



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
BACHARELADO EM AGRONOMIA

RAFAEL ANCHIETA DE OLIVEIRA

CULTIVO DO MELÃO AMARELO
EM SISTEMA AGROFOTOVOLTAICO FAMILIAR

SERRA TALHADA

2023

RAFAEL ANCHIETA DE OLIVEIRA

**CULTIVO DO MELÃO AMARELO
EM SISTEMA AGROFOVOLTAICO FAMILIAR**

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia
da Universidade Federal Rural de Pernambuco –
Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como
requisito básico para conclusão do curso.

Orientador: Prof. Dr. Genival Barros Júnior

SERRA TALHADA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- 048c Oliveira, Rafael Anchieta de
 CULTIVO DO MELÃO AMARELO EM SISTEMA AGROFOTOVOLTAICO FAMILIAR: Agricultura familiar /
 Rafael Anchieta de Oliveira. - 2023.
 44 f. : il.
- Orientador: Genival Barros .
 Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em
 Agronomia, Serra Talhada, 2023.
1. Agrovoltáico. 2. energia solar. 3. Cucumis melo L. 4. energia limpa. I. , Genival Barros, orient. II. Título

CDD 630

RAFAEL ANCHIETA DE OLIVEIRA

**CULTIVO DO MELÃO AMARELO
EM SISTEMA AGROFOVOLTAICO FAMILIAR**

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como requisito básico para conclusão do curso.

Aprovado em 26 de abril de 2023.

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Rosa Honorato de Almeida
UFRPE - UAST

Eng^o Agr^o José Raliuson Inácio Silva
UFRPE - UAST

Orientador:

Prof. Dr. Genival Barros Júnior

SERRA TALHADA

2023

DEDICATÓRIA

Aos meus avós paternos,

Maria Josefa de Jesus Oliveira e Pedro Victor de Oliveira, exemplos de fé, sabedoria e humildade, e que foram meus pais até os meus 16 anos, quando faleceram.

A minha tia Maria de Lourdes de Oliveira, que também cuidou de mim e dos meus avós, exemplo de perseverança e amor familiar.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo agradeço a Deus por ter me guiado por diversos meios ao ponto que me encontro hoje, me instruindo e dando forças para continuar.

A minha avó materna, Lucia Batista Bastos de Anchieta, por ter acreditado em mim e me apoiado desde o início do curso tanto emocionalmente como financeiramente.

A minha mãe, Eliane Bastos de Anchieta, por ter me ajudado sempre com suas orações.

Ao meu tio Lucélio Bastos de Anchieta pelo encorajamento e esforço em me ajudar para que eu iniciasse o curso.

Aos meus tios e irmãos, por terem se unido para me ajudar em um momento muito difícil durante a pandemia do COVID-19.

Aos demais familiares e amigos que me ajudaram de alguma forma, seja orientando ou estimulando a continuar.

Ao meu orientador, o professor Dr. Genival Barros Júnior, pela disposição a sempre ajudar, conselhos pessoais e instrução acadêmica.

A todos os professores, que durante todos esses anos se dedicaram a nos instruir e/ou auxiliar nos limites de suas funções e até fora delas.

A todos os funcionários que de maneira direta ou indireta colaboraram para minha formação acadêmica.

A todos que compõe o grupo NEPPAS.

Ao CCBA e seus colaboradores, em especial a Christoph Ostendorf e Suely Ferraz, pelo apoio financeiro e técnico durante esta jornada.

Aos indígenas da Aldeia do Serrote, em especial a Gildo Novaes, Antônio, Genildo e Vandelúcia.

Aos amigos(as) Lucas Amorim, Tânia Siqueira, Darlan Marcelino e Maria Aparecida.

Também agradeço aos que não lembrei de citar, mas que foram importantes na caminhada.

A todos, minha sincera gratidão!

O verdadeiro líder antes de tudo é servo.

Interpretação de Mt 20, 26-28

OLIVEIRA, Rafael Anchieta. Cultivo do melão amarelo em sistema agrovoltaico familiar. 41 p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco / Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, Pernambuco, Brasil.

RESUMO

Estudar os efeitos proporcionados pelos diferentes níveis de radiação incidente sobre o cultivo de espécies agrícolas em espaços abaixo de placas solares. Entre estas espécies aquelas pertencente a família das cucurbitáceas, tem ganhado significância em função da ocupação degradante que as empresas responsáveis por painéis solares têm proporcionado em extensas áreas de solo em todo o Semiárido Brasileiro. Nesta perspectiva, um ensaio experimental com a cultura do melão amarelo foi realizado no período de 20 de janeiro a 09 de abril de 2023, sob as placas solares da micro usina agrofotovoltaica instalada na Aldeia do Serrote, pertence a etnia indígena Pankará na zona rural de Itacuruba - PE. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 9 repetições. Avaliou-se as posições das linhas de cultivo em relação ao sombreamento proporcionado por painéis solares da estrutura do sistema agrofotovoltaico, de acordo com os seguintes tratamentos: área externa sem sombreamento (T5), área externa com sombreamento temporário (T4), posição poente na extremidade da área sombreada (T3), posição poente próximo ao centro da área sombreada (T2), centro da área sombreada (T1). Foram avaliados os parâmetros comprimento de rama, diâmetro do coleto, número e peso de frutos e produtividade do cultivo do melão amarelo relacionados com a radiação incidente incidente em cada posição. Dados da temperatura diurna e da precipitação interna e externa ao sistema agrofotovoltaico também foram monitorados ao longo do tempo. As diferentes posições dos meloeiros em relação aos painéis fotovoltaicos não apresentaram diferença significativa para comprimento da rama, peso médio e produtividade dos frutos. A linha de cultivo posicionada na área externa com sombreamento temporário, apresentou uma média mais elevada de frutos por planta.

Palavras-chave: Agrovoltaico, energia solar, *Cucumis melo L*, energia limpa.

Orientador: Genival Barros Júnior – Universidade Federal Rural de Pernambuco / Unidade Acadêmica de Serra Talhada.

OLIVEIRA, Rafael Anchieta. Cultivation of yellow melon in a family agrophotovoltaic system. 41 p. Monograph (Graduation in Agronomy) - Federal Rural University of Pernambuco/Academic Unit of Serra Talhada, Serra Talhada, Pernambuco, Brazil.

ABSTRACT

Study the effects provided by different levels of incident radiation on the cultivation of agricultural species in spaces below solar panels. Among these species, those belonging to the cucurbitaceae family, have gained significance due to the degrading occupation that companies responsible for solar panels have provided in extensive areas of soil throughout the Brazilian semi-arid region. In this perspective, an experimental trial with the culture of yellow melon was carried out from January 20 to April 9, 2023, under the solar panels of the agrophotovoltaic micro plant installed in Aldeia do Serrote, belonging to the Pankará indigenous ethnic group in the zone rural area of Itacuruba - PE. The design used was completely randomized, with 5 treatments and 9 repetitions. The positions of the crop rows were evaluated in relation to the shading provided by solar panels of the agrophotovoltaic system structure, according to the following treatments: external area without shading (T5), external area with temporary shading (T4), position west at the edge of the shaded area (T3), west position close to the center of the shaded area (T2), center of the shaded area (T1). The parameters of branch length, stem diameter, number and weight of fruits and productivity of the yellow melon crop related to the incident radiation incident at each position were evaluated. Daytime temperature and precipitation data inside and outside the agrophotovoltaic system were also monitored over time. The different positions of the melon trees in relation to the photovoltaic panels showed no significant difference for branch length, average weight and fruit productivity. The cultivation line positioned in the external area with temporary shading, presented a higher average of fruits per plant.

KEYWORDS: Agrovoltaic, solar energy, *Cucumis melo L.*, clean energy.

Advisor Committee: Genival Barros Júnior – Federal Rural University of Pernambuco / Academic Unit of Serra Talhada.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Croqui da Área piloto da aldeia Serrote dos Campos em Itacuruba – PE, 2023.	21
Figura 2 - Vista aérea dos painéis fotovoltaicos instalado na aldeia do serrote. Aldeia do Serrote - Itacuruba / PE, 2020.	22
Figura 3 - Preparação das covas abaixo das placas solares. Aldeia do Serrote - Itacuruba / PE, 2023.	23
Figura 4 – Cultivo de melão na área sem sombreamento. Aldeia do Serrote - Itacuruba / PE, 2023. .	24
Figura 5 - Melão cultivado em ambiente externo e a pleno sol. Aldeia do Serrote - Itacuruba / PE, 2023.	25
Figura 6 - Termohigrômetro da “mini estação meteorológica”, com recepção de dados da sonda externa, via rádio, instalada abaixo das placas solares (a).	27
Figura 7 - Termohigrômetro instalado no centro das linhas de melão sem sombreamento (b). Aldeia do Serrote - Itacuruba / PE, 2023.	27
Figura 8 - Realização de medição da luminosidade abaixo das placas solares. Aldeia do Serrote - Itacuruba / PE, 2023.	28
Figura 9 - Croqui em escala 1:1 ilustrando o sistema agrofotovoltaico e a área a céu aberto. Aldeia do Serrote - Itacuruba / PE, 2023.	29
Figura 10 - Croqui em escala 1:1 ilustrando a disposição dos pluviômetros dentro do sistema agrofotovoltaico. Aldeia do Serrote - Itacuruba / PE, 2023.	30
Figura 11 - Ajuste da fita métrica nas curvaturas da rama. Aldeia do Serrote - Itacuruba / PE, 2023.	31
Figura 12 - Sinalizador plástico usado na identificação/marcação da rama de maior comprimento. Aldeia do Serrote - Itacuruba / PE, 2023.	31
Figura 13 - Pesagem de melões durante colheita. Aldeia do Serrote - Itacuruba / PE, 2023.	32
Figura 14 – Insetos pragas encontrados ao longo do cultivo: vaquinha (A), dano direto mosca minadora (B), pulgão verde (C), brocas-das-cucurbitáceas (D) e mosca-branca (E). Aldeia do Serrote - Itacuruba / PE, 2023.	33
Figura 15 – Radiação incidente para diferentes horas do dia, referente as diferentes posições em relação ao sombreamento proporcionado por painéis fotovoltaicos, sendo elas: área externa sem sombreamento (T5), área externa com sombreamento temporário (T4), posição poente na extremidade da área sombreada (T3), posição poente próximo ao centro da área sombreada (T2), centro da área sombreada (T1) – Aldeia do Serrote – Itacuruba / PE, 2023.	35
Figura 16 - Precipitação interna comparada com a precipitação externa e porcentagem de P interna em relação a P externa, para diferentes datas durante o cultivo dos meloeiros – Aldeia do Serrote – Itacuruba / PE, 2023.	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados da análise química do solo onde ocorreu o cultivo.....	24
Tabela 2 - Estimativa média de evapotranspiração de referência para Floresta - PE.....	25
Tabela 3 - Estimativa de Etc (mm/dia) do melão amarelo para o período de 8 fev. a 15 abr.	26
Tabela 4 - Resultados de temperatura média diurna (T°) da atmosfera durante 30 dias do cultivo de melão amarelo a sol pleno e sob sombra parcial abaixo dos painéis solares – Aldeia do Serrote – Itacuruba / PE, 2023.....	33
Tabela 5 - Radiação incidente média, aferida* durante o cultivo do meloeiro em função dos tratamentos – Aldeia do Serrote – Itacuruba / PE, 2023.....	34
Tabela 6 - Resumo da análise de variância relativa à variável comprimento da maior rama (CMR) a partir dos dados obtidos até os 57 dias após a transplantio (DAT) do meloeiro – Aldeia do Serrote – Itacuruba / PE, 2023.....	36
Tabela 7 - Resumo da análise de variância relativa à variável diâmetro do coleto (DM) a partir dos dados obtidos até os 57 dias após transplantio (DAT) do meloeiro – Aldeia do Serrote – Itacuruba / PE, 2023.....	37
Tabela 8 - N° médio de frutos/planta obtidos a partir das diferentes posições em relação ao sombreamento proporcionado por painéis fotovoltaicos – Aldeia do Serrote – Itacuruba / PE, 2023..	38
Tabela 9 - Pesos médios de fruto obtidos a partir das diferentes posições em relação ao sombreamento proporcionado por painéis fotovoltaicos– Aldeia do Serrote – Itacuruba / PE, 2023.	39
Tabela 10 - Produtividade de meloeiro obtida a partir das diferentes posições do cultivo em relação ao sombreamento proporcionado por painéis fotovoltaicos – Aldeia do Serrote – Itacuruba / PE, 2023..	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Sistema agrofotovoltaico	15
2.2	Aumento da demanda energética no mundo e consequentes emissões de GEE	16
2.3	Dilema da energia solar para geração de energia sustentável	17
2.4	Cultura do melão	19
2.5	Produção vegetal em sistema agrofotovoltaico	19
2.6	Agentes fomentadores dessa pesquisa	20
3	OBJETIVOS	20
3.1	OBJETIVOS GERAIS	20
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
4	MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1	Caracterização do sistema agrofotovoltaico da Aldeia do Serrote	22
4.2	Cultivo do melão em sistema agrofotovoltaico	23
4.2.1	Manejo da irrigação	25
4.2.2	Controle de organismos espontâneos	26
4.3	Determinação da temperatura diurna dentro e fora do sistema agrofotovoltaico	26
4.4	Determinação de radiação incidente	28
4.5	Monitoramento da precipitação	29
4.6	Levantamento biométrico das plantas cultivadas de melão	30
4.7	Monitoramento do número e peso de frutos por planta	32
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1	Temperatura diurna abaixo e no ambiente externo as placas solares	33
5.2	Radiação solar incidente abaixo e no ambiente externo às placas solares	34
5.3	Interceptação da chuva pelos painéis fotovoltaicos	35

5.4	Efeito do sombreamento promovido pelas placas solares sobre o desenvolvimento e produtividade do melão	36
6	CONCLUSÕES.....	40
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

O sistema agrivoltaico (sistema AV), também conhecida pelo termo agrofotovoltaico, com abreviatura APV - do termo em inglês, *agrophotovoltaic* -, envolve a integração de painéis fotovoltaicos com atividades agrícolas e/ou pecuárias em um mesmo terreno; foi originalmente proposto por Adolf Goetzberger em 1982. Essa abordagem surgiu como uma solução para a preocupação de que a implantação de usinas solares pudesse competir por terras agrícolas, um recurso não renovável fundamental para a prestação de serviços ecossistêmicos (GOETZBERGER, 1982).

Os APV's representam uma alternativa promissora para a redução das emissões de gases de efeito estufa na agricultura, uma vez que os painéis solares não emitem poluentes e ainda podem gerar créditos de carbono. Além disso, esses sistemas fornecem sombra para as culturas, o que pode diminuir a necessidade de água e o estresse térmico das plantas, sendo particularmente relevante em regiões com clima quente e seco intensivo (GOETZBERGER, 1982), como o Semiárido brasileiro.

Os sistemas agrofotovoltaicos são ecologicamente sustentáveis, pois aumentam a eficiência do uso da terra ao integrar a produção agrícola com a geração de eletricidade, diminuindo a necessidade de desmatamento de novas áreas. Dessa forma, reduzem a emissão de gases de efeito estufa (GEE) pelo uso da terra (TROMMSDORFF, 2020).

Centros de pesquisas de vários países ao redor do mundo, como Alemanha, Áustria, Bélgica, Canadá, Chile, Dinamarca, França, China, Índia, Itália, Japão, Malásia, Coreia do Sul, Estados Unidos, Vietnã e Israel, estão empenhados em pesquisas e desenvolvimento da tecnologia, adaptando-a às suas condições específicas de solo, clima e sistemas de produção agropecuária (FRAUNHOFER ISE, 2023).

Nesses países diversas culturas vêm sendo estudadas dentro dos APV's, principalmente as que apresentam ponto de saturação luminosa com baixos níveis radiação incidente. Em vista disso, empresas privadas já vêm desenvolvendo também plantios para fins comerciais e/ou para compensar suas emissões de crédito carbono, como a Huawei Technologies Co. Ltd. e o Grupo Baofeng Co. Ltd., que implantarão cultivos de Goji Berry orgânico no deserto de Gobi (HUAWEI, 2020).

No Brasil as pesquisas desenvolvidas sobre o tema ainda acontecem de forma tímida, não se encontrando muito a respeito de estudos desenvolvido no País. Com o intuito de estudar a viabilidade dessa tecnologia no Brasil, mas especificadamente no Semiárido brasileiro, tendo em vista as culturas consolidadas na região e o fortalecimento da agricultura familiar de base

ecológica, empreendeu-se com apoio da ONG Centro Cultural Brasil Alemanha (CCBA) e do Núcleo de Estudos, Pesquisas e Práticas Agroecológicas do Semiárido (NEPPAS), um experimento com a cultura do melão, cultivado em sistema agrofotovoltaico, em uma comunidade tradicional indígena na Aldeia Pankará no Sertão de Itaparica, Mesorregião do São Francisco.

O melão (*Cucumis melo L.*) é uma cultura de grande importância para o estado de Pernambuco, especialmente nessa parte do estado próximo as margens do Rio São Francisco, mas que também se destaca nacionalmente, sendo o Brasil grande exportador da fruta, tendo 90% da sua produção concentrada na Região Nordeste, sendo responsável por 545 mil toneladas no ano de 2021, região também que tem os maiores índices de produtividade média da cultura, ultrapassando as 25 toneladas/ha (IBGE, 2022).

O ponto de saturação luminosa do melão encontra-se aproximadamente na radiação incidente de $1.100 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, sendo um nível mediano, facilmente superado em regiões de clima semiárido (NAKANSAH, 1996). Logo, a sombra parcial proporcionada pelos painéis fotovoltaicos pode ser benéfica após a definição da densidade de placas solares que promova a radiação incidente ideal para a cultura. Em vista disso, esse trabalho objetivou estudar os efeitos proporcionados pelos diferentes níveis de radiação incidente ocasionadas em função da posição relativa de meloeiros em função da instalação de painéis solares de um sistema agrofotovoltaico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sistema agrofotovoltaico

O conceito de *Agrivoltaic systems* (AVS) ou sistema agrivoltaico – tradução do inglês para português –, que consiste na integração de painéis fotovoltaicos com culturas agrícolas e/ou criação de animais em um mesmo terreno, foi proposto pela primeira vez em 1982 por Adolf Goetzberger (GOETZBERGER, 1982) fundador do Instituto Fraunhofer de Sistemas de Energia Solar (ISE). Hoje em dia tal tecnologia é também conhecida pelo termo agrofotovoltaico, com abreviatura APV, do termo em inglês, *agrophotovoltaic*.

O desenvolvimento dessa técnica surgiu da preocupação de que a expansão em larga escala da energia fotovoltaica pudesse consumir terras agrícolas - um recurso não renovável essencial para a oferta de diversos serviços ecossistêmicos - que à época já estava sob pressão devido à expansão urbana e aos impactos negativos do manejo agrícola intensivo (GOETZBERGER, 1982).

De lá pra cá a preocupação de Goetzberger veio se tornando realidade e ganhando corpo. No Brasil, segundo o observatório do clima (2021), em 2020 o Brasil teve o setor agropecuário como responsável pela maior emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE), superando os setores de energia e processos industriais, isso através do desmatamento, queimadas e setor de produção, o que evidencia a urgente necessidade de modificações nas cadeias desse setor, bem como dos demais, que também apresentaram números alarmantes (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2021).

Os sistemas APV's são uma alternativa na redução dos GEE dentro da agropecuária, devido os painéis fotovoltaicos não emitirem poluentes durante a conversão energética, ao tempo ainda que podem gerar créditos de carbono para propriedade. Tais sistemas usam placas solares montados em estruturas elevadas acima das plantações. Os painéis solares geram eletricidade, que pode ser usada/armazenada no local (off-grid) ou ter os excedentes transferidos para rede de distribuição pública, gerando créditos energéticos que podem ser usados posteriormente (on-grid) (PORTAL SOLAR, 2014). Logo essa energia pode ser usada para inúmeras finalidades, incluindo o acionamento de bombas para irrigação e demais equipamentos elétricos do sistema APV.

Uma outra vantagem desse sistema é fornecer sombra para as lavouras, o que pode reduzir a necessidade de água e o estresse térmico das plantas em dias muito quentes, o que pode ser especialmente importante em regiões de clima quente (TROMMSDORFF, 2020), a exemplo do Semiárido brasileiro.

Dessa forma, os sistemas agrofotovoltaico são ecologicamente sustentáveis, pois ao integrar painéis solares com agricultura, os produtores podem cultivar e produzir eletricidade na mesma área, aumentando assim a eficiência do uso da terra e promovendo a sustentabilidade ambiental. Tal eficiência chega a 186%, se comparado com o uso exclusivo da área para uma única finalidade, o que resulta na diminuição do desmatamento de novas áreas para produção agrícola ou criação de parques solares (TROMMSDORFF, 2020).

2.2 Aumento da demanda energética no mundo e consequentes emissões de GEE

Na última década o Produto Interno Bruto (PIB) global tem crescido significativamente segundo o Fundo Monetário Internacional (FMI); tal crescimento tem menor projeção para os próximos anos, porém, estima-se que o crescimento continue acontecendo (FMI, 2022). Cohen & Uchôa (2009) dizem que o incremento do PIB de um país está relacionado ao aumento na

produção industrial, comercial e de serviços, o que por sua vez leva a um aumento na demanda por energia para alimentar tais setores.

O aumento do consumo de energia também está relacionado com o aumento do padrão de vida da população. À medida que a renda per capita aumenta, as pessoas tendem a consumir mais bens e serviços, como eletrodomésticos, eletrônicos, veículos e serviços de transporte. Esses itens geralmente requerem energia para funcionar, seja eletricidade para alimentar aparelhos domésticos ou combustíveis para veículos. Logo, independente do aumento de eficiência das máquinas, motores, veículos, equipamentos elétricos etc., o incremento do consumo energético mundial tende a crescer à medida que o PIB global aumenta (ALVES, 2012).

Tal projeção de aumento do PIB acompanha a previsão da companhia British Petroleum (BP) que projeta um consumo de energia de 1,6% ao ano ou a 0,7% ao ano per capita, até 2030 (BP, 2010). É de conhecimento comum que aumento do consumo de energia pode ter impactos negativos, como o aumento das emissões de gases de efeito estufa e degradação ambiental. Portanto, é fundamental que o crescimento econômico seja acompanhado de políticas e práticas sustentáveis de consumo e produção de energia, visando minimizar os impactos negativos e promover o desenvolvimento econômico sustentável. Isso inclui a adoção de fontes de energia renovável, o aumento da eficiência energética e a promoção de práticas de consumo responsável (ALVES, 2012).

A necessidade de tais atitudes foram confirmadas e autoimpostas pelo Brasil na Convenção do Clima da ONU quando assumiu um compromisso em nível internacional para controlar suas emissões de gases de efeito estufa (GEE), estabelecendo as bases através da implementação da Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC). Essa decisão, representou um marco na busca por um maior controle e mitigação das mudanças climáticas no país, o que demonstrou uma conscientização sobre a urgência de agir para enfrentar as mudanças climáticas e seus impactos, o que foi reforçado com as metas e compromissos internacionais assumidos em acordos dentro do chamado “Acordo de Paris em 2015” (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2021).

2.3 Dilema da energia solar para geração de energia sustentável

Existem diversas categorias de fontes de energia como as fósseis (petróleo, carvão e gás natural), nucleares e as renováveis (solar, energia eólica, hidrelétrica e biomassa vegetal). Analisando de forma superficial, as energias renováveis podem parecer ter um custo final mais

elevado em comparação ao sistema convencional centralizado de fornecimento de eletricidade (NATT & PÁDUA, 2017).

No entanto, a simplicidade com que essas energias são geradas pode resultar em redução de custos quando todos os processos necessários são considerados. Por outro lado, os recursos fósseis requerem extração de locais concentrados, transporte para refinarias, preparação para queima, transporte novamente para usinas e, após a geração de eletricidade, transmissão através de linhas de alta tensão até o consumidor, além do descarte de resíduos. Além disso, as máquinas rotativas, como turbinas e geradores, exigem manutenção complexa devido ao desgaste das peças móveis (SHAYANI, 2006).

Nessa perspectiva e tendo em vista a necessidade da generalização de produção de energia através de formas renováveis e sustentáveis, a implementação de fontes de energia, como a solar e eólica são de suma importância. Em contrapartida, vale salientar que embora tais formas de geração de energia não emitam GEE durante a produção, ocorre que os processos de fabricação dos painéis / turbinas e implantação dos parques eólicos ou solares emitem, além de poderem impactar na fauna e flora do local (BARBOSA, 2015).

Especificadamente na implantação de parques solares, é necessário em muitos casos, o desmatamento de áreas do bioma nativo, como é o caso do que vem ocorrendo no bioma Caa-tinga nos últimos anos, o qual diante de tal “agressão” fica passível da perda de biodiversidade, causada pela degradação de habitats pela mudança do uso da terra, além da possibilidade de acelerar ou induzir processos de desertificação (FREIRE ET AL., 2022).

A entidade pública responsável por estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético no Brasil é a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) que em 2019 publicou o Plano Decenal de Expansão de Energia 2031 (PDE 2031) (EPE, 2019). Freire (2022) projeta a partir dos dados do plano PDE 2031 que até o ano 2031 se tenha instalado no País 201.000 hectares de parques solares, número este que merece atenção considerando que 56% dos empreendimentos solares serão instalados na região Nordeste do Brasil (EPE, 2021).

Dessa forma tem-se o dilema, produzir energia limpa com menor custo monetário, mas com alto custo ambiental, ou gerar energia em áreas rurais já com uso agropecuário, com um maior investimento, mas com evitação de prejuízos ambientais como desmatamento de novas áreas nativas. Vale salientar, que este maior investimento possa recompensar devido o desenvolvimento e crescimento do mercado mundial de créditos de carbono (JAMIL & PEARCE, 2022) e pelo desenvolvimento de comunidades e/ou famílias beneficiadas por empreendimentos agrofotovoltaicos (SERTA, 2018).

2.4 Cultura do melão

O melão (*Cucumis melo L.*) embora incerto, tem seu centro de origem provavelmente na África e/ou Ásia (MOREIRA et al., 2009). Foi introduzido no Brasil por imigrantes europeus, inicialmente no sul do país, sendo posteriormente levado as demais regiões (FIGUEIREDO et al., 2017). É uma cultura de alta adaptabilidade a regiões de clima tropical, bem como a condições edafoclimáticas de regiões semiáridas (FIGUEIREDO et al., 2017).

De grande aceitação no Brasil e no mundo, esta hortaliça-fruto pertence à família das cucurbitáceas, gênero *Cucumis* (YASIR et al., 2016). Nacionalmente, o Brasil teve uma produção de 607 mil toneladas no ano de 2021 (IBGE, 2022), o que é relativamente baixa ao se comparar com países como a China, que produz anualmente mais de 13 milhões de toneladas (FAO, 2022).

É um dos frutos de maior importância econômica da região Nordeste, o que é evidenciado pela região ser responsável por mais 90% da produção da fruta no país (Embrapa, 2010). No estado de Pernambuco a cultura também tem papel importante, tendo o estado produzido no ano de 2021 o montante de 37,5 mil toneladas, estando toda essa produção concentrada principalmente nas cidades da mesorregião do São Francisco - incluindo a cidade de Itacuruba (IBGE, 2022) -, a qual ainda apresenta uma tímida produção de 450 toneladas, mas que tem grande potencial de crescimento (SANTOS, 2021).

O melão apresenta altas produtividades na região nordeste, com média superior a 26 t.ha⁻¹ nos principais estados produtores. A cidade de Itacuruba na Mesorregião do São Francisco Pernambucano, apresenta níveis de produtividade semelhantes, porém a produção do município ainda é baixa (IBGE, 2022).

O valor da produção de melão de Itacuruba no ano de 2021 foi de 320 mil reais (IBGE, 2022), demonstrando que essa cultura tem uma significativa importância econômica para a cidade ao considerar a população de 4.369 habitantes (IBGE, 2010).

2.5 Produção vegetal em sistema agrofotovoltaico

Como visto, a produção agrícola sob painéis fotovoltaicos já é uma realidade e uma alternativa sustentável aos modelos atuais de geração de energia e produção de alimentos e fibra. Diversos países como Alemanha, Áustria, Bélgica, Canadá, Chile, Dinamarca, França, Índia, Itália, Japão, Malásia, Coreia Do Sul, Estados Unidos, Espanha, Portugal, Vietnã e Israel, vem desenvolvendo trabalhos para desenvolvimento e adequação da tecnologia às suas condições edafoclimáticas e tipos de produção agropecuária (FRAUNHOFER ISE, 2023).

Em países mais avançados na tecnologia, como a China, o plantio para fins comerciais em sistema APV já vem acontecendo desde 2016, como o cultivo de Goji Berry orgânico no deserto de Gobi (HUAWEI, 2020); a fruta é considerada medicinal e é consumida em diversos países, inclusive o Brasil (VEJA, 2014).

A integração da produção de frutas com os sistemas APV contribuiu para redução da expansão da área desértica na região de Gobi, o que vem ocorrendo intensamente nos últimos anos, ao tempo que traz renda para população carente da região e utiliza uma terra que de outra forma seria improdutiva, reduzindo ainda as emissões de GEE em 1,841 bilhão de kg, num período de 3 anos (HUAWEI, 2020).

2.6 Agentes fomentadores dessa pesquisa

A ONG Centro Cultural Brasil Alemanha (CCBA), vem promovendo a transição ecológica, através da agroecologia integrada ao uso de energias renováveis descentralizadas, especificamente a energia solar como meio sustentável de produção, a qual é utilizada para a produção de alimentos orgânicos. Através de tal iniciativa a ONG tem beneficiado famílias de base ecológica e comunidades tradicionais, em algumas cidades do sertão de Pernambuco.

Na zona rural de Itacuruba, na Aldeia do Serrote, de etnia indígena Pankará, o CCBA financiou e estruturou uma área piloto que conta com um sistema de aquaponia, um sistema agrofotovoltaico, um sistema agroflorestal (SAF) e uma composteira que reutiliza/recicla fibra de coco e esterco. Tal empreendimento visa a produção de alimentos saudáveis, geração de energia renovável e sustentável e geração de renda para a comunidade.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVOS GERAIS

Estudar os efeitos proporcionados pelos diferentes níveis de radiação incidente ocasionadas em função da posição relativa de meloeiros em função da instalação de painéis solares de um sistema agrofotovoltaico.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar se há diferença significativa de desenvolvimento e produtividade entre o cultivo de meloeiro a pleno sol e o cultivo sob painéis solares fotovoltaicos.

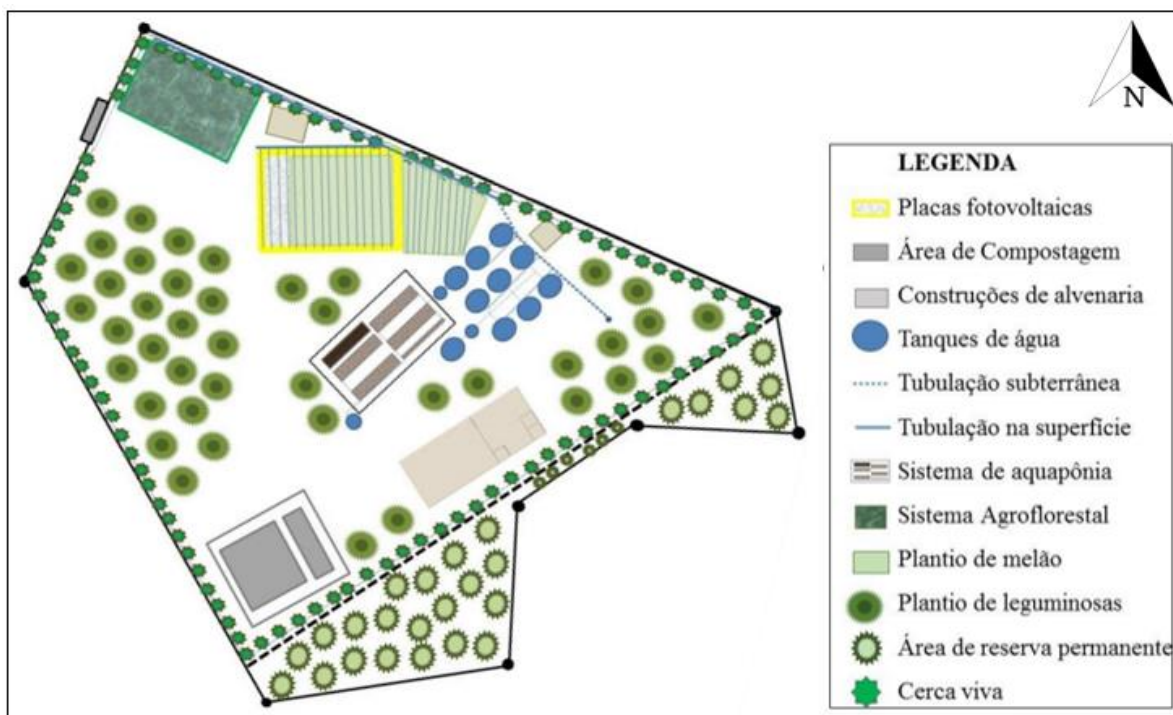
- Observar se há ocorrências de “insetos pragas” no microclima abaixo de painéis fotovoltaicos.
- Estudar se há diferença significativa na radiação incidente - nas diferentes posições de plantio -, e temperatura e precipitação - dentro e fora do sistema agrofotovoltaico.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi desenvolvida a partir da colaboração entre o CCBA, o Núcleo de Estudos, Pesquisas e Práticas Agroecológicas do Semiárido (NEPPAS) da UFRPE e colaboradores indígenas residentes na Aldeia do Serrote, apoiando o autor através da disponibilização - para o experimento - do sistema agrofotovoltaico da área piloto, do transporte e de recursos materiais necessários ao desenvolvimento dos trabalhos.

O experimento foi realizado no período de 20 de janeiro a 09 de abril de 2023, na micro-usina agrofotovoltaica da Aldeia do Serrote, em uma área piloto (Figura 01) estabelecida pelo CCBA em parceria com a comunidade, na zona rural de Itacuruba – PE, localizada nas coordenadas geográficas 8°44'14.2"S de latitude e 38°42'56.1"W de longitude. A aldeia é pertencente a indígenas da etnia Pankará.

Figura 1 - Croqui da Área piloto da aldeia Serrote dos Campos em Itacuruba – PE, 2023.



Fonte: Adaptado de Ferraz (2023).

A região é classificada segundo Köppen, como BSh, (ARAÚJO, 2016), ou seja, clima Semiárido quente, com pouca ocorrência de chuvas e a classificação do solo é Luvissolo Crômico Órtico (PRONASOLOS, 2022). O município de Itacuruba tem uma população de 4.369 habitantes, e área territorial em torno de 430,038 km², localizando-se na Mesorregião do São Francisco, no Sertão do Itaparica, onde predominam atividades de aquicultura e agricultura (IBGE, 2010).

4.1 Caracterização do sistema agrofotovoltaico da Aldeia do Serrote

A estrutura do sistema agrofotovoltaico da aldeia do Serrote (Figura 02) tem 17,0 metros de largura por 21,0 metros de comprimento (357 m²) e altura de pé direito de 3 metros. Esse sistema é responsável por gerar créditos de energia para atender às necessidades de bombeamento de água da estação de tratamento e para outras atividades da comunidade indígena. Ele é composto por 96 painéis solares, cada um medindo 2,0 metros de largura por 1,0 metro de comprimento.

Os painéis são dispostos com um espaçamento de 1,0 metro entre as linhas e 33 centímetros entre os painéis, o que resulta em áreas parcialmente sombreada abaixo dos painéis, representando cerca de 54% da área total (Ferraz, 2023).

Figura 2 - Vista aérea dos painéis fotovoltaicos instalado na aldeia do serrote. Aldeia do Serrote - Itacuruba / PE, 2020.



Fonte: arquivo CCBA, 2020

Para avaliação dos efeitos do cultivo do melão conduzido em sistema agrofotovoltaico foram aferidos os seguintes parâmetros ao longo experimento: temperatura diurna e precipitação dentro e fora do APV, radiação incidente nas diferentes posições da área de cultivo.

4.2 Cultivo do melão em sistema agrofotovoltaico

O experimento foi conduzido em campo, sem a utilização de agrotóxicos e fertilizantes industrializado, com irrigação localizada por gotejamento; o espaçamento adotado foi de 1,5 m x 0,65 m, equivalendo a uma densidade de 10.000 plantas. ha⁻¹ (COSTA, 2008). A variedade utilizada foi o híbrido amarelo Gladial RZ, escolhida por ser cultivada com predominância na região. As sementes foram semeadas em bandejas preenchidas com substrato comercial, distribuindo-se uma semente por célula, colocada a um centímetro de profundidade; em seguida as bandejas foram condicionadas em estufa coberta por sombrite 50%, sendo irrigadas diariamente até o transplante, que ocorreu 14 dias após germinação.

As covas foram escavadas (Figura 03) nas dimensões de 30x30x30 (COELHO et al., 1978). As análises químicas de solo foram feitas pela SOLOAGRI, com laboratório localizado em Petrolina – PE, essas indicaram baixo teor de matéria orgânica, fósforo e potássio, porém, por ser em cultivo orgânico, optou-se apenas pela aplicação de 2 kg de esterco ovino curtido (COSTA, 2008).

Figura 3 - Preparação das covas abaixo das placas solares. Aldeia do Serrote - Itacuruba / PE, 2023.



Fonte: Autor.

Tabela 1 - Resultados da análise química do solo onde ocorreu o cultivo.

pH	MO	C.E./25°C	P	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	S.B	H+Al	CTC	Al ³⁺	V	m	PST
	g.k ⁻¹	dS/m	mg/dm ³	cmolc/dm ³								%		
6,9	5,3	0,39	4,28	5,5	5,2	0,62	0,2	11,57	0,66	12,23	0	95	0	5

pH: potencial hidrogeniônico; M.O: matéria orgânica; C.E./25°C: condutividade elétrica a 25 graus celsius; P: fósforo; Ca²⁺: cálcio; Mg²⁺: magnésio; Na⁺: sódio; S.B: soma de bases trocáveis; H+Al: acidez potencial; CTC: capacidade de troca de cátions; Al³⁺: alumínio; V: saturação por bases; m: saturação por alumínio; PST: porcentagem de saturação de sódio trocável; g.k⁻¹: gramas por quilograma; dS/m: decisiemens por metro; mg/dm³: miligramas por *decímetro cúbico (*litro); cmolc/dm³: centímol de carga por decímetro cúbico.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 9 repetições, onde cada unidade experimental foi composta por uma única planta. Os tratamentos utilizados foram as posições das linhas de cultivo em relação ao sombreamento proporcionado por painéis fotovoltaicos da estrutura do sistema agrofotovoltaico, sendo estas posições descritas a seguir: área externa sem sombreamento (T5), área externa com sombreamento temporário (T4) (Figura 04), posição poente na extremidade da área sombreada (T3), posição poente próximo ao centro da área sombreada (T2), centro da área sombreada (T1) (Figura 05). A área externa com sombreamento temporário (T4) recebia a projeção da sombra advinda das placas em área adjacente quando da inclinação solar após as 15 horas.

Figura 4 – Cultivo de melão na área sem sombreamento. Aldeia do Serrote - Itacuruba / PE, 2023.



Fonte: Autor.

Figura 5 - Melão cultivado em ambiente externo e a pleno sol. Aldeia do Serrote - Itacuruba / PE, 2023.



Fonte: Autor.

4.2.1 Manejo da irrigação

A irrigação da cultura, foi realizada seguindo o Método FAO (DOORENBOS, 1977), que consiste no cálculo da evapotranspiração da cultura (ET_C) a partir da evapotranspiração de referência da região e do K_c da cultura. Os valores de ET_C utilizados como referência para irrigação do melão estão na Tabela 2.

Tabela 2 - Estimativa média de evapotranspiração de referência para Floresta - PE

	Fevereiro	Março	Abril
ET_0 Floresta (mm/mês)	140	150	120
Nº de dias	28	31	30
Eto (mm/dia)	5,0	4,8	4,0

Fonte: Silva, 2011

Em função de não ter sido encontrados dados suficientes para obtenção de uma normal climatológica da cidade de Itacuruba, optou-se por dados da cidade mais próxima, Floresta - PE, obtidos por Silva (2011) a partir da equação de Penman-Monteith.

A água utilizada para irrigação foi proveniente do Lago de Itaparica no trecho onde represa o rio São Francisco em Itacuruba/PE, tendo os créditos de energia para bombeamento gerados pelo sistema agrofotovoltaico, em sistema On-grid.

Os valores de Kc para melão amarelo, foram obtidos no 2º Boletim de pesquisa e desenvolvimento da Embrapa Agroindústria Tropical (EMBRAPA, 2001) (Tabela 3).

Tabela 3 - Estimativa de Etc (mm/dia) do melão amarelo para o período de 8 fev. a 15 abr.

	Fevereiro	março		Abril	
ET₀ (mm/dia)	5	4,8		4	
Fases	2	2	3	3	4
Duração (Dias)	20	2	29	2	13
Kc	0,62	0,62	1,05	1,05	0,87
ET_c (mm/dia)	3,1	2,976	5,04	4,2	3,48
ET_c (mm/fase)	62	5,952	146,16	8,4	45,24
ET_c (mm/ciclo)	267,752				

Fonte: Autor

Para obtenção da evapotranspiração da cultura (ET_C) utilizou-se a seguinte equação:

$$ET_C = ET_0 \cdot K_c$$

em que:

ET₀ = Evapotranspiração de referência (mm/dia)

Kc = coeficiente da cultura

4.2.2 Controle de organismos espontâneos

Para o controle de organismos espontâneos como microrganismos e insetos, utilizou-se o óleo de nim, na concentração de 0,12 p/p de azadiractina, o qual tem sido evidenciado em diversos artigos com efeito biocida para insetos, fungos e bactérias (SANTOS, 2009). Esse óleo apresenta efeito biocida e/ou repelente para diversas espécies de “insetos praga”, incluindo alguns de maior importância na região como a mosca-branca - *Bemisia tabaci* - (VIEIRA, 2012), o pulgão verde - *Myzus persicae* - (VENZON, 2007) e as brocas-das-cucurbitáceas - *Diaphania hyalinata* - (PEGORARO, 2010).

O óleo de nim foi aplicado a cada 5 dias, diluído em água, variando a dosagem a medida que as plantas cresciam, indo de 1,6 L. ha⁻¹ a 5,6 L. ha⁻¹.

4.3 Determinação da temperatura diurna dentro e fora do sistema agrofotovoltaico

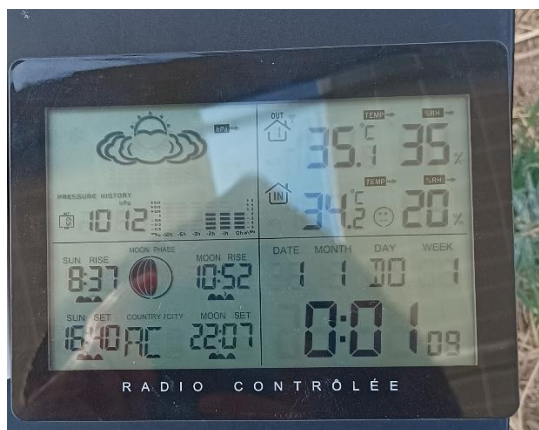
A determinação da temperatura média diurna (°C) sob os painéis fotovoltaicos, foi realizada no centro do sistema agrofotovoltaico, bem como na área externa sem sombreamento,

sendo anotadas nos horários das 7h, 11h, 14h, 16h e 17h, 3 vezes por semana, em dias intercalado (segunda, quarta e sexta), durante a condução do experimento.

A temperatura foi aferida concomitantemente com dois termo-higrômetros conectados por sinal de rádio (Figura 6), instalados nos dois locais (abaixo e fora das placas solares) e a 20 cm de altura do solo (Figura 7), ou seja, próximo à altura da parte aérea do melão.

Os dados de temperatura foram processados através do SISVAR em delineamento inteiramente casualizado, onde os tratamentos foram caracterizados pelos locais de coleta, sendo a) T° sob sombra parcial dos painéis solares e b) T° a sol pleno.

Figura 6 - Termohigrômetro da “mini estação meteorológica”, com recepção de dados da sonda externa, via rádio, instalada abaixo das placas solares (a).



Fonte: autor.

Figura 7 - Termohigrômetro instalado no centro das linhas de melão sem sombreamento (b). Aldeia do Serrote - Itacuruba / PE, 2023



Fonte: autor.

4.4 Determinação de radiação incidente

Realizou-se a aferição da luminosidade (lux) por meio de um luxímetro (Figura 8) – modelo MT30, nas posições de linha de cultivo previamente determinadas, sendo estas: área externa sem sombreamento (T5), área externa com sombreamento temporário (T4), posição poente na extremidade da área sombreada (T3), posição poente próximo ao centro da área sombreada (T2), centro da área sombreada (T1)

As linhas de cultivo estão expressas na Figura 9, e as medidas de luminosidade ocorreram nos horários a seguir: 7h, 11h, 14h, 16h e 17h, 3 vezes por semana, na segunda, quarta e sexta, ao longo de um mês.

Os dados obtidos no luxímetro são expressos em lux; a conversão direta de *lux* para $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ não é pontualmente precisa, mas pode ser realizada através da multiplicação pelo fator de conversão, de 0,0185, conforme Langhans (1997) no *manual da câmara de crescimento vegetal* (título original em inglês: *Plant growth chamber handbook*).

Os dados foram processados através do SISVAR em delineamento inteiramente casualizado, sendo considerados como tratamentos as posições de linha de cultivo e os horários das leituras ao longo do dia.

Figura 8 - Realização de medição da luminosidade abaixo das placas solares. Aldeia do Serrote - Itacuruba / PE, 2023.



Fonte: autor

Figura 9 - Croqui em escala 1:1 ilustrando o sistema agrofotovoltaico e a área a céu aberto. Aldeia do Serrote - Itacuruba / PE, 2023.



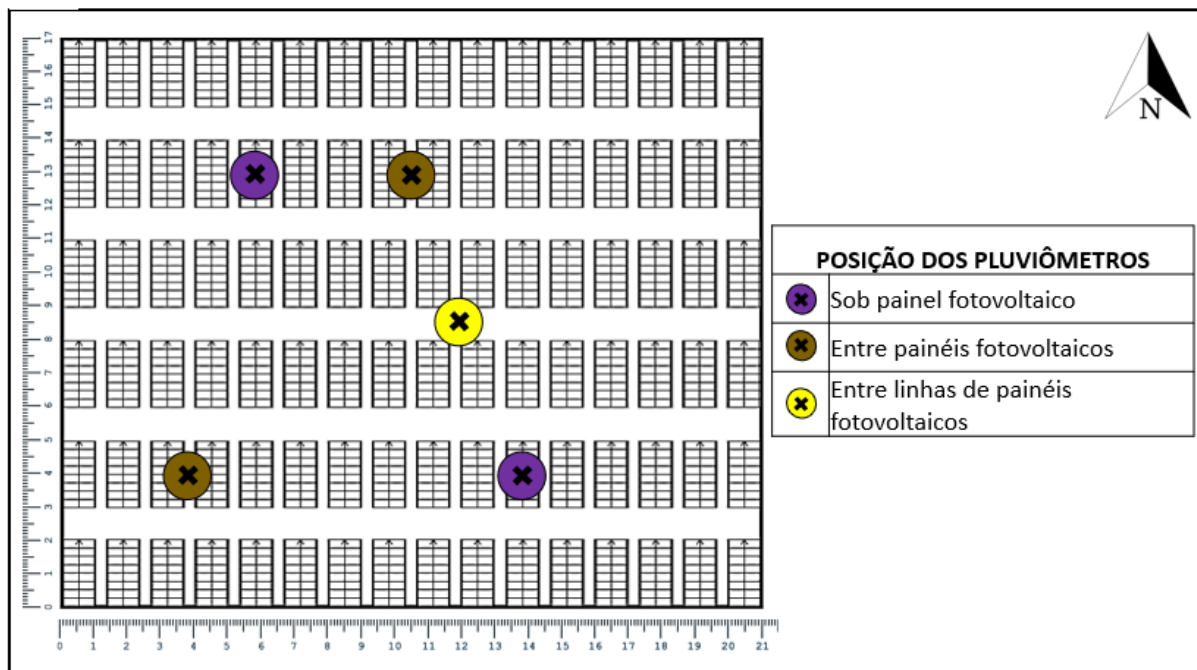
Fonte: Autor

4.5 Monitoramento da precipitação

A aferição da precipitação, registrada ao longo do experimento em milímetros (mm), foi realizada a partir de uma rede de pluviômetros, ficando 01 posicionado a céu aberto e outros 05 posicionados sob o sistema agrofotovoltaico, todos instalados a 1,5 m de altura. A distribuição dos pluviômetros abaixo das placas solares encontra-se no croqui da Figura 10.

Os dados foram sistematizados e processados através do *Excel*, obtendo-se as médias de precipitação externa (precipitação efetiva) e precipitação interna (precipitação sob a estrutura fotovoltaica).

Figura 10 - Croqui em escala 1:1 ilustrando a disposição dos pluviômetros dentro do sistema agrovoltaico. Aldeia do Serrote - Itacuruba / PE, 2023.



Fonte: Autor

4.6 Levantamento biométrico das plantas cultivadas de melão

O crescimento das plantas foi monitorado ao longo do tempo (21, 30, 39, 48 e 57 dias após transplante – DAT) a partir das seguintes variáveis:

- comprimento da maior rama de cada planta em cm, medindo-se com auxílio de uma fita métrica flexível (CMR – Figura 11), indo do início da ramificação até o meristema apical, marcando-se a planta com um sinalizador plástico (Figura 12), para facilitar a localização da rama em medições posteriores.
- diâmetro do coleto em mm (DM), aferido através de um paquímetro posicionado no coleto rente ao solo.

Figura 11 - Ajuste da fita métrica nas curvaturas da rama. Aldeia do Serrote - Itacuruba / PE, 2023.



Fonte: Autor

Figura 12 - Sinalizador plástico usado na identificação/markação da rama de maior comprimento. Aldeia do Serrote - Itacuruba / PE, 2023.



Fonte: Autor.

4.7 Monitoramento do número e peso de frutos por planta

Aos 65 dias após o transplante procedeu-se a contagem e colheita dos frutos. Após colhidos, os frutos foram pesados (Figura 13) em uma balança SF- 400, possibilitando assim a projeção de uma produtividade estimadas ($t. ha^{-1}$). Os dados foram processados no software SISVAR conforme metodologia supracitada.

Figura 13 - Pesagem de melões durante colheita. Aldeia do Serrote - Itacuruba / PE, 2023.

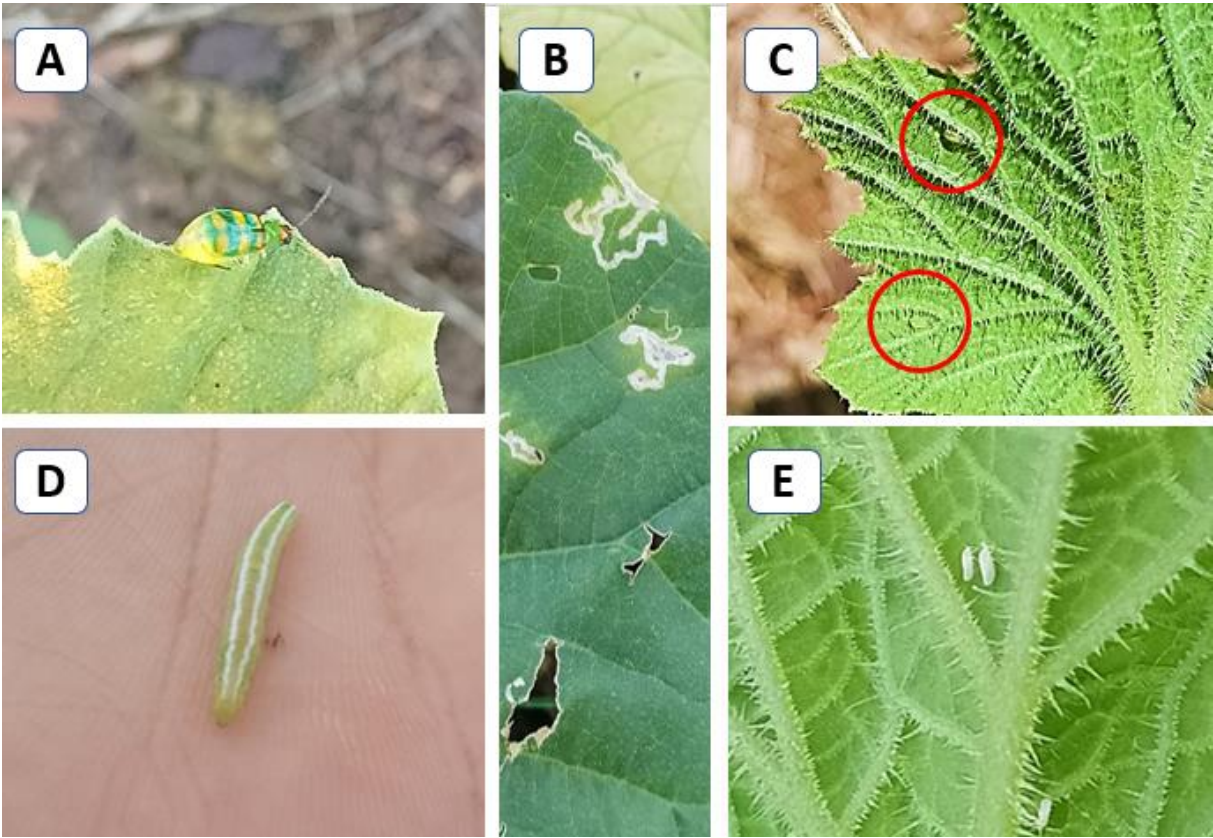


Fonte: autor

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo do cultivo, como demonstra a Figura 14, foi notada a presença dos “insetos pragas” e/ou danos diretos de: vaquinha - *Diabrotica speciosa* – (A), mosca minadora - *Liriomyza huidobrensis* – (B), pulgão verde (C), brocas-das-cucurbitáceas (D) e mosca-branca (E). Para o controle preventivo e corretivo utilizou-se apenas óleo de nim, conforme previsto na metodologia.

Figura 14 – Insetos pragas encontrados ao longo do cultivo: vaquinha (A), dano direto mosca minadora (B), pulgão verde (C), brocas-das-cucurbitáceas (D) e mosca-branca (E). Aldeia do Serrote - Itacuruba / PE, 2023.



Fonte: Autor.

5.1 Temperatura diurna abaixo e no ambiente externo as placas solares

As temperaturas diurnas médias no local de cultivo, aferidas abaixo das placas solares e em campo aberto encontram-se na Tabela 04.

Tabela 4 - Resultados de temperatura média diurna (T°) da atmosfera durante 30 dias do cultivo de melão amarelo a sol pleno e sob sombra parcial abaixo dos painéis solares – Aldeia do Serrote – Itacuruba / PE, 2023.

Tratamento	T° média diurna (°C)	Significância
T° a sol pleno	36,17	a
T° sob sombra parcial abaixo dos painéis solares	33,28	b
DMS	1,27	-

DMS - diferença mínima significativa; médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤ 0,05).

A temperatura ótima de cultivo do melão está entre 20 e 30 °C, suportando leves variações acima ou abaixo, não podendo ultrapassar os 35 °C em função do impacto causado sobre o pegamento das flores (FIGUEIREDO, 2017). Neste sentido, observa-se que o sombreamento

promovido pelas placas solares reduziu em 2,89°C a temperatura média diurna no ambiente abaixo das placas, o que pode favorecer o índice de emissão e pegamento de flores em meloeiros com sombreamento (CPT, 2021).

5.2 Radiação solar incidente abaixo e no ambiente externo às placas solares

A partir da análise da Tabela 5 e da Figura 15, é possível constatar que, conforme a posição das plantas sob as placas solares, tem-se uma radiação incidente média significativamente diferente, sendo mais intensa à medida que o cultivo se afasta do centro da área sombreada.

Tabela 5 - Radiação incidente média, aferida* durante o cultivo do meloeiro em função dos tratamentos – Aldeia do Serrote – Itacuruba / PE, 2023

Tratamento	Média ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	Significância
T5 (Pleno sol – sem sombreamento)	1678	a
T4 (Pleno sol – com sombreamento temporário)	1545	ab
T3 (Abaixo das placas – posição poente na extremidade da área)	1025	ab
T2 (Abaixo das placas – posição poente próximo ao centro das placas)	891	b
T1 (Abaixo das placas – posição central)	851	b
DMS	695	-

DMS - diferença mínima significativa; médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

*Aferida em lux e convertida em radiação incidente.

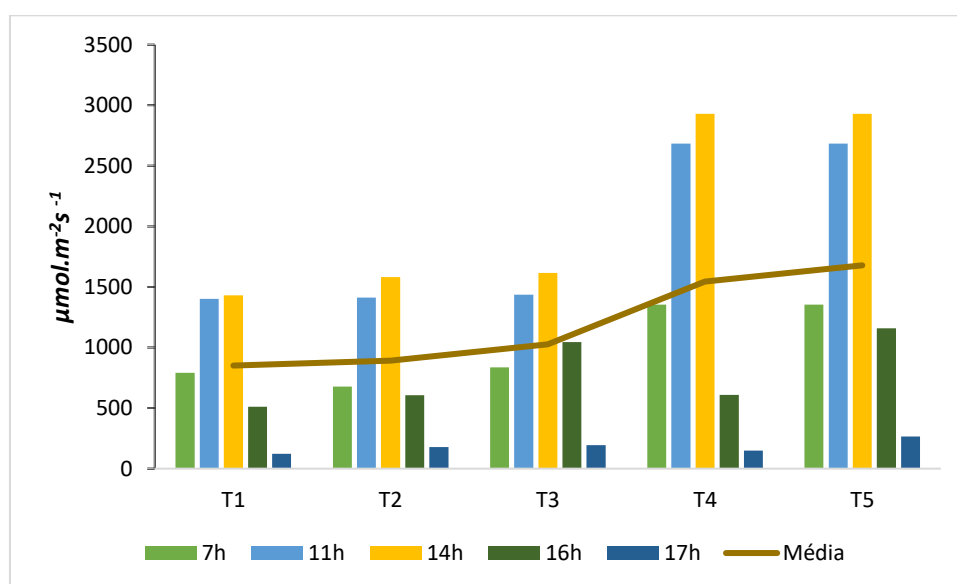
Valantin (1998), estimou que o ponto de saturação luminosa do melão encontra-se entre a radiação incidente de 1.000 e 1.200 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, a depender da variedade. Durante o período de realização dos ensaios, a máxima radiação média encontrada apresenta-se inferior a obtida em outras regiões semiáridas nas horas mais quentes do dia, a qual chega a superar picos de 1.800 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (NAKANSÁH, 1996).

Convertido os valores médios medidos em lux nas diferentes posições das linhas de cultivo para $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$, é possível averiguar que o único tratamento que tem uma radiação

incidente média, dentro de um intervalo ideal para a cultura do melão é a linha na posição poente na extremidade da área sombreada (T3), indicando que, a depender do posicionamento dos cultivos abaixo das placas, a radiação incidente pode ser melhor aproveitada pelas plantas no tocante ao seu ponto de saturação luminosa.

O ponto de saturação luminosa varia entre as espécies e condições ambientais, mas é normalmente alcançado quando o maquinário fotossintético da planta, particularmente os cloroplastos, ficam totalmente saturados com energia luminosa. Nesse ponto, aumentos adicionais na intensidade da luz não levam a um aumento proporcional na fotossíntese, pois a capacidade fotossintética da planta torna-se limitada por outros fatores, como a disponibilidade de dióxido de carbono, enzimas e entre outros processos metabólicos (BASSO, 2010)

Figura 15 – Radiação incidente para diferentes horas do dia, referente as diferentes posições em relação ao sombreamento proporcionado por painéis fotovoltaicos, sendo elas: área externa sem sombreamento (T5), área externa com sombreamento temporário (T4), posição poente na extremidade da área sombreada (T3), posição poente próximo ao centro da área sombreada (T2), centro da área sombreada (T1) – Aldeia do Serrote – Itacuruba / PE, 2023.



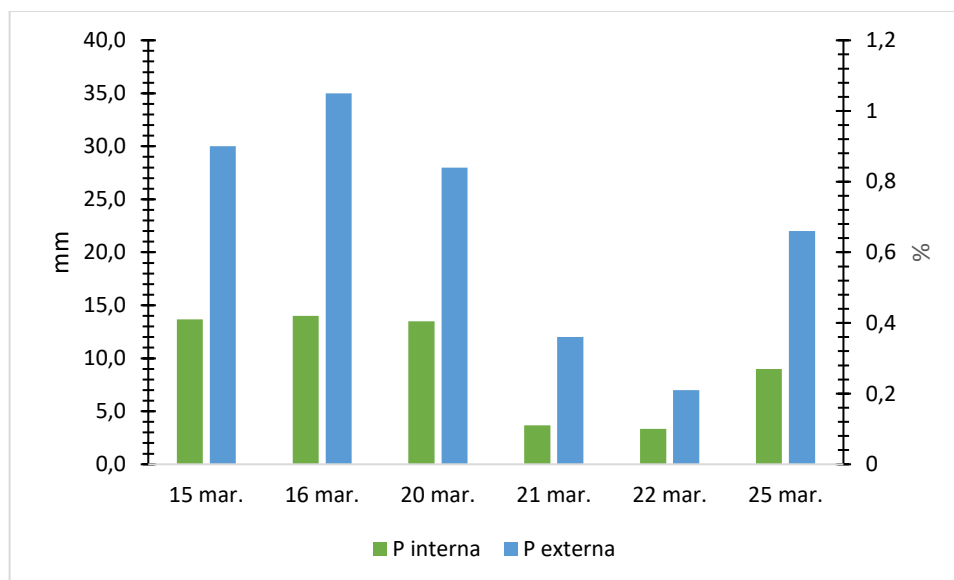
5.3 Intercepção da chuva pelos painéis fotovoltaicos

Os painéis fotovoltaicos por si só promovem a intercepção da chuva, o que é intensificado pela presença de calhas para captação de água permitindo que a água seja armazenada e aproveitada durante o período de estiagem (ŞEVIC & AKTAŞ, 2022).

As aferições de precipitação interna, e posteriormente comparada com a precipitação efetiva externa, mostrou que para um sistema APV com as mesmas características, a precipitação chega a ser em média 58% menor que a precipitação externa (figura 16), o que pode ser benéfico

para culturas mais sensíveis ao impacto direto da chuva sobre as folhas e flores (ABRAFRUTAS, 2020).

Figura 16 - Precipitação interna comparada com a precipitação externa e porcentagem de P interna em relação a P externa, para diferentes datas durante o cultivo dos meloeiros – Aldeia do Serrote – Itacuruba / PE, 2023



5.4 Efeito do sombreamento promovido pelas placas solares sobre o desenvolvimento e produtividade do melão

As Tabelas 6 e 7 contemplam os dados médios para comprimento da maior rama (CMR) e diâmetro do coleto (DM).

Tabela 6 - Resumo da análise de variância relativa à variável comprimento da maior rama (CMR) a partir dos dados obtidos até os 57 dias após a transplântio (DAT) do meloeiro – Aldeia do Serrote – Itacuruba / PE, 2023.

Fonte de variação	GL	Comprimento da maior rama				
		Quadrado médio				
		21 DAT	30 DAT	39 DAT	48 DAT	57 DAT
Posições	4	793,83 ^{ns}	860,7 ^{ns}	695,26 ^{ns}	2167,59 ^{ns}	2281,3 ^{ns}
Resíduo	40	116,41	547,11	869,34	1210,56	1575,48
CV%		28,99	29,05	24,42	25,72	27,44

GL - grau de liberdade; (ns) não significativo; CV - coeficiente de variação.

Tabela 7 - Resumo da análise de variância relativa à variável diâmetro do coleto (DM) a partir dos dados obtidos até os 57 dias após transplântio (DAT) do meloeiro – Aldeia do Serrote – Itacuruba / PE, 2023.

Fonte de variação	GL	Diâmetro do coleto				
		Quadrado médio				
		21 DAT	30 DAT	39 DAT	48 DAT	57 DAT
Posições	4	3,48**	5,52**	5,41*	4,58 ^{ns}	4,64 ^{ns}
Resíduo	40	0,88	1,33	1,59	2,15	2,02
CV%		17,12	14,17	13,22	13,04	12,58
Tratamentos		Médias do diâmetro do coleto em mm				
T1		5,89 ^{ab}	7,78 ^b	8,78 ^{ab}	10,78 ^a	10,78 ^a
T2		5,11 ^{ab}	7,44 ^b	6,67 ^b	10,56 ^a	10,56 ^a
T3		5,33 ^{ab}	7,78 ^b	9,89 ^{ab}	11,00 ^a	11,11 ^a
T4		4,78 ^b	8,22 ^{ab}	9,89 ^{ab}	11,56 ^a	11,68 ^a
T5		6,33 ^a	9,44 ^a	10,44 ^a	12,33 ^a	12,33 ^a
DMS		1,27	1,55	1,70	1,97	1,91

GL – grau de liberdade; significativo a 0,05 (*) e a 0,01 (**) de probabilidade; (ns) não significativo; CV – coeficiente de variação; DMS – diferença mínima significativa; médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de tukey ($p \leq 0,05$).

Apesar do surgimento de diferenças significativas nas três primeiras semanas do monitoramento 21, 30 e 39 DAT para o diâmetro do coleto (Tabela 07), esta tendência não se manteve nas etapas finais do experimento, de forma que não constatou-se diferença entre os tratamentos conduzidos, tanto no comprimento da rama quanto no diâmetro do coleto, a céu aberto na comparação com os tratamentos sombreados pela placas solares. Resultados divergentes foram encontrados em pesquisas realizadas no sudoeste da Espanha, onde tratamentos a céu aberto apresentaram desenvolvimento até 17% maior em relação ao sombreados por placas solares também na cultura do melão (MOREDA, 2021).

Tabela 8 - N° médio de frutos/planta obtidos a partir das diferentes posições em relação ao sombreamento proporcionado por painéis fotovoltaicos – Aldeia do Serrote – Itacuruba / PE, 2023.

Tratamento	Média (unid.)	Significância
T4 (Pleno sol - com sombreamento temporário)	1,67	a
T5 (Pleno sol – sem sombreamento)	1,11	b
T2 (Abaixo das placas – posição poente próximo ao centro das placas)	1,11	b
T3 (Abaixo das placas – posição poente na extremidade da área)	1,00	b
T1 (Abaixo das placas – posição central)	1,00	b
DMS	0,41	-

DMS - diferença mínima significativa; médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A linha posicionada na área externa com sombreamento temporário (T4), apresentou efeito significativo para número de frutos, o que pode significar que a redução da ordem de 7,6 % (Tabela 08) na radiação incidente em ambiente fora das placas fotovoltaicas, tenha favorecido o índice de pegamento das flores do melão (NAKANSAH, 1996). Entretanto, esta significância não se confirma para o peso médio (Tabela 09), Portanto, trata-se de um dado incipiente que necessita de novos ensaios e repetições para validação desta hipótese em condições semelhantes.

Tabela 9 - Pesos médios de fruto obtidos a partir das diferentes posições em relação ao sombreamento proporcionado por painéis fotovoltaicos– Aldeia do Serrote – Itacuruba / PE, 2023.

Tratamento	Média (g)	Significância
T5	1317	a
T4	1208	a
T3	1163	a
T2	1136	a
T1	969	a
DMS	405	-

(T5) - área externa sem sombreamento; (T4) - área externa com sombreamento temporário; (T3) - posição poente na extremidade da área sombreada; (T2) - posição poente próximo ao centro da área sombreada; (T1) - centro da área sombreada.

DMS - diferença mínima significativa; médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Mesmo não havendo diferença significativa quanto ao peso médio dos frutos, vale salientar a existência de uma redução no peso da ordem de 26,4%, quando se compara os frutos provenientes da área externa, sem sombreamento, em relação aos frutos coletados no centro da área sombreada.

Essa diferença, apesar de não influir na produtividade da cultura, influi na qualidade visual do fruto, o que pode ser levado em consideração pelo mercado consumidor (DALASTRA et al, 2016). Outro dado é que o peso médio dos frutos reduziu-se, em apenas 11,7% quando se compara o tratamento conduzido na área externa com sombreamento temporário com a posição poente na extremidade da área sombreada.

Tabela 10 - Produtividade de meloeiro obtida a partir das diferentes posições do cultivo em relação ao sombreamento proporcionado por painéis fotovoltaicos – Aldeia do Serrote – Itacuruba / PE, 2023

Tratamento	Média (t/ha)*	Significância
T4	21,82	a
T5	14,35	a b
T3	12,53	b
T2	10,60	b
T1	10,14	b
DMS	7,77	-

*dados extrapolados; (T5) - área externa sem sombreamento; (T4) - área externa com sombreamento temporário; (T3) - posição poente na extremidade da área sombreada; (T2) - posição poente próximo ao centro da área sombreada; (T1) - centro da área sombreada.

DMS - diferença mínima significativa; médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O tratamento onde há sombreamento em parte do dia, ocasionado pelo posicionamento das placas solares na área de exposição plena a radiação solar do melão, projeta a maior produtividade entre todos os tratamentos, com uma produtividade de 21,82 t. ha⁻¹ (Tabela 10), que é próxima a média de produção do Nordeste 26 t. ha⁻¹ (IBGE, 2022), vale salientar que o cultivo do presente trabalho foi conduzido em sistema orgânico, diferente dos cultivos convencionais que necessitam de um alto grau de tecnificação, bem como de agroquímicos (Embrapa, 2017).

6 CONCLUSÕES

O sombreamento proporcionado pelas placas solares instaladas a 3.0 metros da superfície do solo viabilizou o cultivo do melão amarelo nas condições de solo e clima existentes na Aldeia Indígena Pankará.

Os cultivos abaixo das placas solares aumentam a eficiência de uso da terra em áreas de empreendimentos destinados a produção de energia solar em diferentes proporções a depender da cultura e da radiação incidente, proporcionando a produção de energia e alimentos concomitantemente.

As culturas e até mesmo variedades de uma mesma espécie, apresentam níveis de ponto de radiação incidente diferentes, de forma que recomenda-se a continuidade de estudos envolvendo cultivos abaixo de sistemas agrofotovoltaicos, visando, entre outros aspectos, a definição das densidades ideais de painéis fotovoltaicos em relação a cultura/variedade a serem conduzidas.

REFERÊNCIAS

- ABRAFRUTAS. Melão: Chuva prejudica cultivo no Vale. **Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados**, 2020. Disponível em: < <https://abrafrutas.org/2020/01/melao-chuva-prejudica-cultivo-no-vale/>>. Acesso em: 19 abr. 2023.
- ALVES, J. E. D. O crescimento da demanda de energia no mundo. **EcoDebate**, 2012. Disponível em: < [HTTPS://WWW.ECODEBATE.COM.BR/2012/03/12/O-CRESCIMENTO-DA-DEMANDA-DE-ENERGIA-NO-MUNDO-ARTIGO-DE-JOSE-EUSTAQUIO-DINIZ-ALVES/](https://www.ecodebate.com.br/2012/03/12/O-CRESCIMENTO-DA-DEMANDA-DE-ENERGIA-NO-MUNDO-ARTIGO-DE-JOSE-EUSTAQUIO-DINIZ-ALVES/)>. Acesso em: 8 abr. 2023.
- ARAÚJO, M. S. B.; FRUTUOSO, M. N. M. A.; BRANDÃO, S. S. F. Potencial agroecológico do município de Itacuruba, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 01, p. 172-184, 2016.
- ASSOCIAÇÃO FRAUNHOFER. Full Text Search. **Fraunhofer Liaison Office Brazil**, 2023. Disponível em: <https://www.brazil.fraunhofer.com/pt/search.html?_charset_=UTF-8&numberResults=10&page=1&scope=ZENITRALE&language=all&lang=en&queryString=>. Acesso em: 8 abr. 2023.
- BARBOSA, M. A. G.; TERAPO, D.; BATISTA, D. C.; Sistemas de Produção de Melão. **Embrapa Semiárido**, 5. edição, 2010. Disponível em: < http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema_producao/spmelao/socioeconomia.html>. Acesso em 22 out. 2022.
- BASSO, Ma. F. et al. Fisiologia foliar e qualidade enológica da uva em videiras infectadas por vírus. **Tropical Plant Pathology**, v. 35, p. 351-359, 2010.
- BRASIL. Congresso Nacional. Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), e dá outras providências. Brasília, **Congresso Nacional**, 2010. Disponível em: < <https://antigo.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima.html#:~:text=Ela%20foi%20instituida%20em%202009,estimada%20em%203%2C236%20GtCO2%2Deq.>>. Acesso em: 7 abr. 2023.
- British Petroleum Brasil. Análise Estatística da BP sobre a Energia Mundial 2018: Dois passos para frente, um passo para trás. **BP Brasil**, 2019. Disponível em: <[HTTPS://WWW.BP.COM/PT_BR/BRAZIL/HOME/NOTICIAS/PRESS-RELEASES/ANALISE-ESTATISTICA-DA-BP-SOBRE-A-ENERGIA-MUNDIAL-2018.HTML](https://www.bp.com/pt_br/brazil/home/noticias/press-releases/analise-estatistica-da-bp-sobre-a-energia-mundial-2018.html)>. Acesso em: 7 abr. 2023.
- COELHO, M. B.; OLITTA, A. F. L.; DE ARAÚJO, J. P.; Influência dos métodos de irrigação por sulco e gotejo na cultura do melão. 20 p. **Congresso de irrigação e drenagem**: Salvador, 1978. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/131767>>. Acesso em: 26 out. 2022.
- COHEN, C.; UCHÔA, C. Consumo de Energia em um contexto de crescimento do produto interno bruto (PIB) acompanhado de redução da pobreza-Brasil 2003 a 2009. In: **XIV CBE-XIV Congresso Brasileiro de Energia, Rio de Janeiro**. 2012. Disponível em: < https://www.researchgate.net/profile/Christiane-Uchoa/publication/361950182_CONSUMO_DE_ENERGIA_EM_UM_CONTEXTO_DE_CRESCIMENTO_DO_PRODUTO_INTERNO_BRUTO_PIB_ACOMPANHADO_DE_REDUCAO_DA_POBREZA_-BRASIL_-2003_A_2009/links/62ce5c895dc7555897cd99c2/CONSUMO-DE-ENERGIA-EM-UM-CONTEXT-DE-DE-PRODUTO-INTERNO-BRUTO-PIB-ACOMPANHADO-DE-REDUCAO-DA-POBREZA-BRASIL-2003-A-2009.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2023.
- COSTA, N. D. A (org.); Coleção Plantar, 60: cultura do melão/ Embrapa Semi-Árido. **Embrapa Informação Tecnológica**, 2. ed. rev. ampl. Brasília, 2008. 191 p.
- CPT. Vai plantar melão? Fique de olho nessas dicas. **Centro de Produções Técnicas**, 2021. Disponível em: < <https://www.cpt.com.br/cursos-fruticultura-agricultura/artigos/vai-plantar-melao-fique-de-olho-nessas-dicas>>. Acesso em: 19 abr. 2023.
- DA SILVA, A. O. et al. Análise espaço-temporal da evapotranspiração de referência sob diferentes regimes de precipitações em Pernambuco. **Revista caatinga**, v. 24, n. 2, p. 135-142, 2011.
- DALASTRA, G. M. et al. Produção e qualidade de três tipos de melão, variando o número de frutos por planta 1. **Revista Ceres**, v. 63, p. 523-531, 2016.

DE ECOFISIOLOGIA, C.; BIOFÍSICA, E. **Agrometeorologia como suporte ao manejo de recursos hídricos e preservação de mananciais métodos e manejo da irrigação**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/irrigacao/livros/METODOS%20E%20MANEJO%20DA%20IRRIGACAO.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2023.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. Crop water requirements. Rome: **FAO**, 1977. 144p. (FAO Irrigation and drainage paper, 24).

ELETROBRAS; EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Levantamento da legislação para licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica por fonte solar. **Nota Técnica Conjunta Eletrobras-EPE**. 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-598/NT%20Conjunta%20Eletrobras%20EPE%20Licenciamento%20UFV%20ver2022.pdf#search=UFV%20Conjunta%20Eletrobras>. Acesso em: 10 abr. 2023.

Empresa de Pesquisa Energética (EPE). A EPE. **EPE**, 2019. Disponível em: < <https://www.epe.gov.br/pt/a-epe/quem-somos> >. Acesso em: 10 abr. 2023.

FERRAZ, S. S. F. Relatório de visita e acompanhamento das atividades na Aldeia Serrote dos Campos em Itacuruba – PE. **Centro Cultural Brasil – Alemanha (CCBA)**, Documento Técnico nº 01, 2023.

FIGUEIREDO, M. C. B.; GONDIM, R. S.; DE ARAGAO, F. A. S. (Org). Produção de melão e mudanças climáticas: sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica. **Embrapa Agroindústria Tropical-Livro técnico (INFOTECA-E)**, Brasília, DF: Embrapa, 2017. 302 p. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1074500> >. Acesso em 22 out. 2022.

FMI. Perspectivas da Economia Mundial. **IMF – International Monetary Fund**, 2022. Disponível em: < <https://www.google.com/search?q=international+monetary+fund&oq=international+mone&aqs=chrome..69l67j0l57j0i512l5j0i22i30l2.7089j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8> >. Acesso em: 8 abr. 2023.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **Value of Agricultural**, 2009. Disponível em:<<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QV>>. Acesso em 25 out. 2022

FREIRE, C. F.; TREVISAN, G. A.; PAMPLIN, P. A. Z. Impactos de desmatamento por instalação de usinas solares no bioma Caatinga. **19 Congresso meio ambiente**, 2022. Disponível em: < http://www.meioambientepocos.com.br/ANAIS2022/109%20-%20244339_impactos-de-desmatamento-por-instalao-de-usinas-solares-no-bioma-caatinga.pdf >. Acesso em: 10 abr. 2023.

GOETZBERGER A. & ZASTROW A. (1982) On the Coexistence of Solar-Energy Conversion and Plant Cultivation. **International Journal of Solar Energy**, v. 1, n. 1, p. 55-69, 1982, on-line 2007.

HUAWEI SOLAR. vermelho + azul = verde. **Huawei Solar**, 2020. Disponível em: <<https://solar.huawei.com/cn/news/cn/2020/9/Red-plus-Blue-equals-Green>>. Acesso em: 8 abr. 2023.

IBGE. **Site IBGE**, 2010. Disponível em: <<https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/irrigacao/livros/METODOS%20E%20MANEJO%20DA%20IRRIGACAO.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2023.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Produção de Melão. **Site IBGE**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/melao/br>>. Acesso em 22 out. 2022.

JAMIL, U.; PEARCE, J. M. Energy Policy for Agrivoltaics in Alberta Canada. **Energies**, v. 16, n. 1, p. 53, 2022.

LANGHANS, R. W. et al. Plant growth chamber handbook. **FAO**, 1997. Disponível em: < <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300029377> >. Acesso em: 8 abr. 2023.121/}

MANTOVANI, E. C. et al. Irrigação: princípios e métodos. 3 ed. Viçosa: **UFV**, 2009.

MOREDA, G. P. et al. Techno-economic viability of agro-photovoltaic irrigated arable lands in the eu-med region: A case-study in southwestern spain. **Agronomy**, v. 11, n. 3, p. 593, 2021. Disponível em: <>. Acesso em: 31 mar. 2023.

MOREDA, G. P. et al. Techno-economic viability of agro-photovoltaic irrigated arable lands in the eu-med region: A case-study in southwestern Spain. **Agronomy**, v. 11, n. 3, p. 593, 2021.

MOREIRA, S.R.; MELO, A.M.T. de; PURQUERIO, L.F.V.; TRANI, P.E.; NARITA, N. Melão (Cucumis melo L.). 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_3/melao/index.htm>. Acesso em: 10 abr. 2023

NAKANSAH, G.O.; MARUO, T.; SHINOHARA, Y.; ITO, T. Effects of light and temperature on photosynthetic parameters, yield and fruit quality of watermelon. **Japanese Journal of Tropical Agriculture**, v.40, n.3, p.118-122, 1996.

NATT, E. D. M.; PÁDUA, A. C. Energia hidrelétrica: a retórica da energia limpa. SARAIVA, Luiz Alex Silva; RAMPAZO, Adriana Vinholi (org.). Energia, organizações e sociedade. **Editora Massangana**, Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2017.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas de clima do Brasil. **Amazonaws**, 2020. Disponível em: < [HTTPS://SEEG-BR.S3.AMAZONAWS.COM/DOCUMENTOS%20ANALITICOS/SEEG_9/OC_03_RELATORIO_2021_FINAL.PDF](https://seeg-br.s3.amazonaws.com/documentos%20analiticos/seeg_9/OC_03_RELATORIO_2021_FINAL.PDF)> . Acesso em: 7 abr. 2023.

PEGORARO, R. A.; REBELO, J. A.; STUKER, H. Produtos alternativos para o controle de brocas-das-cucurbitáceas na produção de pepino para pickles. **Agropecuária Catarinense**, v. 23, n. 3, p. 37-39, 2010.

PORTAL SOLAR. Energia solar on-grid ou off-grid? Qual devo escolher? **Portal Solar**, 2014. Disponível em: < <https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-on-grid-ou-off-grid-qual-devo-escolher> >. Acesso em: 31 mar. 2023.

PRONASOLOS. Camadas: Solos Do Brasil. **Site Geoportal CPRM**. Disponível em:< <https://geoportal.cprm.gov.br/pronasolos/>> . Acesso em: 25 out. 2022.

SANTOS, Á. B. S. et al. Efeito fungitóxico do óleo de nim sobre *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* e *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae*. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 17-22, 2009.

SANTOS, D. F.; Grandes projetos de desenvolvimento na microrregião de Itaparica: o caso das comunidades quilombolas de Itacuruba-PE. Dissertação de Mestrado. **Universidade Federal de Pernambuco**. Recife, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/46142/1/DIS-SERTA%c3%87%c3%83O%20Diego%20Felipe%20do%20s%20Santos.pdf>>. Acesso em 25 out. 2022.

SERTA. Sertá aporta projeto de energia solar de referência na América Latina. **SERTA**, 2018. Disponível em: <<http://www.serta.org.br/serta-aporta-projeto-de-energia-solar-de-referencia-na-america-latina/>>. Acesso em: 10 abr. 2023.

ŞEVIK, S.; AKTAŞ, A. Estudos de aprimoramento e melhoria de desempenho em uma usina solar fotovoltaica (PV) de 600 kW; limpeza manual e natural, captação de água da chuva e remoção da carga de neve nos painéis fotovoltaicos. **Energia Renovável** , v. 181, p. 490-503, 2022.

SHAYANI, R. A.; OLIVEIRA, M.; CAMARGO, I. T. Comparação do custo entre energia solar fotovoltaica e fontes convencionais. In: **Congresso Brasileiro de Planejamento Energético (V CBPE)**. Brasília. 2006. p. 60. Disponível em: < https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3427159/mod_resource/content/1/solar.pdf >. Acesso em: 7 abr. 2023.

VALANTIN, M.; GRAY, C.; VAISSIÈRE, B.E.; TCHAMITCHIAN, M.; BRUNELO, B. Changing sink demand affects the area but not the specific activity of assimilate sources in cantaloupe (Cucumis melo L.). **Annals of Botany**, v.82, p.711-719, 1998.

VEJA. O que é goji berry e 5 benefícios da fruta, 2014. **Veja Saúde**. Disponível em: < [HTTPS://SAUDE.ABRIL.COM.BR/BEM-ESTAR/GOJI-BERRY-5-BENEFICIOS-DA-FRUTA/](https://saude.abril.com.br/bem-estar/goji-berry-5-beneficios-da-fruta/)>. Acesso em: 8 abr. 2023.

VENZON, Madelaine et al. Toxicidade letal e subletal do nim sobre o pulgão-verde e seu predador Eriopis connexa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 627-631, 2007.

VIEIRA, S. S. ET AL. Utilização de Nim Indiano em Associação com Silício e Potássio no Manejo da Mosca Branca na Cultura da Soja. **BioAssay**, v. 7, 2012.

WESELEK, A., EHMANN, A., ZIKELI, S. ET AL. Agrophotovoltaic systems: applications, challenges, and opportunities. **A review. Agron. Sustain. Dev.** **39**, 35 (2019).

YASIR, M.; SULTANA, B.; NIGAM, P. S.; OWUSU-APENTEN, R. Antioxidant and genoprotective activity of selected cucurbitaceae seed extracts and LC-ESIMS/MS identification of phenolic components. **Food Chemistry**, v.199, p.307-313, 2016.