produção sem bagana que foi de 165,6 kg/ha. A produtividade de milho obtida na região Nordeste se situa em torno 500 kg/ha de grãos (IBGE, 2002). No ano de 2012/2013, a produção média de milho no Ceará

ficou em torno de 389 kg/ha (IBGE, 2013). Por outro lado, Pessoa et al. (2012) obtiveram médias inferiores às encontradas neste trabalho, em que a produção de grãos foi de 306,9 kg/ha⁻¹, obtida também sob condições de sequeiro.

Por seu turno, a produção média de palhada foi de 1.817,9 kg/ha para os tratamentos com bagana, superior ($P < 0,05$) à observada nas parcelas sem bagana. Este resultado ultrapassa os 951 kg/ha obtidos por Pessoa et al. (2012). Vale notar que a relação da produção palhada/grãos foi de 5,4 nas parcelas sem bagana e de 2,7 nos tratamentos com bagana, indicando que a cobertura do solo aparentemente reteve umidade suficiente para atender as demandas por água no milho na fase de produção.

Tabela 1 - Efeitos da presença e ausência da cobertura com bagana de carnaúba sobre alguns componentes da produção de milho em condições do litoral norte do Ceará, sob condições de sequeiro. Bela Cruz, 2013

Variável da produção	TESTEMUNHA	BAGANA	MÉDIA
População (plantas/ha)	14.056b	17.383a	15.724
Peso da planta inteira (g)	80,3b	142,3a	111,3
Peso de 100 grãos (g)	20,3b	23,6a	21,9
Peso de grãos/espiga (g)	38,7b	67,6a	53,1
Número de grãos/espiga	190b	302a	246
Número de espiga/planta	0,2b	0,5a	0,3
Peso de espigas (g)	49,0b	84,3a	66,6
Produção de grãos (kg/ha)	165,6b	662,7a	414,1
Produção da palhada (kg/ha)	901,1b	1.817,9a	1.359,5
Relação palhada/grão	5,4	2,7	4,1

Fonte: Própria.

Médias seguidas da mesma letra minúscula no sentido da linha não diferem entre si ($P > 0,05$).

T = Testemunha, BAGA= uso da bagana como cobertura do solo

Com respeito ao peso de 100 grãos de milho, com o uso da bagana, foi obtida uma média de 23,6 g, superando ($P < 0,05$) a testemunha, em 14,0% (Tabela 1). Estes valores são inferiores aos encontrados por Santana (2009) em um ano de pluviosidade normal, mas semelhantes aos de Ziegler (2010), em ano de estresse hídrico. O peso de grãos/espiga com uso da bagana foi de 67,6 g e o peso médio da espiga alcançou 84,3g. O valor médio da primeira variável superou em 42,7% ao observado no tratamento testemunha, sendo inferior ao de Santana (2009), mas o da segunda foi superior ao de Ziegler (2010). Nota-se que o uso da bagana interfere positivamente no peso dos grãos, produzindo grãos de milho mais pesados. Já o número de grãos por espiga variou de 302 grãos para o BAGA e 190 para a testemunha, mostrando um incremento de 37,1% (Tabela 1), valores semelhantes aos de Santana (2009).

O número de espiga/planta no tratamento com bagana apresentou-se superior ($P < 0,05$) em 60% ao sem bagana. Observou-se superioridade na produção da palhada ($P < 0,05$) em 50,43% comparada à produção sem o uso da bagana.

A população de plantas, peso médio de 100 grãos, peso médio de grãos por espiga e o peso médio da espiga não foram afetados ($P>0,01$) pelos subtratamentos de consórcio (Tabela 2 e Figura 3). Com respeito às variáveis peso médio da planta inteira, produção de grãos, número de grãos por espiga, número de espigas por planta e produção de palhada o consórcio milho+feijão+mandioca apresentou resultados superiores ($P<0,05$) aos observados com o consórcio milho+feijão (Tabela 2). Estes resultados confirmam parcialmente as conclusões de que o consórcio do milho com feijão ou com mandioca não afeta a produção do milho (cf. SCHONS et al., 2009; COSTA & SILVA, 2008).

Tabela 2 - Efeitos de consórcios sobre os componentes da produção de grãos de milho em condições do litoral norte do Ceará, sob condições de sequeiro. Bela Cruz, 2013

Variável da produção	MILH	MIFE	MIMA	MIFEMA	MÉDIA
População (plantas/ha)	15.462a	15.780a	15.208 ^a	16.446a	15.724
Peso médio da planta inteira (g)	115,9ab	90,1b	103,9ab	135,4a	111,3
Produção de grãos (kg/ha)	418,5ab	268,6b	410,3ab	559,3a	414,1
Peso médio de 100 grãos (g)	22,1a	21,7 ^a	22,7 ^a	21,2a	21,9
Peso médio de grãos/espiga (g)	55,8a	47,8 ^a	46,1 ^a	62,9a	53,1
Número médio de grãos/espiga	250ab	235ab	198b	301a	246
Número médio de espiga/planta	0,3b	0,3b	0,5 ^a	0,5 ^a	0,3
Peso médio da espiga (g)	70,9a	59,6 ^a	57,6 ^a	78,5a	66,6
Produção de palhada (kg/ha)	1.493,2ab	1.187,2ab	1.111,8b	1.645,6a	1359,5

Fonte: Própria.

Médias seguidas da mesma letra minúscula no sentido da linha não diferem entre si ($P>0,05$).

MILH= milho, **MIFE**= milho + feijão, **MIMA**= milho + mandioca e **MIFEMA** = milho +feijão+ mandioca

Produtividade do feijão

A utilização de bagana de carnaúba para a produção de feijão obteve resultados significativos ($P<0,05$) para todas as variáveis estudadas (Tabela 3).

A população média das plantas de feijão aumentou de 9.118 plantas/ha sem a utilização de bagana para 11.863 plantas/ha com a utilização de bagana na cobertura do solo (Tabela 3), mostrando um aumento de 23,14%.

Com respeito à produção de grãos (Tabela 3) foi de 528,3 kg.ha⁻¹ para o uso da bagana, superando ($P<0,05$) a produção sem bagana, o incremento foi de 61,29% sendo que os níveis médios de produtividade de feijão obtidos na região Nordeste se situam em torno 432 kg/ha de grãos, no entanto, no ano de 2013, no Ceará o rendimento foi de 181 kg/ha (IBGE, 2013), já para o peso de 100 grãos o BAGA foi superior em 3,42% com média 23,4g, sendo o oposto do resultado encontrado por Silva (2001), que obteve média superior para tratamento sem uso de cobertura. Em relação ao peso de grãos/planta a superioridade ($P<0,05$) foi de

45,92%, as médias se elevaram de 25,2 sem uso bagana para 46,6 com uso da bagana. O número de grãos/planta foi de 112 grãos sem uso de bagana para 206 com uso da bagana mostrando superioridade ($P < 0,05$) de 45,63% (Tabela 3).

Figura 3 - Consórcios milho + feijão e mandioca + feijão com uso da bagana em condições do litoral norte do Ceará, sob estresse hídrico. Bela Cruz, 2013



Fonte: Própria.

Tabela 3 - Efeitos da presença e ausência da cobertura com bagana de carnaúba sobre alguns componentes da produção de feijão em condições do litoral norte do Ceará, sob condições de sequeiro. Bela Cruz, 2013

Variável da produção	T	BAGA	MG
População (plantas/ha)	9.118b	11.863 ^a	10.490
Produção de grãos (kg/ha)	204,5b	528,3 ^a	366,4
Peso de 100 grãos (g)	22,6b	23,4 ^a	23,0
Peso de grãos/planta (g)	25,2b	46,6 ^a	35,9
Número de grãos/planta	112b	206 ^a	159

Fonte: Própria.

Médias seguidas da mesma letra minúscula no sentido da linha não diferem entre si ($P > 0,05$).

T = Testemunha, BAGA= uso da bagana como cobertura

O efeito dos subtratamentos FEIJ, MIFE, FEMA e MIFEMA para as variáveis da produção de feijão obteve diferença estatística ($P < 0,05$) em quase todas variáveis mensuradas. O peso de 100 grãos não foi afetado significativamente pelos tratamentos ($P \geq 0,05$) (Tabela 4), tendo-se em média 23,0 g. Costa e Silva (2008) para a cultura de feijão consorciado com o milho não encontraram diferenças significativas para o peso de 100 grãos. Maciel et al. (2004a) com resultado similar justificam o fato comentando que essa variável sofre pouca interferência do consórcio devido a esta característica ser intrínseca a cultivar, sofrendo menos interferência do ambiente.

Para peso de 100g grãos, Távora et al. (2007) em sistema consorciado de milho com feijão-caupi obtiveram valor médio de 18,5 g. Carvalho (2012), avaliando dez cultivares, obteve amplitude de 12,5 a 28,4 g. Silva (2011b) como média geral, obteve 19,5 g, resultado similar apresentado por Freire et al. (2011). Silva (2011a) analisando o rendimento produtivo de milho e feijão-caupi em cultivo solteiro e consorciado em sistema agroflorestal, obteve média de 16,4 g.

Com respeito à população de plantas, o MIFEMA apresentou média 11.917 plantas/ha (Tabela 4), mostrando-se superior aos demais consórcios e diferindo-se apenas do MIFE, apresentando 22,07% de superioridade ($P < 0,05$) em relação ao MIFEMA.

Com relação ao peso de grãos/planta o FEIJ, com média de 43,0 g, se mostrou com maior média em relação aos demais, porém só mostrou diferença ($P < 0,05$) entre o MIFEMA com média 26,5g (Tabela 4). Na produção de grãos, o FEIJ mostrou-se superior aos demais consórcios com média de 456,4kg/ha⁻¹, porém, diferiu-se estatisticamente ($P < 0,05$) apenas do MIFEMA com incremento de 35,76% (Tabela 4). A produtividade do feijão-caupi foi influenciada ($P \leq 0,05$) pelo consórcio, ocorrendo redução da produtividade. Em média, a produtividade no monocultivo cerca de 60kg/ha⁻¹ maior que a do consórcio (Tabela 4), podendo ser explicada, principalmente pela menor população de plantas no consórcio (Tabela 4), mas também menor número de vagens por planta e de grãos por vagem, resultando num menor peso de grãos/planta devido à sua menor habilidade competitiva pelos fatores de produção, destacando-se água, nutrientes e radiação solar, o sombreamento que causado pelas culturas mais altas, pode afetar a atividade fotossintética do feijão-caupi.

Tabela 4 - Efeitos de consórcios sobre os componentes da produção de grãos de feijão em condições do litoral norte do Ceará, sob condições de sequeiro. Bela Cruz, 2013

Variável da produção	FEIJ	MIFE	FEMA	MIFEMA	MG
População (plantas/ha)	10.792ab	9.287b	9.967ab	11.917a	10.490
Produção de grãos (kg/ha)	456,4a	320,7ab	395,2ab	293,2b	366,4
Peso de 100 grãos (g)	23,4a	22,4a	23,3a	23,0a	23,0
Peso de grãos/planta (g)	43,0a	35,0ab	39,1ab	26,5b	35,9
Número de grãos/planta	192 ^a	159ab	168ab	116b	159

Fonte: Própria.

Médias seguidas da mesma letra minúscula no sentido da linha não diferem entre si ($P > 0,05$).

FEIJ= feijão, **MIFE**= milho + feijão, **FEMA**= feijão +mandioca e **MIFEMA**= milho +feijão+ mandioca

A produtividade de grãos dos estudos de Silva (2011a) obteve média de produção de 752 kg ha⁻¹, sem diferença estatística entre os sistemas de cultivo. Silva e Neves (2011), na sua pesquisa com vinte genótipos de feijão-caupi em Teresina-PI obtiveram produtividade variando de 658,2 a 1070,3 Kg ha⁻¹.

Ramalho et al. (1985) e Carvalho e Leal (1991) em suas pesquisas notaram redução na produtividade dos feijoeiros consorciados com milho para grão, quando comparados à monocultura. Desse modo, a seleção do arranjo espacial e a sintonia entre sementeiras tornam-se cruciais para otimizar o desempenho produtivo do sistema consorciado.

A média nacional da produtividade do feijão-caupi no ano de 2011, em sistema de monocultivo convencional, foi de 369 kg ha⁻¹ (OLIVEIRA et al., 2013). A média de produtividade do feijão-caupi encontrado por Silva (2011b) foi de 1325 Kg ha⁻¹, superando a produtividade média nacional. Freire et al.

(2002), em sistemas tradicionais de cultivo alcançaram produtividade de 846 Kg ha⁻¹. A produtividade média encontrada por Freire Filho et al. (2005), foi de 1.049 kg ha⁻¹.

Crescimento das plantas de mandioca

Nas variáveis estudadas para a mandioca, as médias não diferiram entre si ($P>0,05$) sobre o efeito dos tratamentos (Tabela 7). As médias que se mostraram superiores foram oriundas dos tratamentos sem uso de bagana. A população de plantas teve um acréscimo de 7,26% ($P>0,05$) para o tratamento sem o uso da bagana (Tabela 7). Em relação a altura da planta houve aumento ($P>0,05$) de 14,3% na altura das plantas que não tiveram o uso da bagana (Tabela 5). O diâmetro de copa, por sua vez, teve aumento ($P>0,05$) de 18,87% no tamanho da copa das plantas de mandioca (Tabela 5).

Tabela 5 - Efeitos da presença e ausência da cobertura com bagana de carnaúba sobre o crescimento da mandioca em condições do litoral norte do Ceará, sob condições de sequeiro. Bela Cruz, 2013

Variáveis do crescimento	T	BAGA	MG
População (plantas/ha)	3.388a	3.142a	3.265
Altura da planta (cm)	76,9a	65,9a	71,4
Diâmetro da copa (cm)	76,3a	61,9a	69,1

Fonte: Própria.

Médias seguidas da mesma letra minúscula no sentido da linha não diferem entre si ($P>0,05$).

T = Testemunha, BAGA= uso da bagana como cobertura

O efeito do consócio das culturas sobre crescimento da mandioca (Tabela 8) mostrou que houve diferença entre tratamentos estudados ($P>0,05$). A cultura pura da mandioca (MAND) diferiu-se ($P>0,05$) das demais culturas nas três variáveis estudadas: população, altura da planta e diâmetro. Para a primeira variável, houve um incremento de 53,85% em relação ao MIFEMA, a segunda maior média (2.856,2 plantas/ha). A diferença entre a média mais baixa (MIFEMA) foi de 67,95%. Em relação a altura da planta, a superioridade do MAND foi de 24,34% em relação a segunda maior média (69,3 cm) advinda do FEMA. O diâmetro de copa mostrou superioridade de 32,75% em relação ao FEMA, segunda maior média.

Tabela 6 - Efeitos de consórcios sobre o crescimento da mandioca em condições do litoral norte do Ceará, sob condições de sequeiro. Bela Cruz, 2013

Variáveis do	MAND	MIMA	FEMA	MIFEMA	MG
População	6.188,9a	2.031,2b	1.983,5b	2.856,2b	3.265
Altura da planta	91,6a	66,7b	69,3b	58,1b	71,4
Diâmetro (cm)	96,8a	61,2b	65,1b	53,5b	69,1

Fonte: Própria.

Médias seguidas da mesma letra minúscula no sentido da linha não diferem entre si ($P>0,05$).

MAND= mandioca, MIMA= milho + mandioca, FEMA= feijão +mandioca e MIFEMA= milho +feijão+ mandioca

Uso Eficiente da Terra (UET) ou Índice de Equivalência em Área (IEA)

Os “Uso Eficiente da Terra” (UET) calculados para os arranjos de consórcio estudados variaram de 1,28 a 1,54, portanto o consórcio foi eficiente uma vez que o valor de UET foi superior a 1,00 (cf. BEZERRA, 2007; VIEIRA, 1984).

O consórcio de caupi com milho com a finalidade de produção de grãos foi considerado eficiente, pois os valores de Uso Eficiente da Terra (UET) foi superior a 1,0 (Tabela 7). O consórcio de milho + mandioca e feijão + mandioca foram considerados ineficientes, pois teve seu valor inferior a 1,0. Porém, o UET do consórcio de milho + feijão + mandioca foi o de maior valor, alcançando 1,98. Deve-se salientar que esses são valores de UET para o primeiro ano de cultivo, quando não se tem valores de produção de tubérculos de mandioca, apenas a sua interação positiva ou negativa entre as culturas do consórcio.

Resultados superiores ao encontrado nesse trabalho foram encontrados por Cavalcante *et al.* (2005), que obtiveram UET superior a 1,26 no consórcio de mandioca com feijão comum.

Tabela 7 - Uso eficiente da terra (UET) parcial e total no consórcio de milho, feijão caupi e mandioca em condições do litoral norte do Ceará, sob condições de sequeiro. Bela Cruz, 2013

Consórcios	UET PARCIAL			TOTAL
	MILHO	FEIJÃO	MANDIOCA	
MILHO + FEIJÃO	0,64	0,70	-	1,34
MILHO + MANDIOCA	0,98	-	0,00	0,98
MILHO + FEIJÃO + MANDIOCA	1,34	0,64	0,00	1,98
FEIJÃO + MANDIOCA	0,87	-	0,00	0,87

Fonte: Própria.

Damasceno *et al.* (2001) constataram vantagens econômicas no cultivo consorciado da mandioca com o feijão comum e o milho ao analisarem os valores do uso eficiente da terra (UET).

Quando Silva (2001) analisou a consorciação de milho e feijão-caupi para produção de espigas verdes e grãos verdes, não verificou diferença significativa no IEA para as diferentes cultivares de milho avaliado.

Durante duas safras, Santos (2007), estudando o consórcio de milho verde e feijão, obteve índice de equivalência de área de 1,19 a 1,83, dependendo da combinação de cultivares de milho e feijão.

Flesh (2002) estudou os efeitos temporais e espaciais no consórcio intercalar de milho e feijão, utilizando esterco de aves para adubação. O IEA variou de 1,18 a 1,67. Guedes *et al.* (2010), avaliando os consórcios de caupi e milho em cultivo orgânico para produção de grãos e espigas verdes com a cultivar de feijão-caupi ‘Mauá’ e milho AG-1051, sob manejo orgânico, obtiveram o índice de equivalência de área de 1,67.

CONCLUSÕES

A utilização da bagana de carnaúba como cobertura do solo favorece produtividade do milho e do feijão, reduzindo o impacto das secas periódicas sobre os componentes da produção de grãos do milho e feijão, favorecendo também o crescimento em altura e no diâmetro das plantas de mandioca.

Para o litoral oeste do Ceará o consórcio milho, feijão e mandioca se mostrou a melhor opção de cultivo, com o uso eficiente da terra de 1,98 no primeiro ano, sendo superior ao monocultivo e aos demais consórcios.

CONSORTIUMS OF CORN, BEAN AND CASSAVA IN THE PRESENCE OF CARNAÚBA
BAGANA IN AN ARGISSOLO IN THE NORTHERN COAST OF THE CEARÁ UNDER
DROUGHT CONDITIONS

Abstract - The research was carried out from March 2012 to July 2013, consisting of a consortium of maize, beans and cassava, whose objective was to determine the best long-term consortium alternative for maize, beans and cassava and the effect of the cover of carnauba bagana for productivity improvement, established in an Argisols of the coastal region of Ceará, under dry conditions. The woody vegetation was submitted to shallow cutting, followed by controlled burning of the remaining material. The plot had 7.5 x 38.5 m, where the treatments were applied, consisting of: T - control and BAGA - with carnauba bagana coverage. The bagana cover was applied in the proportion of 16 t / ha. Each plot was divided into seven subplots of 3.5 by 7.5 m, where the pure crops were implanted and the maize, beans and cassava consortia consisted of sub-crops: MILH (maize in single crop), FEIJ (bean in single crop), MAND (maize in single crop), MIFE (maize / bean consortium), MIMA (corn / cassava consortium), FEMA (bean / cassava consortium) and MIFEMA (maize / bean / cassava consortium). For corn and bean sub-treatments, in pure culture, the spacing was 0.5 x 0.5 m, with the planting of 3 to 4 seeds per pit. For cassava, the spacing was 1.0 m between rows and 0.6 m between plants. In maize + beans and maize + cassava consortia, rows 2 and 4 will have the granífera replaced by beans and cassava, respectively. In the consortia beans + maize and beans + cassava, rows 2 and 4 had the legume replaced by maize and cassava, respectively. Cassava + corn and cassava + beans were intercalated between rows 1 and 2 and 2 and 3 rows of corn or beans, according to the consortium. For corn and beans, population, grain yield and weight of 100 grams were evaluated. Only beans were evaluated for grain / plant weight, number of grains / plant. Only for maize was evaluated the whole plant weight, grain / spike weight number of spike / plant, weight of spikes and production of straw. As for cassava, crown diameter and plant height were measured. There was an effect ($p > 0.05$) of the coverage with carnauba bagana on the morphology and productivity of corn and beans, and the crop consortium significantly increased yield of corn. In relation to cassava, cassava did not affect the height, diameter and population of the plant, and the achievement ($p > 0.05$) of the consortium contributed to the improvement of these characteristics. The maize + bean + cassava consortium consists of the most productive consortium with UET of 1,9.

Keywords: Dead cover; Periodic drought; *Vigna unguiculata* L. (Walp.).

REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M.; LIEBMAN, M. Insect, weed and plant disease management in multiple cropping systems. In: FRANCIS, C. A. *Multiple cropping systems*. New York: McMillan, 1986. p. 183-218.
- AZEVEDO, D. M. P. de. *The influence of plant population on weed suppression in maize/ bean intercropping*. 1990. 280f. (Ph.D Thesis) - University of East Anglia, Norwich.
- BALASUBRAMANIAN, V.; SEKAYANGE, L. Area harvests equivalency ratio for measuring efficiency in multiseason intercropping. *Agronomy Journal*, Madison, v. 85, pp. 519-522, 1990.
- CARVALHO, H. W. L., LEAL, M. L. S. Cultivares de milho e de feijão em monocultivo e em consórcio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 26, n. 9, pp. 1467-1473, 1991.

CARVALHO, J. F. *Avaliação de cultivares de feijão-caupi e feijão vagem arbustivo em sistema orgânico de produção*. 2012. 74f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.

CAVALCANTE, F. S.; SILVA, I. F.; ARAÚJO, M. C. S. P. Avaliação da viabilidade do consórcio de mandioca e feijão comum em Latossolo Amarelo no brejo paraibano. *Revista Agropecuária Técnica*, v. 26, n. 1, pp. 93-97, 2005.

COSTA, A.S.V. DA, SILVA, M.B. da. Sistemas de consórcio milho-feijão para a região do Vale do Rio Doce, Minas Gerais. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, v.32, n. 2, pp. 663-667, 2008.

DAMASCENO, L. S. P.; MATTOS, P. L. P.; CALDAS, R. C. Arranjos espaciais de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em monocultivo e consorciada com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e milho (*Zea mays* L.). *Revista Magistra*, v. 13, n. 1, pp. 21-28, 2001.

FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do Caupi. In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. (org.). *O Caupi no Brasil*. Brasília/Ibadan: EMBRAPA/IITA, pp. 27-46, 1988.

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V.Q. *Feijão-Caupi: Avanços tecnológicos*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2005. 519 p.

FREIRE FILHO, F.R.; et al. *Feijão-caupi: avanços tecnológicos*. 1.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, pp. 29-92, 2005.

FREIRE, F. M.; et al. *Feijão-Caupi no Brasil Produção, melhoramento genético, avanços e desafios*. 1 ed. Teresina: Embrapa Meio Norte, pp. 29-92, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Levantamento Sistemático da Produção Agrícola 2012/2013*. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistemático_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201312.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistemático_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201312.pdf)> Acesso em 12 de fevereiro de 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Agricultura familiar 2011/2012*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em 09 de novembro 2015.

MACIEL, A.D.; et al. Comportamento do feijoeiro em cultivo consorciado com milho em sistema de plantio direto. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.26, n. 3, pp. 273-278, 2004a.

OLIVEIRA M.V.M.; LIMA, C. F. de; COSTA, I. J. N.; GOMES, R. S.; MOURA, M. C. C. L. Evolução dos aspectos produtivos do feijão-caupi no Estado do Maranhão nos anos de 1990 a 2010. In: III

CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 3, 2013, Recife. *Anais eletrônicos*. Recife: Congresso Nacional de Feijão-caupi, 2013. Disponível em: <<http://www.conac2012.org/resumos/pdf/199a.pdf>>. Acesso em 10 de setembro de 2013.

OLIVEIRA, A. M. G.; OLIVEIRA, J. L.; MAIA, L. E. N.; SANTOS, G. S. Aplicação de insumos orgânicos no cultivo de mandioca. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 2009, Botucatu. *Anais eletrônicos*. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2009. Disponível em: <http://www.sumarios.org/sites/default/files/pdfs/53595_6253.PDF>. Acesso em 04 de fevereiro de 2012.

- OLIVEIRA, F. J. Combinações de espaçamentos e populações de plantas de caupi e milho em monocultura e consorciados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 28, n. 8, pp. 931-945, 1993.
- RAMALHO, M. A. P.; COELHO, A. M.; TEIXEIRA, A. L. S. Consórcio de milho verde e feijão em diferentes épocas de plantio na entressafra. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 20, n. 7, pp.799-806, 1985.
- RAPOSO, J. A. de. A.; SHUCH, L. O. B.; ASSIS, F. N. de; MACHADO, A. A. Consorcio de milho e feijão em diferentes arranjos e populações de plantas, em Pelotas, RS. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 30, n. 5, pp. 639-647, 1995.
- SCHONS, A.; STRECK, N. A; STORCK, L; BURIOL, G. A; ZANON, A. J; PINHEIRO, D. G.; KRAULICH, B. Arranjos de plantas de mandioca e milho em cultivo solteiro e consorciado: crescimento, desenvolvimento e produtividade. *Revista Bragantia*, v. 68, n. 1, pp. 155-167, 2009.
- SILVA, A. C. *Características agronômicas e qualidade de sementes de feijão-caupi em Vitória da Conquista, Bahia*. 2011. 87f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.
- SILVA, A. F.; SANTANA, L. M.; FRANÇA, C. R. R. S.; MAGALHÃES, C. A. S.; ARAÚJO, C. R. A.; AZEVEDO, S. G. Produção de diferentes variedades de mandioca em sistema agroecológico. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental*, v. 13, n. 1, pp. 33–38, 2009.
- SILVA, A. R. *Sistema agroflorestal sobre cultivo de leguminosas: fertilidade do solo, resistência a penetração e produtividade de milho e feijão-caupi*. 2011. 96f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Tocantins, Gurupi.
- SILVA, J. L. A.; NEVES, J. A. Produção de feijão-caupi semi-prostrado em cultivos de sequeiro e irrigado. *Revista Brasileira Ciência Agrária*, v. 6, n. 1, pp. 29-36, 2011.
- TAVORA, F. J. A. F.; MELO, F. I. O. Crescimento e produção da mandioca submetida a dois arranjo de plantio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 28, n. 7, 1993.
- TÁVORA, F. J. A. F.; SILVA, C. S. A.; BLEICHER, E. Sistemas de consórcios do milho, sorgo e feijão-caupi em séries de substituição. *Revista Brasileira Agrociência*, v. 13, n. 3, pp. 311-317, 2007.
- TÁVORA, F. J. A.; MELO, F. I. O; DA SILVA, F. P.; COSTA NETO, F. V. Consórcio da mandioca no primeiro e segundo ciclos com as culturas do feijão caupi, soja tropical e amendoim. *Revista Ciência Agronômica*, v. 21, n. 2, pp.1-9, 1990.
- TRENBATH, B. R. Plant interactions in mixed crop communities. In: PAPENDICK, R. I.; SANCHEZ, P. A.; TRIPLETT, G. B. (Ed). *Multiple cropping*. Madison: American Society of Agronomy, pp. 129- 169, 1976. (Special publication, 27).
- TRENBATH, B. R. Resource use by intercrop. In: FRANCIS, C. A. *Multiple cropping systems*. New York: McMillan, pp. 57-81, 1986.
- ZAFFARONI, E.; AZEVEDO, D. M. P.; Sistemas de produção com especial referencia ao comportamento do algodão do Nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO TRÓPICO SEMIÁRIDO, 1., 1982, Recife. *Anais...* Recife: Simpósio Brasileiro do Trópico Semiárido, pp. 9-12, 1982.
- ZIEGLER, H. R. S.; BARBOSA, M. M; PESSOA, J. P. M; VIEIRA, L. V; ARAUJO FILHO, J. A; FURTADO, F. M. V. Efeito da bagana de carnaúba e da adubação orgânica sobre a produção de forragem e

grãos na cultura do milho. In: II CONGRESSO CEARENSE DE AGROECOLOGIA, 2010, Juazeiro do Norte, CE. *Anais...* Ceará: II Congresso Cearense de Agroecologia, 2010.