

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA-UNESP  
CÂMPUS JABOTICABAL**

**EFEITO DA ÉPOCA DE TRANSPLANTE DO ALMEIRÃO NO  
CONSÓRCIO COM A COUVE**

**Tancredo José Carlos  
Engenheiro Agrônomo**

**JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA-UNESP  
CÂMPUS JABOTICABAL**

**EFEITO DA ÉPOCA DE TRANSPLANTE DO ALMEIRÃO NO  
CONSÓRCIO COM A COUVE**

**Tancredo José Carlos**

**Orientador: Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

**JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL**

C284e Carlos, Tancedo José  
Efeito da época de transplante do almeirão no consórcio com a couve / Tancedo José Carlos. -- Jaboticabal, 2019  
66 f. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal  
Orientador: Arthur Bernardes Cecílio Filho

1. Brassica oleracea var. acephala. 2. Cichorium intybus. 3. Eficiência de uso da área. 4. Competição. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EFEITO DA ÉPOCA DE TRANSPLANTE DO ALMEIRÃO NO CONSÓRCIO COM A COUVE

**AUTOR: TANCREDO JOSÉ CARLOS**

**ORIENTADOR: ARTHUR BERNARDES CECILIO FILHO**

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ARTHUR BERNARDES CECILIO FILHO  
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. DAVI RODRIGO ROSSATTO  
Departamento de Biologia Aplicada a Agropecuária / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. MATHEUS SARAIVA BIANCO  
UNIARA / Araraquara/SP

Jaboticabal, 31 de julho de 2019

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

Tancredo José Carlos, filho de José Carlos e Romessa Gama, nascido aos 10 de outubro de 1986, em Milange, Moçambique. Em 2008, ingressou no curso de habilitação de técnico profissional em Meteorologia, no Instituto Nacional de Meteorologia, concluindo em 2009, em março de 2010, iniciou o curso de Graduação em Agronomia, pela Universidade Zambeze na Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, em Mocuba, sendo bolsista do Instituto Nacional de Bolsas de Estudo (IBE), graduando-se em Engenharia Agrônômica em Novembro de 2014. Em Agosto de 2017, ingressou no programa de pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal), em nível de Mestrado, na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Câmpus de Jaboticabal, SP, conclui em julho de 2019, sendo bolsista do Instituto Nacional de Bolsas de Estudo (IBE) e do Banco Mundial. Durante esse período foi pesquisador na área de cultivo consorciado de hortaliças e participou em pesquisas relacionadas com nutrição e adubação de hortaliças e melhoramento genético de hortaliças.

“Nenhum homem realmente produtivo pensa como se estivesse escrevendo uma dissertação.”

(Albert Einstein)

Ofereço

Aos meus pais, José Carlos e Romessa Gama (*in memoriam*),

Ao meu irmão, Merino José Carlos e minha irmã Ivren José Carlos

E a todos meus familiares.

## **AGRADECIMENTO**

Ao Deus todo poderoso, pela vida e sabedoria;

Aos meus pais José Carlos e Romessa Gama (*in memoriam*), meu irmão Merino José Carlos e minha irmã Ivren José Carlos;

Ao meu orientador Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho pela oportunidade, paciência, ensinamento e aprendizado, amizade e apoio do início ao final da minha jornada;

Ao Instituto Nacional de Bolsas de Estudo (IBE) de Moçambique em parceria com o Banco Mundial pela concessão de bolsa para realização do mestrado;

Ao Funcionário da FCAV/UNESP, Inauro Santana de Lima, pelo auxílio no decorrer do experimento;

Aos meus amigos Danilo dos Reis Cardoso Passos, Isaias dos Santos Reis, Inácio Mateus, José Chamissanga Álvaro e todas as pessoas que, em algum momento, me ajudaram nesta realização;

Minhas desculpas a todos que colaboraram nesta jornada da minha vida que não mencionei e que de alguma forma fazem parte da história da minha vida.

**A todos, muito obrigado!**

## SUMÁRIO

	página
RESUMO .....	ix
ABSTRACT .....	x
LISTA DE TABELAS .....	xi
LISTA DE FIGURAS .....	xii
CAPÍTULO 1 - Considerações Gerais.....	1
1 - INTRODUÇÃO .....	1
2 - REVISÃO DE LITERATURA .....	2
2.1 - Cultivo consorciado: época de estabelecimento .....	2
2.2 - Culturas da couve e do almeirão .....	4
2.3 - Índices ecológicos e agronômicos .....	7
2.3.1 - Índices agronômicos.....	7
2.3.2 - Índices ecológicos .....	8
3 - REFERÊNCIAS .....	10
CAPÍTULO 2 – EFICIÊNCIA DO CONSÓRCIO DE COUVE E ALMEIRÃO EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE TRANSPLANTE DE ALMEIRÃO .....	13
RESUMO .....	13
ABSTRACT .....	14
1 - INTRODUÇÃO .....	15
2 - MATERIAL E MÉTODOS.....	17
2.1 - Localização e caracterização da área experimental .....	17
2.2 - Delineamento experimental e descrição dos tratamentos .....	18
2.3 - Instalação e condução do experimento .....	20
2.4 - Características avaliadas .....	22
2.4.1 - Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) .....	22
2.4.2 - Produtividade relativa (PR %).....	22
2.4.3 - Eficiência do uso de área (EUA).....	23
2.5 - Análises estatísticas .....	24
3 - RESULTADOS.....	25
3.1 - Couve .....	25
3.2 - Almeirão.....	27

3.4 - Produtividade relativa e eficiência de uso da área .....	28
4 - DISCUSSÃO .....	30
5 - CONCLUSÕES .....	32
6 - REFERÊNCIAS .....	33
CAPÍTULO 3 – ÍNDICES ECOLÓGICOS E AGRONÔMICOS DA INTERAÇÃO DE COUVE E ALMERIÃO EM CONSÓRCIO EM DIFERENTES ÉPOCAS DE TRANSPLANTE DO ALMEIRÃO .....	36
RESUMO .....	36
ABSTRACT .....	37
1 - INTRODUÇÃO .....	38
2 - MATERIAL E MÉTODOS .....	39
2.1 - Localização e caracterização da área experimental .....	39
2.2 - Delineamento experimental e tratamentos .....	39
2.3 - Instalação e condução do experimento .....	39
2.4 - Características avaliadas .....	39
2.4.1 - Coeficiente relativo de Populacional (K) .....	40
2.4.2 - Índice de Competividade Relativa (CR) .....	40
2.4.3 - Agressividade (A) .....	40
2.4.4 - Coeficiente relativo de aglomeração (CRA) .....	41
2.4.5 - Índice Absoluto de Competição (IAC) .....	41
2.4.6 - Intensidade Relativa de Competição (IRC) .....	41
2.4.7 - Perda da Produtividade Real (PPR) .....	42
2.4.8 - Índice de Produtividade do Sistema (IPS) .....	42
2.5 - Análises estatísticas .....	42
3 - RESULTADOS .....	43
4 - DISCUSSÃO .....	48
5 - CONCLUSÕES .....	50
6 - REFERÊNCIAS .....	50

## EFEITO DA ÉPOCA DE TRANSPLANTE DO ALMEIRÃO NO CONSÓRCIO COM A COUVE

**RESUMO** – O sistema de consorciação é uma tecnologia muito utilizada na produção de hortaliças, e que influencia profundamente a produtividade das culturas, além de gerar inúmeras vantagens fitotécnicas quando manejado adequadamente; tornando-se necessários maiores estudos sobre época de estabelecimento dos consórcios, uma vez que esta afeta o período de convivência entre as espécies com reflexo nas produtividades. O objetivo foi avaliar e quantificar, por meio de índices agronômicos e ecológicos, a interação entre couve e almeirão em cultivos consorciados, distintos quanto à época de transplante do almeirão em relação à couve. Foi realizado um experimento em campo, em Jaboticabal, SP, Brasil, no período de maio a novembro de 2018. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com 9 tratamentos, em esquema fatorial  $2 \times 4 + 1$ , com quatro repetições. Os fatores avaliados foram sistema de cultivo (consórcio e monocultura) e épocas de transplante do almeirão (0, 14, 28 e 42 dias após o transplante (DAT) em relação à couve, e a monocultura da couve. A produtividade da couve 'HS-20' em consórcio com almeirão 'Folha Larga' aumentou com o atraso de transplante do almeirão. A produtividade total e por colheita do almeirão não foi influenciada pela época de transplante. Consórcio de couve e almeirão proporciona maior eficiência no uso da área que suas monoculturas, e atingiu o valor máximo quando o transplante ocorreu aos 42 dias após o transplante da couve. Os índices ecológicos atestam que a couve é a espécie dominadora e o almeirão a dominada, exceto quando transplantados no mesmo dia. Os índices agronômicos mostraram vantagens do sistema de cultivo consorciado em relação às monoculturas. De acordo com resultados conclui-se que a couve e almeirão podem ser utilizados em sistemas de cultivo consorciado e proporcionam maior produtividade por unidade da área quando o almeirão é transplantado aos 42 dias após a couve.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Brassica oleracea* L. var. *acephala*, *Cichorium intybus*, eficiência de uso da área, competição

## EFFECT OF CHICORY TRANSPLANT TIME IN INTRECRIPPING WITH COLLARD GREEN

**ABSTRACT** – The intercropping system is a technology very used in the production of vegetable, which deeply influences crop productivity, besides generating numerous phytotechnical advantages when properly managed; further studies of the intercropping establishment times are needs, since it affects the coexistence period among the species, with a reflection on the productivities .The experiment were carried out under field condition in Jaboticabal, SP, Brazil in the period of May to November of 2018. in order to evaluating and quantifying by means of agronomic and ecological indices, the interaction of the species of collard green and chicory in intercropping, different regarding the time of transplanting of chicory relative to collard green. The experimental design was a randomized complete block with 9 treatments, in a 2 x 4 + 1 factorial scheme, with four replications. The factors evaluated were the cultivation system (intercropping and monoculture) and chicory transplant times (0, 14, 28 and 42 days after transplanting (DAT) relative to collard green and one monoculture of collard green. The yield of collard green 'HS-20' in intercropping with chicory 'Folha Larga' increased with the delayed transplantation time of the chicory. The total yield and yield per harvest of the chicory was not influenced by the time of transplantation. The collard green and chicory in intercropping provides greater efficiency in the use of the area than their monocultures, and reached the maximum value when the transplant occurred at 42 days after the collard green transplant. Ecological indices show that the collard green is the dominant species and the chicory is the dominated species, except when transplanted on the same day. The agronomic indices showed advantages of the intercropping system in relation to monocultures. According to the results, it is concluded that the collard green and chicory can be used in intercropping systems and provide higher productivity per unit area when the chicory is transplanted at 42 days after collard green.

**KEYWORDS:** *Brassica oleracea* L. var. *acephala*, *Cichorium intybus*, Use area efficiency, Competition

## LISTA DE TABELAS

página

CAPÍTULO 2 – Eficiência do consórcio de couve e almeirão em função da época de transplante de almeirão.....	13
<b>Tabela 1.</b> Caracterização dos tratamentos do experimento dos consórcios de couve e almeirão 'Pão de açúcar'. UNESP-FCAV, Jaboticabal-SP, 2018.....	19
<b>Tabela 2.</b> Resultados da análise química do solo da área experimental, realizada previamente à instalação do experimento. UNESP, FCAV, Jaboticabal, 2018....	21
<b>Tabela 3.</b> Datas de transplante e colheita do almeirão (A) e da couve (C) e duração dos ciclos de cultivo. UNESP, FCAV, Jaboticabal, 2018.....	22
<b>Tabela 4.</b> Resumo de análise de variância para a produtividade total (PT, kg ha <sup>-1</sup> ) e produtividade por colheita (PC, kg ha <sup>-1</sup> ) da couve em função do sistema de cultivo.....	25
<b>Tabela 5.</b> Equações ajustadas, significância (valores de F) e coeficientes de determinação (R <sup>2</sup> ) para produtividades por colheita (PC kg ha <sup>-1</sup> ) e total (PT kg ha <sup>-1</sup> ) de couve em função da época de transplante do almeirão em relação à couve.....	26
<b>Tabela 6.</b> Resumo da análise de variância para produtividade total (PT, kg ha <sup>-1</sup> ) e por colheita (PC, kg ha <sup>-1</sup> ) de almeirão, em função do sistema de cultivo (SC) e época de transplante (ET) de almeirão em relação à couve.....	28
<b>Tabela 7.</b> Resumo da análise de variância para produtividade relativa da couve (PRc), produtividade relativa do almeirão (PRa) e eficiência de uso da área (EUA) em função da época de transplante (ET) do almeirão no consórcio com a couve.....	29

## LISTA DE FIGURAS

	página
CAPÍTULO 2 – Eficiência do consórcio de couve e almeirão em função da época de transplante de almeirão.....	13
<b>Figura 1.</b> Médias mensais de temperatura máxima ( $T_{max}^{\circ C}$ ), temperatura mínima ( $T_{min}^{\circ C}$ ), temperatura média ( $T_{med}^{\circ C}$ ), e isolamento (horas). UNESP, Jaboticabal, 2018. ....	17
<b>Figura 2.</b> Umidade relativa média do ar (UR %) e precipitação pluvial (PP mm). UNESP, Jaboticabal, 2018.....	18
<b>Figura 3.</b> Representação gráfica de uma unidade experimental e disposição das culturas em consórcio; com duas linhas da couve no centro do canteiro (0,75 m x 0,40 m) e cinco linhas do almeirão entre as linhas de couve (0,25 m x 0,20 m). UNESP, Jaboticabal, 2018.....	20
<b>Figura 4.</b> Produtividade total da couve no cultivo consorciado com almeirão em função da época de transplante do almeirão. ....	27
<b>Figura 5.</b> Produtividade relativa da couve (PRc) e do almeirão (PRa) e eficiência do uso da área (EUA) no cultivo consorciado em função da época de transplante do almeirão.....	29
CAPÍTULO 3 – Índices ecológicos e agronômicos da interação de couve e almeirão em consórcio em diferentes épocas de transplante do almeirão .....	36
<b>Figura 1.</b> Coeficiente relativo de população de couve ( $K_c$ ), do almeirão ( $K_a$ ) e do consórcio ( $K$ ) em função da época de transplante do almeirão no consórcio com a couve. ....	43
<b>Figura 2.</b> Índice de competitividade relativa de couve ( $CR_c$ ), do almeirão ( $CR_a$ ) e do consórcio ( $CR$ ) em função da época de transplante do almeirão no consórcio com a couve. ....	44
<b>Figura 3.</b> Índice de agressividade de couve ( $A_c$ ) e do almeirão ( $A_a$ ) em função da época de transplante do almeirão no consórcio com a couve. ....	45
<b>Figura 4.</b> Coeficiente relativo de aglomeração de couve ( $CRAc$ ) e do almeirão ( $CRAa$ ) em função da época de transplante do almeirão no consórcio com a couve. ....	45
<b>Figura 5.</b> Intensidade absoluta de couve ( $IAC_c$ ) e do almeirão ( $IAC_a$ ) em função da época de transplante do almeirão no consórcio com a couve. ....	46
<b>Figura 6.</b> Intensidade relativa de competição da couve ( $IRC_c$ ) do almeirão ( $IRC_a$ ) em função da época de transplante do almeirão no consórcio com a couve. ....	46
<b>Figura 7.</b> Perda de produtividade real da couve ( $PPR_c$ ), do almeirão ( $PPR_a$ ) e do consórcio ( $PPR$ ) em função da época de transplante do almeirão no consórcio com a couve. ....	47
<b>Figura 8.</b> Índice de produtividade de sistema (IPS) em função da época de transplante do almeirão no consórcio com a couve.....	47

## **CAPÍTULO 1 - Considerações Gerais**

### **1 - INTRODUÇÃO**

A olericultura é uma atividade que se caracteriza por intenso manejo e exposição do solo, irrigação, uso intensivo de defensivos agrícolas e de fertilizantes, que proporcionam considerável impacto ambiental (REZENDE et al., 2010).

Em busca de uma agricultura menos impactante ao ambiente, é incontestável a necessidade de haver transformações no sistema de produção. Estas não ocorrerão de forma espontânea, mas dependerão da adoção de práticas agrícolas menos agressivas aos recursos naturais (OLIVEIRA et al., 2010).

O cultivo consorciado é uma técnica que pode contribuir para se alcançar tal objetivo na produção de hortaliças (REZENDE et al., 2005). Muito frequentemente, neste sistema de cultivo, obtêm-se maior produtividade do que em áreas equivalentes no sistema de monocultura. Outras vantagens são: maior diversificação biológica, maior cobertura e proteção do solo, uso racional da água e de insumos (fertilizantes, defensivos, combustíveis) menor problemas fitossanitários, utilização eficiente da mão-de-obra e maior retorno econômico (CARDOSO et al., 2017).

Entretanto, essas vantagens e, conseqüentemente, a maior eficiência do consórcio depende diretamente das espécies envolvidas e do manejo do sistema de cultivo, de modo que se explorar a complementação entre elas (BEZERRA NETO et al., 2003; GLIESSMAN, 2005). A época de estabelecimento da segunda espécie em relação à primeira é um dos principais fatores de manejo e determinante da eficiência do cultivo consorciado, pois afeta não somente o período de convivência das espécies, mas também a parte dos ciclos em que convivem (REZENDE et al., 2010; CECÍLIO FILHO et al., 2011).

A importância de estudar a época de estabelecimento das culturas em um sistema de cultivo consorciado visa reduzir a interferência de uma cultura sobre a outra, a competição interespecífica por fatores de produção disponíveis no meio, e, conforme relatam Cecílio Filho et al. (2015), maximizar a complementaridade temporal e espacial das culturas no sistema de produção. Vários autores (REZENDE et al., 2002, 2010; CECÍLIO FILHO et al., 2002, 2008, 2017; ALVES, 2011; OHSE et

al., 2012) verificaram que as produtividades das culturas em sistema de cultivo consorciado foram significativamente influenciadas pela época de estabelecimento do consórcio.

Não foram encontrados estudos sobre o cultivo consorciado de almeirão (*Cichorium intybus*) e couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephal*) duas importantes hortaliças folhosas. Dada às diferenças em características agronômicas (espaçamento, morfologia, porte e ciclo) das duas espécies, acredita-se em sucesso deste consórcio. Entretanto, o estudo da época de início do consórcio, ou seja, do transplante da segunda cultura na mesma área, certamente influenciará a complementaridade das espécies e, conseqüentemente, a eficiência produtiva do consórcio.

O trabalho teve como objetivo avaliar e quantificar, por meio de índices agronômicos e ecológicos e, as interações das espécies de couve e almeirão em cultivos consorciados, distintos quanto à época de transplante do almeirão em relação à couve.

## **2 - REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 - Cultivo consorciado: época de estabelecimento**

Consortiação de culturas é um sistema de produção em que duas ou mais espécies são cultivadas concomitantemente na mesma área, coexistindo por pelo menos uma parte de seus ciclos de produção (CECÍLIO FILHO et al., 2010). As culturas não são necessariamente plantadas ao mesmo tempo, mas durante apreciável parte de seus ciclos há convivência e, portanto, interação entre elas (OLIVEIRA et al., 2004; TEIXEIRA et al., 2005; MOUSAVI e ESKANDARI, 2011).

O cultivo consorciado vem despertando o interesse dos olericultores, principalmente por pesquisas comprovarem maior produção de alimento por unidade de área (COSTA et al., 2008). Também possibilita maior diversificação biológica, maior cobertura e proteção do solo, uso racional da água e de insumos (fertilizantes, defensivos, combustível), menores problemas fitossanitários e na utilização eficiente da mão-de-obra (CARDOSO et al., 2017). Entretanto, para que essas vantagens

sejam evidenciadas, as culturas envolvidas no consórcio devem ter demandas diferentes no tempo ou no espaço, por recursos do meio, em qualidade e/ou quantidade, de modo que haja maximização da complementaridade temporal e espacial das culturas dentro do sistema (CECÍLIO FILHO et al., 2015),

Entende-se como maximização da complementaridade temporal, quando o período de maior demanda pelos recursos ambientais das culturas consorciadas não é coincidente, então, a competição entre as mesmas é minimizada. Portanto, é de grande importância que as espécies escolhidas sejam divergentes quanto ao porte, arquitetura, exigência em nutrientes, luz, ciclo, entre outras características importantes no consórcio, a fim de diminuir a competição interespecífica (REZENDE et al., 2010).

A época de estabelecimento de segunda espécie em relação à outra é um dos principais fatores de manejo e determinante da eficiência do cultivo consorciado, pois afeta não somente o período de convivência das espécies, mas também a parte do ciclo em que ocorre (CECÍLIO FILHO et al., 2008; 2011).

No Brasil, a consorciação de culturas tem sido estendida ao cultivo com hortaliças, área agrícola caracterizada por intenso manejo e exposição do solo, uso intensivo de defensivos agrícolas, fertilizantes e irrigação, dificuldade no controle de plantas invasoras, entre outras práticas culturais que proporcionam considerável impacto ambiental. As combinações entre hortaliças podem ser bem-sucedidas por apresentarem crescimento e maturação rápidos além da alta produtividade de biomassa (OLIVEIRA et al., 2010). Várias pesquisas comprovaram viabilidade advinda de sistemas de cultivos consorciados entre as hortaliças em diferentes épocas de estabelecimento.

Cecílio Filho et al. (2008), estudando a interação entre alface e tomateiro consorciado em ambiente protegido, em quatro épocas de estabelecimento com o transplante da alface aos 0, 10, 20 e 30 dias após o transplante (DAT) do tomateiro, constataram que a produtividade de tomate não foi influenciada pela presença de alface, independentemente da época de transplante da alface. Por outro lado, a produtividade de alface foi menor em consórcio que em monocultura e em intensidade maior à medida que mais tardio foi o seu transplante em relação ao tomateiro.

Ao estudar a viabilidade agrônômica do consórcio de brócolis e alface Ohse et al. (2012), verificaram que a produtividade da alface foi influenciada pela sua época de transplante, sendo o melhor resultado obtido quando transplantada no mesmo dia que o brócolis. Conseqüentemente, o efeito da época de transplante da alface percebido nas produtividades das culturas impactou da mesma forma na eficiência de uso de área. Os resultados relatados confirmam que as produtividades das culturas em consórcio são afetadas pelo período em que as espécies convivem, sendo essa situação determinante sobre a viabilidade dos consórcios.

## **2.2 - Culturas da couve e do almeirão**

Dentre as espécies das hortaliças folhosas que podem oferecer possibilidades para um sistema de cultivo consorciado eficiente, de fácil cultivo pelos agricultores familiares e de ótima aceitação pelos consumidores, destacam-se a couve-folha e o almeirão. A possibilidade é vislumbrada uma vez que as duas espécies possuem características agrônômicas distintas, como ciclo, porte, arquitetura e demanda pelos recursos do meio.

De acordo com Cecílio Filho et al. (2015), esta condição é muito importante para aumentar a complementaridade entre as espécies e, assim, explorarem nichos distintos, resultando em aumento da produtividade das culturas em sistemas consorciados. Em pesquisa conduzida por Cecílio Filho et al. (2017), foi avaliada a viabilidade agro econômica do consórcio de couve e espinafre da 'Nova Zelândia', os autores observaram aumento da produtividade e da eficiência no uso da área, sendo vantajoso o consórcio em relação à monocultura.

### **2.2.1 - Couve**

A couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*), que pertence à família Brassicaceae, é a variedade botânica que mais se assemelha à sua ancestral, a couve silvestre. A apresenta caule ereto, que suporta bem a planta e emite novas folhas continuamente. Como indicado em seu nome científico, não forma cabeça, distribuindo as folhas em forma de roseta ao redor do caule. Há também emissão de

numerosos brotos laterais utilizado na propagação. As folhas apresentam limbo bem desenvolvido arredondando com pecíolo longo e nervuras bem destacada (FILGUEIRA, 2012).

A couve tem expressivo valor econômico no Estado de São Paulo, sendo este o principal Estado produtor de couve do país. O seu consumo vem aumentando de maneira gradativo devido, provavelmente, às novas maneiras de utilização na culinária e às recentes descobertas da ciência quanto às suas propriedades nutricionais e medicinais (NOVO et al., 2010). O consumo se dá em saladas (*in natura*), refogado e ainda em pratos mais requintados, como farofa, e em charutos, em que as folhas de couve substituem as folhas de videira (TRANI et al., 2015).

Comparativamente às outras hortaliças folhosas, a couve destaca-se por seu conteúdo de proteínas, fibras, cálcio, ferro, iodo, vitamina A, niacina e vitamina C, além de ser uma excelente fonte de carotenoides (LEFSRUD et al., 2007). Com relação às propriedades medicinais, a couve pode ser utilizada em tratamentos contra a anemia e o bócio. Seu suco é cicatrizante e bom para a vesícula biliar, também auxilia no combate à constipação intestinal (TRANI et al., 2015).

A couve é uma hortaliça típica de outono-inverno, bem adaptada ao frio intenso e resistente à geada. No verão, se desenvolve bem em áreas serranas, com altitude acima de 800 m. A produção é melhor quando as temperaturas médias mensais se situam entre 16 a 22 °C, com temperaturas mínimas de 5 a 10 °C e temperatura máxima de 28 °C. Na ocorrência de temperaturas acima desse valor poderá haver danos no desenvolvimento da planta, acarretando prejuízos com relação a produção comercial (TRANI et al., 2015). A colheita das plantas inicia-se de dois a três meses após o transplante das mudas. Com o maior desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular, é possível aumentar o ciclo da cultura, possibilitando escalonar as colheitas por períodos mais longos.

A colheita é realizada a cada 7-10 dias na mesma planta, sendo retiradas as folhas bem desenvolvidas e que estejam no tamanho exigido pelo mercado (20-30 cm de comprimento). Estas devem ser colhidas puxando seus pecíolos para baixo, com objetivo de destacá-las junto ao ponto de inserção com o caule. A produtividade média é de 3 a 5 kg de folhas por planta, durante o ciclo de 6 a 8 meses (TRANI et al., 2015).

### 2.2.2 - Almeirão

O almeirão (*Cichorium intybus*) é uma hortaliça folhosa, pertencente à família Asteraceae, com sabor pronunciado, que apresenta propriedades nutricionais e farmacológicas (FRANCO, 1987). Já era cultivada pelos egípcios há, aproximadamente, 5.000 anos sendo utilizada principalmente na medicina. A partir do século XVII, passou a ser cultivada na Europa e, atualmente, é encontrada por toda parte do mundo, sobretudo nas regiões com climas temperados. Suas folhas são consumidas principalmente *in natura* em saladas, destacando-se juntamente com alface e chicória, como hortaliças folhas mais utilizadas em saladas (Filgueira, 2012).

Atualmente, o almeirão vem ganhando destaque devido as suas propriedades nutricionais sendo, ricas em sais de cálcio, fósforo e ferro, vitamina A, B1, B2, B6 e C, aminoácidos e possuem baixo valor calórico (LUENGO et al., 2000). Na medicina, a sua utilização é recomendada para problemas renais, hepáticos, infecções urinárias, faringite, vômito, cólica, anti-inflamatório, doenças da pele e lepra. Os seus princípios ativos aumentam a secreção biliar, estimulam a secreção dos sucos gástricos e aumentam o apetite (NAMDAGOPAL; RANJITHA KUMARI, 2007).

As cultivares do almeirão são poucas numerosas e tradicionais: a 'Folha Larga', com folhas de coloração verde intensa, não forma cabeça. Já a 'Pão de Açúcar' forma uma cabeça alongada, meio compacta e volumosa, com folhas verde-claras (FILGUEIRA, 2012). Há ainda outras cultivares de características morfológicas peculiares.

O almeirão é uma espécie importante sob o ponto de vista econômico, uma vez que apresenta menor redução em seu valor comercial, dificilmente apresentando no período de inverno, redução maior de 50% em seu valor em relação ao verão (COELHO; CECÍLIO FILHO, 2002). No Estado de São Paulo, a maior área cultivada corresponde ao cinturão verde da capital paulista, ocorrendo grande aumento no interior do Estado, destacando-se regiões de Bauru e Ribeirão Preto (CATI, 2007/2008). Em 2017, foram comercializadas 1.337,98 toneladas de almeirão, com participações de 46,4 e 53,6% de 'Pão de Açúcar' e 'Folha Larga', (CEAGESP, 2018).

O almeirão é uma planta resistente e pode tolerar temperaturas extremas durante o período vegetativo e reprodutivo. Entretanto, para um bom crescimento das plantas, é necessário temperaturas entre 18 a 24 °C (NAMDAGOPAL; RANJITHA KUMARI, 2007). A colheita se inicia aos 60-80 dias após a semeadura (FILGUEIRA, 2012).

### **2.3 - Índices ecológicos e agronômicos**

Em um sistema de cultivo consorciado, as plantas estão sujeitas a diversos tipos de interações ecológicas e agronômicas que podem ter impacto significativo no rendimento e na taxa de crescimento das culturas componentes.

Vários métodos matemáticos (índices) foram desenvolvidos para compreender as interações e a dinâmica das espécies em sistemas de cultivos consórcios (DE WIT, 1960; MCGILCHRIST; TRENBATH, 1971; WILLEY, 1979; WILLEY e RAO, 1980; CAMPBELL; GRIME, 1992; GRECE, 1995). A competição das espécies é um dos muitos processos ecológicos que moldam a produtividade das culturas em sistema de cultivo consorciado (WEIGEL; JOLLIFFE, 2003).

De acordo com Bedoussac e Juste (2012) a escolha cuidadosa dos índices e a interpretação dos resultados são essências para entender corretamente a interação entre as culturas compenetradas, a sua dinâmica e eficiência dos consórcios em comparação com as monoculturas. A seguir são apresentados os índices ecológicos e agronômicos.

#### **2.3.1 - Índices agronômicos**

O índice de produtividade relativa (PR) foi proposto por De Wit e Van Den Bergh (1965). De acordo com a definição, mede a produtividade da cultura consorciada dividindo pela produtividade da sua monocultura, sendo:  $PR = P_{12} / P_{11}$ . Se as plantas em consórcio crescerem iguais às em monocultura, o valor da produtividade relativa passa a ser 1,0. Quando a  $PR > 1$  significa que a espécie principal no cultivo consorciado compete melhor com as outras espécies do que com as próprias espécies.

A eficiência de uso da área (EUA) foi proposta por Willey (1979), é obtida pela soma de PR das culturas componentes, sendo:  $EUA = P_{12} / P_{11} + P_{21} / P_{22}$  é definido como sendo a área de terra requerida em monocultura para se obter a produção similar à do sistema consorciado. Valores de  $EUA = 1$  indicam que a produtividade na área de cultivo consorciado foi similar à produtividade na área de monocultura; quando  $EUA > 1$  indica ganho de produtividade do consórcio por unidade de área em relação à monocultura. Um  $EUA < 1$  indica que não há viabilidade de consórcio das culturas em relação à monocultura.

A Perda da Produtividade Real (PPR) é a perda da produtividade em cultivo consorciado em relação à monocultura (BANIK et al., 2000). Valor positivo ou negativo de PPR indica que há vantagem ou desvantagem do consórcio, respectivamente. É calculado por seguinte equação:  $PPR = PPR_1 + PPR_2$ , sendo:  $PPR_1 = \{[(P_{12} / P_{11}) \times (100 / Z_{12})] - 1\}$  e  $PPR_2 = \{[(P_{21} / P_{22}) \times (100 / Z_{21})] - 1\}$ . A PPR e EUA são calculados com base na produtividade de culturas em consórcio em relação às suas monoculturas.

O índice de produtividade do sistema (ISP) foi proposto por Odo (1991), sendo:  $IPS = [(P_{11} / P_{22}) \times P_{21}] + P_{12}$ . Tem a vantagem de uniformizar a produtividade da cultura secundária com a cultura principal. O valor maior de IPS do consórcio é considerado vantajoso.

### 2.3.2 - Índices ecológicos

Coeficiente Relativo da População (K) foi proposta por De Wit (1960) para avaliar a habilidade competitiva relativa entre as espécies no sistema consorciado. Sendo:  $K = K_1 \times K_2$ , onde:  $K_1 = P_{12} Z_{21} / (P_{12} - P_{21}) \times Z_{12}$  e  $K_2 = P_{21} Z_{12} / (P_{22} - P_{21}) \times Z_{21}$ , sendo  $Z_{12}$  e  $Z_{21}$  é a ocupação proporcional da terra de cada cultura. Cada cultura componente tem o seu valor de K em sistema consorciado (BHATTI et al., 2006). Quando maior o valor de K de uma espécie, mais competitiva e dominante é em relação à espécie companheira (WAHLA et al., 2009).

O Índice de Competividade Relativa (CR) é utilizado como indicador para avaliar a habilidade competitiva de diferentes espécies em sistema consorciado (WILLEY; RAO, 1980; WAHLA et al., 2009). Mede o grau com o qual uma cultura

competem com a outra em sistema consorciado (WEIGELT; JOLLIFFE, 2003). Pode ser calculado pela seguinte fórmula:  $CR = CR_1 + CR_2$ , onde:  $CR_1 = (P_{12} / P_{11}) / (P_{21} / P_{22}) \times Z_{21} / Z_{12}$  e  $CR_2 = [(P_{21} / P_{22}) / (P_{12} / P_{11}) \times Z_{12} / Z_{21}]$ ,  $CR_1$  e  $CR_2$  são os índices da cultura principal e secundária no sistema de cultivo consorciado. No consórcio, a cultura com  $CR > 1$  caracteriza-se com maior capacidade de utilização de recursos do meio em relação à outra espécie componente.

O Índice de Agressividade (A) mede o grau de competitividade interespecífica em consórcio relacionado com as mudanças das produtividades das culturas componente. Foi proposta por McGilchrist e Trenbath (1979), sendo:  $A_1 = (P_{12} / P_{11}) - (P_{21} / P_{22})$  e  $A_2 = (P_{21} / P_{22}) - (P_{12} / P_{11})$ , quando o valor de "A" for igual à zero, ambas as culturas competem igualmente; quando for diferente de zero, a espécie com sinal positivo é dominante e com o sinal negativo é dominada.

O Índice de Coeficiente Relativo de Aglomeração (CRA) é utilizado para comparar a agressividade relativa de uma cultura em relação à outra. Foi proposto por Harper (1977), sendo calculado para cada cultura em consórcio:  $CRA_1 = (P_{12} / P_{11}) / (P_{21} / P_{22})$  e  $CRA_2 = (P_{21} / P_{22}) - (P_{12} / P_{11})$ .  $CRA = 1$  indica habilidade competitiva mútua das espécies consorciadas,  $CRA > 1$  indica que a espécie é mais competitiva em relação à outra e quando  $CR_1 < 1$  indica que a espécie tem menos habilidade de competir com a outra em sistemas consorciados. Além disso, pode ser utilizada como uma medida para os consórcios substitutivos e aditivos (HOLT; YOUNG, 2014).

A Intensidade Absoluta Competição (IAC) calcula a diferença entre as produtividades em monocultura em relação às de consórcio, conforme proposto por Campbell e Grime (1992), sendo:  $IAC_1 = P_{11} - P_{12}$  e  $IAC_2 = P_{22} - P_{21}$ , respectivamente. Valor positivo, nulo ou negativo do IAC indica que há vantagem, indiferença e/ou desvantagem competitiva entre as espécies componentes no sistema de consórcio.

Intensidade Relativa de Competição (IRC) foi proposta por Grece (1995). Calcula a proporção da diferença entre as produtividades em monocultura e em consórcio. Sendo:  $(P_{11} - P_{12}) / P_{11}$  e  $(P_{22} - P_{21}) / P_{22}$ , sendo o valor positivo, nulo ou negativo do IRC indica que há vantagem, indiferença e/ou desvantagem competitiva entre as espécies componentes no sistema de consórcio.

### 3 - REFERÊNCIAS

AASIM, M.; UMER, E. M.; KARIM, A. Yield and Competition Indices of Intercropping Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Using Different Planting Patterns. **Tarim Bilimleri Dergisi**, Kabul Tarihi, v.14, n.4, p.326-333, 2008.

ALVES, A. U. **Desempenho do consórcio de tomateiro e berinjela em função das épocas de transplante e de cultivo**. 2011. 105 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2011.

BANIK, P.; SASMAL, T.; GHOSAL, P. K.; BAGCHI, D. K. Evaluation of mustard (*Brassica campestris* var. Toria) and legume intercropping under 1:1 and 2:1 row-replacement series systems. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Berlin, v. 185, n. 1, p. 9-14, 2000.

BEDOUSSAC, L.; JUSTES, E. A comparison of commonly used indices for evaluating species interactions and intercrop efficiency: Application to durum wheat–winter pea intercrops. **Field Crops Research**, Haia v. 124, n. 1, p. 25-36, 2011.

BEZERRA NETO, F.; ANDRADE, F. V.; NEGREIROS, M. Z.; SANTOS JÚNIOR, J. J. Desempenho agroecônômico do consórcio cenoura x alface lisa em dois sistemas de cultivo em faixa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 635-641, 2003.

BHATTI, I. F.; AHMAD, R.; JABBAR, A.; NAZIR, M. S. Competitive behavior of component crops in different sesame-legume intercropping systems. **International Journal of Agriculture and Biology**, Pakistan, 8, 165–167. 2006.

CARDOSO, M. O; ANTÔNIO, I. C.; BERNI, R. F.; KANO, C. Consórcio couve-de-folha (*Brassica oleracea* var. *acephala*) e cariru (*Talinum triangulare*) sob duas alternativas de fertilização em cultivo protegido. **Horticultura Argentina**, v.36, n.91,p.1851-9342,Bueno Aires 2017.

CAMPBELL, B. D.; GRIME, J. P. An experimental test of plant strategy theory. **Ecology**, Washington, v. 73, n. 1, p. 15–29, 1992.

CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica do Estado de São Paulo. Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Distribuição da cultura do almeirão no estado de são paulo,2007/2008.Disponível em:<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa/mapaculturas/pdf/Almeirão> >. Acesso em: 17 dez 2018.

CEAGESP. Almeirão comum. Disponível em: < <http://www.hortiescolha.com.br/hortpedia/produto/almeirão> >. Acesso em: 17 Dez. 2018.

CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; BARBOSA, J. C.; FELTRIM, A. L.; SILVA, G. S.; GRANGEIRO, L. C.. Interação entre alface e tomateiro consorciados em ambiente protegido, em diferentes épocas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, n.2, p 158-164, 2008.

CECILIO FILHO, A. B.; REZENDE, A. L. B.; COSTA, C. C. Economic analysis of the intercropping of lettuce and tomato in different seasons under protected cultivation. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 326-336, 2010.

CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE B. L. A.; BARBOSA, J. C GRANGEIRO, L. C. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro v. 83, n. 3, p. 1109-1119, 2011.

CECILIO FILHO, A. B.; BAZERRA NETO, F.; REZEND, B. L. A.; JUNIOR, A. B. P.; LIMA J. S. S. Indices of bio-agro economic efficiency in intercropping systems of cucumber and lettuce in greenhouse. **Australian Journal of Crop Science**, lismore v. 9, n. 12, p. 1154, 2015.

CECILIO FILHO, A. B.; BIANCO, S. M.; TARTIVO, F. C.; PUGINA, C. M. G. Agronomic viability of New Zealand spinach and kale intercropping. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de janeiro v. 89, n. 4, p. 2975-2986, 2017.

COELHO, R. L.; CECÍLIO FILHO, A. B. Produtividade de cultivares de almeirão em hidroponia, Uberlândia, MG. In: **Congresso brasileiro de olericultura**. 2002.

COSTA, C. C.; REZENDE, A. L. B.; CECILIO FILHO, A. B.; MARTINS, G. E. I. M. Viabilidade econômica dos consórcios de grupos de alface e rúcula, em duas épocas de cultivo. **Bioscience Journal**, Uberlandia, v. 24, n. 2, p. 27-42, 2008.

DE WIT, C. T.; VAN DEN BERGH, J. P. Competition between herbage plants. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v. 13, n. 2, p. 212–221, 1965.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**, 3ed. Viçosa: Editora UFV, 421p. 2012.

FRANCO G. 1987. *Teor vitamínico dos alimentos*. Rio de Janeiro: José Olympio. 141p.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 3 ed. Porto Alegre: UFRGS, 2005. 639 p.

HOLT, N. M.; YOUNG, L. J. Testing the assumption of constant relative yield total in replacement series experiments. **Sri Lankan Journal of Applied Statistics**, Kandy, v. 5, n. 4, p. 33–56, 2014.

LEFSRUD, M.; KOPSELL, D.; WENZEL, A.; SHEEHAN J. Changes in kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) carotenoid and chlorophyll pigment concentrations during leaf ontogeny. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 112, n. 2, p. 136-141, 2007.

LUENGO, R. F. A.; PARMAGNANIR, M.; PARENTE M. R.; LIMA, M. F. B. F. Tabela de composição nutricional das hortaliças. **Brasília: Embrapa Hortaliças**, 2000.

MCGILCHRIST, C. A.; TRENBATH, B. R. A. revised analysis of plant competition experiments. **Biometrics**, Raleigh, v. 27, n. 3, p. 659-671, 1971.

MOUSAVI, S. R.; ESKANDARI, H. A general overview on intercropping and its advantages in sustainable agriculture. **Journal of Applied Environmental and Biological Sciences**, Turkey v. 1, n. 11, p. 482-486, 2011.

NANDAGOPAL, S.; RANJITHA KAMARI, B. D. Phytochemical and antibacterial studies of Chicory (*Cichorium intybus*) - A multipurpose medicinal plant. **Advances in Biological Research**, v. 1, n. 1-2, p. 17-21, 2007.

NOVO, M. C. S. S.; PRELA-PANTANO, A.; TRANI, P. E.; BLAT, S. F. Desenvolvimento e produção de genótipos de couve manteiga. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 321-325, 2010.

ODO, P. E. Evaluation of short and tall sorghum varieties in mixtures with cowpea in the Sudan savanna of Nigeria: land equivalent ratio, grain yield and system productivity index. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 27, n. 4, p. 435-441, 1991.

OLIVEIRA, E. Q.; SOUZA, R. J.; CRUZ, M. C. M.; MARQUES, V. B.; FRANÇA, A. C. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, n.1, p.36-40, 2010.

OSHE, S.; REZENDE, B. A. L.; SILVEIRA, L. S.; OTTO, R. F.; CORTEZ, M. G. Viabilidade agrônômica de consórcio de brócolis e alface estabelecidos em diferentes épocas. **Idesia**, Arica, v. 30, n. 2, p. 29-37, 2012.

REZENDE B. L. A.; CECÍLIO FILHO, A. B.; PÔRTO, D. R. Q.; BARROS JUNIOR, A. P.; SILVA, G. S.; BARBOSA, J. C.; FELTRIM, L. F. Consórcios de alface crespa e pepino em função da população do pepino e época de cultivo. **Interciência**, Caracas, v.35, n.5, p.374-379, 2010.

REZENDE, B. L. A.; CECÍLIO FILHO, A. B.; MARTINS, M. I. E. G.; COSTA, C. C.; FELTRIM, A. L. Viabilidade econômica das culturas de pimentão, repolho, alface, rabanete e rúcula em cultivo consorciado, na primavera-verão, Jaboticabal, estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo: IEA, v. 35, n. 3, p. 22-37, 2005.

TRANI, E. P.; TIVELLI, W. S.; BLAT, F. S.; PRELA-PANANO, A.; TEXEIE, P. E.; ARAÚJO, S. H.; FILTRAN, C. J.; PASSOS, A. F.; FIHUEIREDO, B. J. G.; NOVO, S. S. C. M. Couve de folha: do plantio à pós-colheita. **Campinas: Instituto Agrônômico**, 2015.

WEIGELT, A.; JOLLIFFE, P. Indices of plant competition. **Journal of ecology**, Oxford, v. 91, n. 5, p. 707-720, 2003.

WILLEY, R. W.; RAO, M. R. A. Competitive ratio for quantifying competition between intercrops. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 16, n.1, p. 117-125, 1980.

WILLEY, R. W. Intercropping-its importance and research needs. Part 2-Agronomy and research needs. **Field Crops Abstracts**, Wallingford, v. 32, n. 2, p. 73-85, 1979.

## CAPÍTULO 2 – EFICIÊNCIA DO CONSÓRCIO DE COUVE E ALMEIRÃO EM FUNÇÃO DA ÉPOCA DE TRANSPLANTE DE ALMEIRÃO

**RESUMO** – O cultivo de hortaliças em manejo de sistemas consorciado vem se tornando uma tecnologia em sistemas de produção, por proporcionar na maioria das vezes aumento de produtividade por unidade da área. Foi realizado um experimento com objetivo de avaliar o efeito da época de transplante do almeirão em consórcio com a couve, sobre a produtividade das culturas e o índice de eficiência de uso da área (EUA). O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com 9 tratamentos, em esquema fatorial 2x4+1, com quatro repetições. Os fatores avaliados foram sistema de cultivo (consórcio e monocultura) e épocas de transplante do almeirão (0, 14, 28 e 42 dias após o transplante (DAT)) em relação à couve e monocultura da couve. Foram utilizadas as cultivares 'HS-20' (couve) e 'Pão de açúcar' (almeirão). A produtividade da couve em consórcio com almeirão aumentou com o atraso de transplante do almeirão. A produtividade total e por colheita do almeirão não foram influenciadas pela época de transplante. Consórcio de couve e almeirão proporciona maior eficiência no uso da área que suas monoculturas, e atinge o valor máximo quanto o transplante ocorre aos 42 dias após o transplante da couve.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Brassica oleracea* L. var. *acephala*, *Cichorium intybus*, sistemas de cultivo, viabilidade de consórcio.

**AREA USE EFFICIENCY OF COLLARD GREEN AND CHICORY IN THE  
INTRECCROPPING AS A FUNCTION OF CHICORY TRANSPLANT TIME  
RELATIVE TO COLLARD GREEN**

**ABSTRACT** – The cultivation of vegetables in the intercropping management systems has become a technology in production systems, since it most often increases production per unit area. An experiment was conducted in order to evaluate the area use efficiency index (USA) of collard green and chicory in intercropping as a function of the chicory transplanting time relative to relation to collard green. The experimental design was a randomized complete block with 9 treatments, in a 2 x 4 + 1 factorial scheme, with four replications. The factors evaluated were the cultivation system (intercropping and monoculture) and chicory transplant times (0, 14, 28 and 42 days after transplanting (DAT)) relative to collard green and one monoculture of collard green. The cultivars 'HS-20' (collard green) and 'Pão de açúcar' (chicory) were used. The productivity of collard green in intercropping with chicory increased with the delay of transplant of the chicory. The productivity and productivity per harvest was not influenced by the time of transplant. The intercropping of collard green and chicory provides greater use area efficiency then its monocultures, and reaches the maximum value when the transplant occurs at 42 day after the collard green transplant.

**KEYWORDS:** *Brassica oleracea* L. var. *acephala*, *Cichorium intybus*, cultivation systems, intercropping viability.

## 1 - INTRODUÇÃO

Os sistemas de cultivos consorciados entre plantas são utilizados pelos agricultores há séculos, havendo registros do seu uso amplo em regiões tropicais, sobre tudo como estratégias para mitigar os efeitos de irregularidade do clima (OLIVEIRA FILHO et al., 2016).

O cultivo consorciado consiste basicamente em produção simultânea de duas ou mais culturas na mesma área de plantio, ocorrendo intensificação de exploração agrícola no tempo e no espaço (CECÍLIO FILHO et al., 2010; OLIVEIRA FILHO et al., 2016). Torna-se uma alternativa viável por apresentar vantagens potenciais, como maior produção de alimento por unidade da área, melhor distribuição temporal da renda, melhor controle de pragas e doenças, uso sustentável de recursos ambientais e menor incidência de plantas daninhas (ALMEIDA et al., 2015; SCHMITT et al., 2016).

Dentre as hortaliças produzidas no Brasil, a couve de folha (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*), está no grupo das hortaliças de maior importância econômica, sendo o Estado de São Paulo o principal produtor do país. O seu consumo vem aumentando de maneira gradativa devido, às novas maneiras de utilização na culinária e às recentes descobertas da ciência quanto às suas propriedades nutricionais e medicinais (NOVO et al., 2010).

Almeirão 'Pão de açúcar' (*Cichorium intybus*), é uma hortaliça folhosa, com sabor pronunciado, que apresenta propriedades nutricionais e farmacológicas (FRANCO, 1987). É importante sob o ponto de vista econômico, apresentando menores oscilações em seu valor de comercialização (COELHO, 2002). No estado de São Paulo a maior área cultivada corresponde ao cinturão verde da capital paulista, todavia, vem ocorrendo grande aumento no interior do Estado (CATI, 2007/2008).

A couve e almeirão são espécies divergentes quanto ao ciclo, porte, arquitetura (FILGUEIRA, 2012), demanda por nutrientes entre outras características importantes em sistemas de cultivos consorciados. Esta condição permite explorar a complementaridade das culturas, tanto de forma temporal e/ou espacial,

minimizando o efeito da competição interespecífica (CECÍLIO FILHO et al., 2011; 2015).

A viabilidade agrônômica de culturas em consorciação pode ser determinada por vários índices, comumente a eficiência de uso da área (EUA), tem sido usada com frequência pelos pesquisadores (Cecílio Filho et al., 2017; Lisboa et al., 2018; Liu et al., 2018). É definida como sendo área de terra requerida em monocultivos para se obter a produção similar do sistema consorciado. Esse índice também pode retratar a vantagem competitiva de uma espécie em relação à outra componente em consorciação bem como interação mutuas (BEDOUSSAC et al., 2015).

Entretanto, a eficiência de cultivo consorciado é influenciada por fatores de manejo entre os quais a época de estabelecimento dos consórcios e as espécies que vão compor o sistema, como apontado por Cecílio Filho et al. (2011); Oliveira Filho et al. (2016). A época de estabelecimento do consórcio e a escolha das espécies com características morfológicas distintas são fundamentais para obtenção máxima das vantagens desses sistemas (BEZERRA NETO et al. 2012). O estabelecimento da segunda espécie em relação à primeira pode afetar não somente o período de convivência, mas também os ciclos em que convivem com reflexos na produtividade (REZENDE et al., 2010; CECÍLIO FILHO et al., 2011; 2015).

Ohse et al. (2012), estudando a viabilidade agrônômica do consórcio de brócolis e alface, verificaram que a produtividade da alface foi influenciada pela sua época de transplante, sendo que o melhor resultados foram obtidos quando alface foi transplantado no mesmo dia que o brócolis. Conseqüentemente, o efeito da época de transplante da alface, percebido nas produtividades das culturas, impactou da mesma forma na eficiência de uso de área.

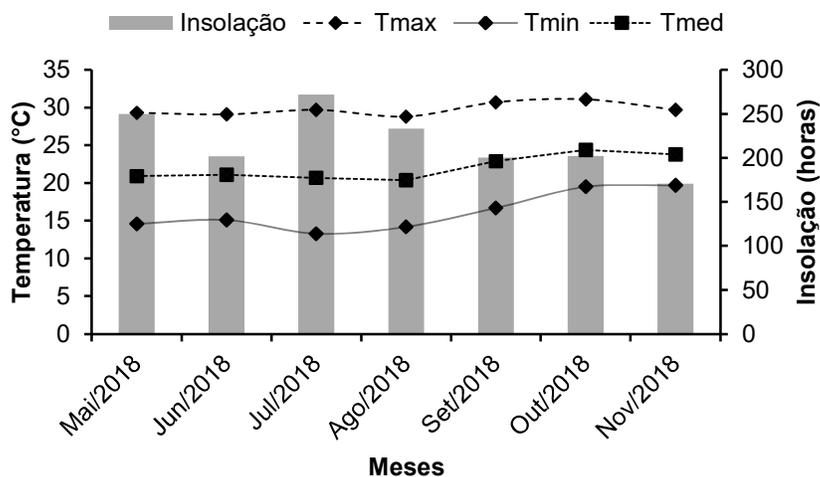
Percebe-se, portanto, que a produtividade das culturas em cultivos consorciados, é afetada pelo período de convivência entre as espécies, que é determinado pela época de estabelecimento. Assim, realizou-se o presente estudo com objetivo de avaliar a eficiência agrônômica de consórcios de couve e almeirão em função da época de transplante do almeirão em relação à couve.

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

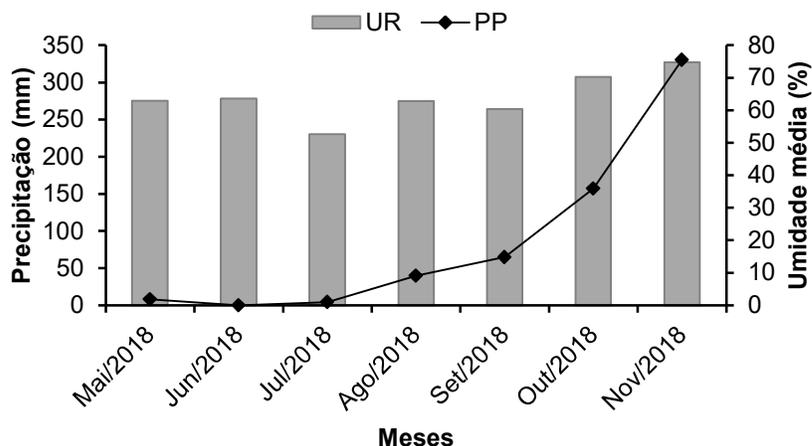
### 2.1 - Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em campo, no Setor de Olericultura e Plantas Aromático - Medicinais, do Departamento de Produção Vegetal, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, cujas coordenadas geográficas são: 21° 15' 22" S e 48° 15' 55" O, e altitude de 575m respectivamente.

O solo na área experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico de textura muito argilosa (SANTOS et al., 2018). Durante o período experimental foram coletados dados climáticos referente temperatura a média mensal temperatura máxima e mínima, precipitação pluvial, insolação e umidade relativa do ar (Figura 1 a 2). Os dados foram obtidos na estação meteorológica do Departamento de Ciências Exatas da UNESP - FCAV, localizada a 1000 m de distância.



**Figura 1.** Médias mensais de temperatura máxima (Tmax°C), temperatura mínima (Tmin°C), temperatura média (Tmed°C), e insolação (horas). UNESP, Jaboticabal, 2018.



**Figura 2.** Umidade relativa média do ar (UR %) e precipitação pluvial (PP mm). UNESP, Jaboticabal, 2018.

## 2.2 - Delineamento experimental e descrição dos tratamentos

O experimento foi conduzido em delineamento experimental em blocos casualizados com 9 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos (Tabela 1) resultaram da combinação dos fatores: sistema de cultivo (consórcio e monocultura) e época de transplante do almeirão 'Pão de açúcar' em relação à couve (0, 14, 28, e 48 dias após o transplante (DAT) da couve), em um esquema fatorial de  $2 \times 4 + 1$ .

Os tratamentos 1 a 4 referem-se aos consórcios da couve com almeirão, em função das épocas de transplante do almeirão, que marcaram o início dos consórcios (Tabela 1). O tratamento 5 correspondeu à monocultura da couve e os tratamentos 6 a 9 corresponderam às monoculturas do almeirão nas mesmas épocas de estabelecimento dos consórcios, a fim de isolar possíveis efeitos da época de plantio (Tabela 1). A cultura da couve foi considerada como principal e almeirão como secundário.

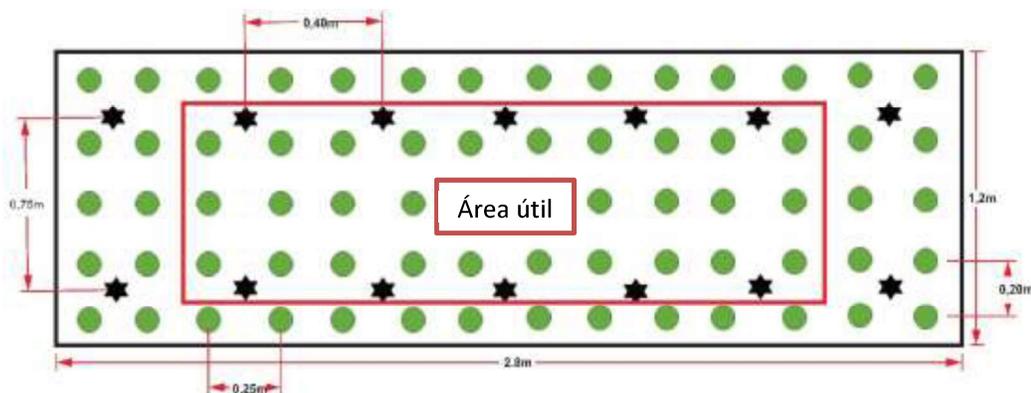
**Tabela 1.** Caracterização dos tratamentos do experimento dos consórcios de couve e almeirão 'Pão de açúcar'. UNESP-FCAV, Jaboticabal-SP, 2018.

<b>Tratamentos</b>	<b>Couve</b>	<b>Almeirão (DAT*)</b>
1 - Consórcio	Presente	0
2 - Consórcio	Presente	14
3 - Consórcio	Presente	28
4 - Consórcio	Presente	42
5 - Monocultura	Presente	Ausente
6 - Monocultura	Ausente	Presente
7 - Monocultura	Ausente	Presente
8 - Monocultura	Ausente	Presente
9 - Monocultura	Ausente	Presente

DAT\*= Dias após transplante da couve

As unidades experimentais foram compostas de 14 plantas de couve e 70 plantas de almeirão, com 3,36 m<sup>2</sup> da área total em cada unidade experimental, ou parcela. Foram transplantadas duas linhas de couve, no centro do canteiro, com espaçamento de 0,75 m entre linhas e 0,40 m entre plantas e cinco linhas de almeirão foram transplantadas entre as linhas da couve, com espaçamento de 0,25 m entre linhas e 0,20 m entre plantas conforme a Figura 3.

A área útil para a avaliação do experimento compreendeu as plantas centrais de cada linha de cultivo, eliminando-se duas plantas de couve de cada extremidade da linha. Para avaliação do almeirão, considerou-se como área útil da parcela, as três linhas centrais excluindo-se 0,40 m do início e final de cada linha, no total foram 30 plantas do almeirão e 10 plantas de couve (Figura 3).



**Figura 3.** Representação gráfica de uma unidade experimental e disposição das culturas em consórcio; com duas linhas da couve no centro do canteiro (0,75 m x 0,40 m) e cinco linhas do almeirão entre as linhas de couve (0,25 m x 0,20 m). UNESP, Jaboticabal, 2018.

### 2.3 - Instalação e condução do experimento

Previamente à instalação do experimento, foi realizada a amostragem do solo na área experimental, onde coletaram-se 30 amostras simples, a profundidade de 0 a 20 cm, caminhando em zigue-zague. As amostras foram homogeneizadas em baldes limpos formando uma amostra composta, da qual retirou-se uma sub-amostra de 300 g de solo, para a realização da análise química, cujos os resultados encontram-se na Tabela 2.

De acordo com os resultados da análise do solo, foi realizada a calagem, aplicando-se calcário com PRNT 90%, antes de plantio, utilizando-se aração e gradagem para incorporar o calcário, de modo a elevar a saturação por base de solo a 80%.

**Tabela 2.** Resultados da análise química do solo da área experimental, realizada previamente à instalação do experimento. UNESP, FCAV, Jaboticabal, 2018.

Amostra	M.O.	pH	P-resina	K	Ca	Mg	H + Al	SB	CTC	V
	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	mg dm <sup>-3</sup>	.....mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> .....					%	
1	17	5,6	31	3,3	22	10	15	35,2	49,8	71

Também de acordo com análise de solo, no dia dos transplantes das culturas, na adubação de plantio de culturas solteiras e em consórcios, foram aplicados 40, 320 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (ureia), fosforo (superfosfato simples) e potássio (cloreto de potássio) em quantidade conforme recomentado por Raij et al. (1997).

O experimento foi instalado no dia 7 de maio de 2018, com o transplante das mudas de couve 'HS-20'. A cultura do almeirão 'Pão de açúcar' foi transplantada nas datas estabelecidas nos tratamentos. Por ocasião dos transplantes de almeirão a 0, 14, 28 e 42 dias após o transplante da couve, a altura das plantas de couve foi medida e correspondeu a 4,6; 11,9; 19,3 e 39,9 cm, respectivamente.

As mudas de couve e de almeirão foram formadas em bandejas com 200 células em substrato comercial, organomineral da Bioplant<sup>®</sup>, sendo que as mudas de almeirão foram formadas em várias datas de forma a se obter plantas com quatro folhas para todos os tratamentos.

Como não há recomendação de adubação para os cultivos consorciados, foi utilizada a adubação de acordo com a recomendação proposta por Trani et al. (2018) para as monoculturas de couve e de almeirão. Foram aplicados 40 kg ha<sup>-1</sup> de N (Ureia) e 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Cloreto de potássio), a cada 15 dias após o transplante da cultura de couve até completarem 45 dias. Para o almeirão, foram aplicados 30 kg ha<sup>-1</sup> de N e 20 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, aos 14 e 24 dias após o transplante do almeirão e logo após cada colheita para ambas as culturas.

A irrigação do experimento foi realizada periodicamente por aspersão durante todo o ciclo das culturas. O controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capinas manual, semanalmente.

As datas de início de colheita de couve e do almeirão encontram-se na Tabela 3, assim como também a duração de seus ciclos. As colheitas de couve aconteceram com intervalo de 10 dias, totalizado 14 colheitas, colhendo-se folhas com 20 a 30 cm de comprimento. Para o almeirão a colheita foi realizada quando houve a formação da cabeça, realizando-se o corte do caule rente à superfície do solo. Houve a rebrota e nova formação da cabeça, sendo procedida nova colheita com a eliminação das plantas do canteiro. Para o almeirão, foram realizadas duas colheitas para cada tratamento.

**Tabela 3.** Datas de transplante e colheita do almeirão (A) e da couve (C) e duração dos ciclos de cultivo. UNESP, FCAV, Jaboticabal, 2018.

Sistema de cultivo	Transplante		Colheita				Ciclo (dias)		
	A	C	A1	A2	Ci	Cf	A	C	
<b>Cons e Monoc - 0 DAT*</b>	07/05	07/05	14/07	03/09	26/06	05/11	115	182	
<b>Cons e Monoc - 14 DAT</b>	21/05	07/05	26/07	10/09	26/06	05/11	113	182	
<b>Cons e Monoc - 28 DAT</b>	04/06	07/05	14/08	01/10	26/06	05/11	115	182	
<b>Cons e Monoc - 42 DAT</b>	18/06	07/05	27/08	08/10	26/06	05/11	112	182	
<b>Monoc da Couve</b>	-	-	07/05	-	-	26/06	05/11	-	182

A1 e A2 = Primeira e segunda colheita do almeirão, respectivamente, Ci e Cf = Início e final da colheita da couve, respectivamente.

## 2.4 - Características avaliadas

**2.4.1 - Produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ):** A produtividade total e por colheita foram obtida pela soma das colheitas realizada durante todo o ciclo das culturas, levando em consideração a produtividade obtida na área útil da unidade experimental e transformada em hectare, sendo duas colheitas para almeirão e 14 para a cultura de couve.

**2.4.2 - Produtividade relativa (PR %):** obtida pela razão entre a produtividade da cultura em consórcio e a sua produtividade em monocultura (DE WIT, VAN DEN BERGH, 1965).

$$PR_{c_0} = (P_{ca_0} / P_{cm}) \times 100 \quad [1]$$

Sendo,  $PR_{c_0}$  = produtividade relativa da couve no consórcio com almeirão transplantado no mesmo dia;  $P_{ca_0}$  = produtividade da couve no consórcio com almeirão 0 dia após o transplante da couve;  $P_{cm}$  = produtividade da couve em monocultura.

$$PR_{a_0} = (P_{ac_0} / P_{am}) \times 100 \quad [2]$$

Sendo,  $PR_{a_0}$  = produtividade relativa do almeirão no consórcio com a couve transplantado no mesmo dia;  $P_{ac_0}$  = produtividade do almeirão em consórcio com couve 0 dia após o transplante da couve;  $P_{am}$  = produtividade do almeirão em monocultura.

Na obtenção dos índices de cada parcela, foi utilizada a padronização homogênea para as monoculturas. Considerando-se o valor da média de todos os monocultivos sobre os blocos no denominador dos índices, conforme recomendação de FEDERER (2002) e BEZARRA NETO et al. (2012). Esta padronização foi utilizada para evitar a dificuldade com a possibilidade de se ter distribuição complexa de soma dos quocientes, que definem os índices, e assim as análise de variância não ter representatividade, levando o erro relacionado à validade das pressuposições (homocedasticidade, normalidade e aditividade).

**2.4.3 - Eficiência do uso de área (EUA):** O índice foi calculado utilizando a fórmula proposta por Willey (1979).

$$EUA = PR_c + PR_a \quad [3]$$

Sendo:  $PR_c$  e  $PR_a$  são, respetivamente, as produtividades relativas das culturas de couve e do almeirão em consórcio em relação as monoculturas para cada tratamento, tendo em conta as épocas de transplante do almeirão em relação a couve (0, 14, 28 e 42 DAT da couve).

## 2.5 - Análises estatísticas

Os dados da produtividade total e por colheita de couve e do almeirão foram submetidos à análise de variância (Test F) e, quando significativos, as médias dos sistemas de cultivo consorciado e solteiro foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 %. Para a produtividade de couve, foi considerado o delineamento de blocos casualizados (DBC) com 5 tratamentos (4 consórcios e 1 monocultivos) e quatro repetições. Para a produtividade de almeirão, foi considerado o delineamento de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial de 2 x 4, sendo 2 sistemas de cultivo e 4 épocas de transplante. Para os índices de eficiência de uso da área e produtividades relativas, foram calculadas as equações de regressão em função da época de transplante do almeirão foi considerado o delineamento de bloco casualizados (DBC), com quatro tratamentos (cultivos consorciados) e quatro repetições. Utilizou-se o programa estatístico AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015).

### 3 - RESULTADOS

#### 3.1 - Couve

As produtividades total e por colheita da couve foram influenciadas pelo sistema de cultivo (Tabela 4). No entanto, a produtividade total da couve em consórcio com almeirão estabelecido aos 42 DAT da couve não diferiu da produtividade obtida em monocultura (Tabela 4).

**Tabela 4.** Resumo de análise de variância para a produtividade total (PT, kg ha<sup>-1</sup>) e produtividade por colheita (PC, kg ha<sup>-1</sup>) da couve em função do sistema de cultivo.

Fonte de Variação	PT	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
Tratamento	11,73**	1,48 <sup>ns</sup>	25,68**	8,07**	16,82**	11,90**	9,33**	2,44 <sup>ns</sup>
C.V. %	10,49	25,30	23,97	23,40	13,07	14,89	13,10	21,02
C-0 DAT	47870,69c	5007,05a	1242,84b	2157,11c	3317,81c	5074,92b	5903,49b	4664,21a
C-14 DAT	54029,20bc	5518,49a	1099,98b	2646,39bc	5235,63b	4999,93b	5678,49b	5875,63a
C-28 DAT	58037,71bc	654276a	1603,55b	3977,80ab	4932,07b	5928,48b	5585,63b	5360,64a
C-42 DAT	66979,71ab	7080,84a	1747,12b	4517,79ab	6667,76a	8353,45a	7089,48ab	5414,20a
SOLTEIRO	75384,59 a	7185,61a	3985,66a	4999,93a	4092,80bc	8289,16a	8685,58a	7428,46a
DMS (5%)	14278,96	3574,55	1045,69	1929,99	1388,32	2119,65	1945,67	2982,37
Fonte de Variação	PC8	PC9	PC10	PC11	PC12	PC13	PC14	
Tratamento	4,60*	1,88 <sup>ns</sup>	5,89*	3,24 <sup>ns</sup>	7,62**	2,17 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>	
C.V. %	21,45	21,61	15,77	20,05	18,58	19,72	24,20	
C-0 DAT	2778,53b	3389,24a	3839,23b	3985,67a	2042,83b	2414,25a	2053,54a	
C-14 DAT	3178,53b	4024,94a	4257,08b	4249,94a	2466,63b	2790,43a	2007,11a	
C-28 DAT	3421,38ab	4371,36a	4378,50ab	3642,81a	2271,40b	3389,24a	2632,10a	
C-42 DAT	3628,76ab	4295,18a	5128,49ab	5574,92a	2207,11b	2857,10a	2417,82a	
SOLTEIRO	4960,64a	5128,50a	6146,34a	5171,35a	3657,09a	3439,23a	2214,25a	
DMS (5%)	1737,59	2066,87	1688,56	2044,85	1059,30	1323,43	1232,47	

DAT = Dias após o transplante da couve; Médias seguidas por mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ); Teste F, ns: não significativo; \*:  $p \leq 0,05$ ; \*\*:  $p \leq 0,01$ .

Os consórcios estabelecidos aos 0, 14 e 28 DAT da couve apresentaram produtividades totais menores que a produtividade em monocultura, sendo o

consórcio estabelecido no mesmo dia o que proporcionou menor produção da couve (Tabela 4). Com a redução de aproximadamente 36 % em relação ao cultivo solteiro.

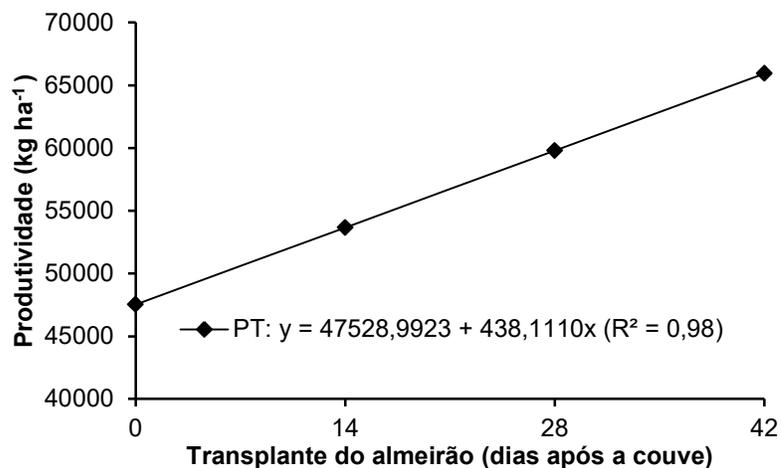
Nas colheitas parciais, as produtividades de cultivos consorciados ora não diferiram, ora diferiram da produtividade de couve solteiro, às vezes maiores ou menores (Tabela 4). Na Tabela 5, têm-se os ajustes de equações polinomiais para produtividades da couve em cultivos consorciados com o almeirão, em função da época de transplante do almeirão.

**Tabela 5.** Equações ajustadas, significância (valores de F) e coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) para produtividades por colheita (PC kg ha<sup>-1</sup>) e total (PT kg ha<sup>-1</sup>) de couve em função da época de transplante do almeirão em relação à couve.

Produtividade	Funções de respostas ajustadas	R <sup>2</sup>	F <sup>2</sup>
PC1 <sup>1</sup>	não ajustada	-	-
PC2	não ajustada	-	-
PC3	$y = 2062,7535 + 60,0961x$	0,96	18,23**
PC4	$y = 3575,3720 + 69,6164x$	0,84	42,97**
PC5	$y = 50599,56500 - 57,0398x + 3,1887x^2$	0,99	7,76**
PC6	não ajustada	-	-
PC7	não ajustada	-	-
PC8	não ajustada	-	-
PC9	não ajustada	-	-
PC10	$y = 3802,4447 + 28,4943x$	0,92	5,64*
PC11	não ajustada	-	-
PC12	não ajustada	-	-
PC13	não ajustada	-	-
PC14	não ajustada	-	-
PT	$y = 47528,9923 + 438,11105x$	0,98	15,04**

<sup>1</sup> O número à frente de PC corresponde ao número da colheita de couve (Ex.: PC1 = Produtividade da colheita 1); \*:  $p \leq 0,05$ ; \*\*:  $p \leq 0,01$ ; na: equação não ajustada.

A produtividade total da couve consorciada com almeirão apresentou ajuste linear crescente à medida que mais tardio foi o transplante do almeirão. A cada um dia de atraso no transplante do almeirão foi observado incremento de 438,11 kg ha<sup>-1</sup> na produtividade da couve (Figura 4).



**Figura 4.** Produtividade total da couve no cultivo consorciado com almeirão em função da época de transplante do almeirão.

### 3.2 - Almeirão

As produtividades total e por colheita do almeirão não foram influenciadas pela época de transplante e pela interação dos fatores avaliados, mas foram influenciadas pelo sistema de cultivo, sendo que a monocultura produziu mais do que o sistema de cultivo consorciado (Tabela 6). Não houve ajuste de equações de regressão para produtividades de almeirão (total e por colheita) em função da época de transplante do almeirão em relação à couve.

**Tabela 6.** Resumo da análise de variância para produtividade total (PT, kg ha<sup>-1</sup>) e por colheita (PC, kg ha<sup>-1</sup>) de almeirão, em função do sistema de cultivo (SC) e época de transplante (ET) de almeirão em relação à couve.

Fonte de Variação	PT		PC1		PC2	
	Valor de F					
SC	111,26**		206,94**		36,38**	
ET	0,85 <sup>ns</sup>		0,67 <sup>ns</sup>		1,75 <sup>ns</sup>	
SC X ET	0,10 <sup>ns</sup>		0,52 <sup>ns</sup>		0,39 <sup>ns</sup>	
C.V. (%)	11,20		8,18		19,69	
<b>Produtividades ( kg ha<sup>-1</sup>)</b>						
	PT		PC1		PC2	
	C	M	C	M	C	M
	44.068,40b	67.330,73a	24.208,86b	36.917,00a	19.859,55b	30.413,72a
<b>DMS (5%)</b>	4.586,27		1.837,15		3.639,18	

C = consórcio; M = monocultura; Teste F, ns: não significativo; \*\*  $p \leq 0,01$ ; Médias seguidas por mesmas letras, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

### 3.4 - Produtividades relativas e eficiência de uso da área

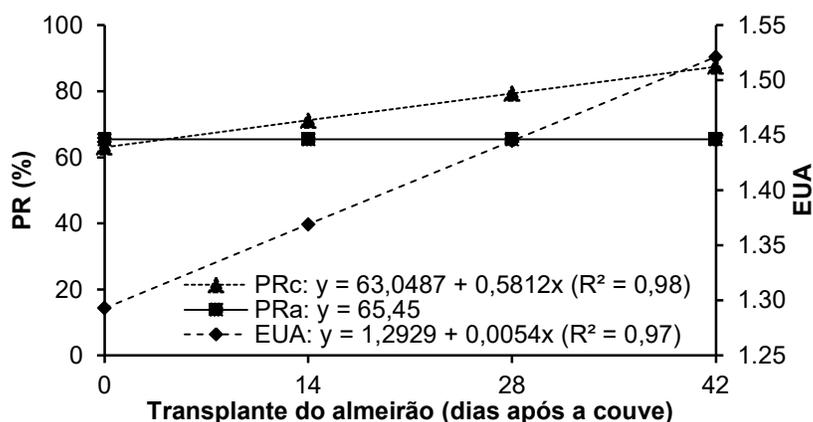
A produtividade relativa da couve (PRc) sofreu influência significativa dos tratamentos e o contrário foi observado para produtividade relativa do almeirão (PRa) (Tabela 7).

**Tabela 7.** Resumo da análise de variância para produtividade relativa da couve (PRc), produtividade relativa do almeirão (PRa) e eficiência de uso da área (EUA) em função da época de transplante (ET) do almeirão no consórcio com a couve.

Fonte de variação	PRc (%)	PRa (%)	EUA
<b>Valores de F</b>			
<b>ET</b>	5,5*	0,17 <sup>ns</sup>	2,96 <sup>ns</sup>
<b>CV (%)</b>	12,47	13,29	8,22
<b>Produtividades (kg ha<sup>-1</sup>)</b>			
<b>0 DAT</b>	63,50b	67,33a	1,31a
<b>14 DAT</b>	71,67ab	63,41a	1,35a
<b>28 DAT</b>	76,99ab	66,52a	1,44a
<b>42 DAT</b>	88,85a	64,52a	1,53a
<b>DMS (5%)</b>	20,71	19,21	0,26

DAT= Dias após o transplante da couve; Teste F, ns: não significativo; \*:  $p \leq 0,05$ . Médias seguidas por mesmas letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Foi observado ajuste de equação linear crescente para a PRc em função da época de transplante do almeirão, com incremento de aproximadamente 28% com o atraso de 42 dias no transplante do almeirão em relação à couve. Ou seja, quanto mais tardio o transplante do almeirão, maior a proximidade da produtividade da couve obtida em consórcio ao da monocultura (Figura 5).



**Figura 5.** Produtividade relativa da couve (PRc) e do almeirão (PRa) e eficiência do uso da área (EUA) no cultivo consorciado em função da época de transplante do almeirão.

Com relação ao índice de eficiência de uso de área (EUA), não foi constando efeito significativo dos tratamentos avaliados (Tabela 7), mas houve ajuste significativo de equação linear (Figura 5).

Os índices de eficiência de uso da área do consórcio situaram-se entre 1,31 a 1,52 respectivamente, sendo que o menor valor foi obtido no consórcio com o transplante das duas espécies no mesmo dia, e aumentando à medida que mais tardio foi o transplante do almeirão em relação à couve, com incremento de aproximadamente 13% da eficiência de uso da área.

#### **4 - DISCUSSÃO**

A presença do almeirão influenciou a produtividade da couve, em especial quando as duas espécies foram transplantadas na mesma data. O almeirão apresentou maior velocidade de crescimento que a couve e ocupou rapidamente a área. Em razão disso, e pela proximidade com a couve, as folhas do almeirão reduziram a radiação solar incidente nas plantas da couve em sua fase inicial de crescimento pós-transplante. Entretanto, quanto mais tardio foi o transplante do almeirão, menor foi sua interferência na couve, pois esta se apresentava mais desenvolvida. Quando o almeirão foi transplantado aos 14, 28 e 42 DAT da couve, a altura da couve era de 11,9; 19,3 e 39,9 cm, respectivamente, enquanto aos 0 DAT, a altura era de 4,6 cm. O atraso no transplante do almeirão determinou menor capacidade de interferência do almeirão na interceptação de radiação solar à couve. Em um sistema de consorciação de culturas, a competição entre plantas é maior por luz que por água e nutrientes (BARILLOT et al., 2011).

Os resultados observados para os consórcios de couve e almeirão diferem dos encontrados por Cecílio Filho et al. (2017), quando avaliaram couve e espinafre da 'Nova Zelândia'. Nestes consórcios, os autores constataram que as produtividades totais e por colheita da couve não foram influenciadas pelo sistema de cultivo (consórcio e monocultura) e tampouco pela época de transplante (0 a 98 DAT da couve) do espinafre da 'Nova Zelândia'. Portanto, a espécie secundária associada à couve é determinante para o melhor desempenho da couve, uma vez que o almeirão tem crescimento mais rápido e verticalizado que o espinafre da Nova

Zelândia e afetou a couve. Por outro lado, Cecílio Filho et al. (2017) consideram a couve como a cultura de crescimento mais rápido comparada ao espinafre de 'Nova Zelândia' e posicionando o seu dossel fotossintético acima do estrato ocupado pela cultura do espinafre, que possui crescimento prostrado.

A couve, no cultivo consorciado, diante da distribuição do seu dossel fotossintético acima das plantas do almeirão influenciou a interceptação da radiação incidente quando o almeirão é transplantado tardiamente, causando sombreamento o que impactou na produtividade do almeirão. No presente trabalho, considerando que as plantas consorciadas foram irrigadas e receberam nutrientes necessários de modo igual a todos os tratamentos, atribui-se à interferência na assimilação de luz tenha sido o fator determinante para a redução da produtividade do almeirão.

A competição interespecífica, principalmente com relação à luz, foi observada por Ohse et al. (2012), no consórcio entre alface e brócolis. Os autores constataram que a cultura de brócolis, por apresentar maior altura, sombreou as plantas de alface, causando estiolamento quando foi transplantado 14 dias após o brócolis. A intensidade do dano à alface foi tanto maior quanto mais tardio foi o transplante de alface em relação aos brócolis, caracterizado pela desfiguração das plantas da alface e perda do seu valor comercial. Em consórcio de alface com tomateiro, Cecílio Filho et al. (2008) também observaram diminuição da produtividade e descaracterização da alface quando o transplante desta foi realizada semanas após o tomateiro. Entretanto, diferentemente deste trabalho, no cultivo consorciado da couve e almeirão independente da época em que o almeirão foi transplantado, foi observado redução da produtividade devido à presença da couve, sem ter sido constatado prejuízos do aspecto comercial do almeirão.

Os índices da produtividade relativa da couve e do almeirão foram menores que 1, caracterizando a existência de competição entre as espécies. O menor PRc ocorreu quando as duas culturas foram transplantadas no mesmo dia, determinado pela maior interferência do almeirão na couve. À medida que se atrasou o transplante, menor foi a interferência do almeirão na couve devido à maior altura da couve na época de transplantes subsequentes.

Todos os consórcios apresentaram EUA maior que 1, o que reflete a complementaridade das espécies em relação às suas monoculturas, ou seja,

indicam vantagem de produção de alimentos por unidade de área do cultivo consorciado, devido à melhor utilização dos recursos do meio (BANIK et al., 2006). A EUA foi máxima (1,52) quando o transplante do almeirão foi realizado aos 42 DAT da couve, o que significa dizer que 1 ha de cultivo consorciado produziu a mesma quantidade de alimento (couve e almeirão) que 1,52 ha das monoculturas de couve e almeirão. Portanto, a eficiência do consórcio depende diretamente das espécies envolvidas e do manejo do sistema de cultivo, para que as mesmas explorem o máximo da complementaridade entre si (CECÍLIO FILHO et al., 2011, 2015; OLIVEIRA FILHO et al., 2016). Ressalta-se que essa complementaridade é considerada quando a produtividade do cultivo consorciado é maior do que aqueles obtidos em monocultivos.

Os resultados encontrados neste trabalho corroboram os de vários outros autores. Cecílio Filho et al. (2017) encontraram altos índices de viabilidade agronômica dos consórcios de couve com espinafre da 'Nova Zelândia', mas não constataram diferença significativa entre os índices de EUA calculados em função da época de transplante do espinafre, e que teve valor médio de 1,71. Lisboa et al. (2018), avaliando as características agronômicas de feijão comum e híbridos de mamona, no cultivo consorciado e em monocultura, verificaram vantagens do consórcio, e os valores do índice de EUA variaram de 1,07 a 1,37. Ohse et al. (2012), estudando viabilidade agronômica de consórcios de brócolis e alface, estabelecidos com diferentes épocas de transplante da alface em relação ao brócolis, verificaram que em todos os consórcios os índices de EUA apresentaram valores superiores a 1, denotando vantagem dos consórcios às monoculturas.

## **5 - CONCLUSÕES**

- A produtividade total da couve em cultivo consorciado é menor do que em monocultura.
- A produtividade total da couve é incrementada com o atraso no transplante do almeirão.
- A produtividade do almeirão em consórcio com a couve não é influenciada pela época de seu transplante em relação à couve

- A produtividade do almeirão é menor em consórcio.
- Consórcios de couve e almeirão estabelecidos com o transplante de almeirão de 0 a 42 dias após o transplante da couve proporcionam maior eficiência no uso da área que suas monoculturas, e atinge valor máximo quando o transplante ocorre aos 42 dias após a couve.

- 

## 6 - REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. E. DA S.; BEZERRA NETO, F. COSTA, L. R.; SILVA, M. L. DA; LIMA, J. S. S.; BARROS JUNIOR, A. P. Eficiência agronômica do consórcio alface-rúcula fertilizada com flor-de-seda. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 79-85, 2015.

BANIK, P.; MIDYA, A.; SARKAR, B. K.; GHOSE, S. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. **European Journal of Agronomy**, Paris, v. 24, p. 325-332, 2006.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. Experimentação agronômica e AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. **Jaboticabal, SP: Multipress**, 2015.

BARILLOT, R.; LOUARN, G.; ESCOBAR-GUTIRREZ, A. J.; HUYNH, P.; COMBES, D. How good is the turbid medium-based approach for accounting for light partitioning in contrasted grass legume intercropping systems? **Annals of Botany**, Oxford, v. 108, n. 6, p. 1013-1024, 2011.

BEDOUSSAC, L.; JOURNET, E. P.; HAUGGAARD-NIELSEN, H.; NAUDIN, C.; CORRE-HELLOU, G.; JENSEN, E. S.; JUSTES, E. Ecological principles underlying the increase of productivity achieved by cereal-grain legume intercrops in organic farming. A review. **Agronomy for sustainable development**, Haia, v. 35, n. 3, p. 911-935, 2015.

BEZERRA NETO, F.; PORTO, V. C. N.; GOMES, E. G.; CECILIO FILHO, A. B.; MORERA, J. N. Assessment of agro economic indices in polycultures of lettuce, rocket and carrot through uni-and multivariate approaches in semi-arid Brazil. **Ecological Indicators**, New York, v. 14, n. 1, p. 11-17, 2012.

CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; BARBOSA, J. C.; FELTRIM, A. L.; SILVA, G. S.; GRANGEIRO, L. C. Interação entre alface e tomateiro consorciados em ambiente protegido, em diferentes épocas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 158-164, 2008.

CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, A. L. B.; COSTA, C. C. Economic analysis of the Intercropping of lettuce and tomato in different seasons under protected cultivation. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 326-336, 2010.

CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; BARBOSA, J. C.; GRANGEIRO, L. C. Agronomic efficiency of intercropping tomato and lettuce. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 83, n. 3, p. 1109–1119, 2011.

CECÍLIO FILHO, A. B.; BEZERRA NETO, F.; REZENDE, B. L. A.; BARROS JÚNIOR, A. P.; LIMA, J. S. S. Indices of bio-agro economic efficiency in intercropping systems of cucumber and lettuce in greenhouse. **Australian Journal of Crop Science**, Lismore, v. 9, n. 12, p. 1154-1164, 2015.

CECILIO FILHO, A. B.; BIANCO, S. M.; TARTIVO, F. C.; PUGINA, C. M. G. Agronomic viability of New Zealand spinach and kale intercropping. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 89, n. 4, p. 2975-2986, 2017.

COELHO, R. L.; CECÍLIO FILHO, A. B. Produtividade de cultivares de almeirão em hidroponia, Uberlândia, MG. In: **Congresso brasileiro de olericultura**. 2002.

DE WIT, C. T.; VAN DEN BERGH, J. P. Competition between herbage plants. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v. 13, n. 2, p. 212–221, 1965.

FRANCO G. 1987. *Teor vitamínico dos alimentos*. Rio de Janeiro: José Olympio. 141p.

LISBOA, C. F.; SILVA, D. D.; TEIXEIRA, I. R.; SILVA, A. G. D.; MOTA, J. H. Agronomic characteristics of common bean and castor bean hybrids in intercropping and monocropping. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 3, p. 200-205, 2018.

LIU, XIN.; RAHMAN, T.; SONG, C.; YANG, F.; SU, B.; CUI, L.; BU, W.; YANG, W. Relationships among light distribution, radiation use efficiency and land equivalent ratio in maize-soybean strip intercropping. **Field crops research**, Amsterdam, v. 224, p. 91-101, 2018.

NOVO, M. C. S. S.; PRELA-PANTANO, A.; TRANI, P. E.; BLAT, S. F. Desenvolvimento e produção de genótipos de couve manteiga. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 321-325, 2010.

OHSE, S.; REZENDE, B. A. L.; SILVEIRA, L. S.; OTTO, R. F.; CORTEZ, M. G. Viabilidade agrônômica de consórcio de brócolis e alface estabelecidos em diferentes épocas. **Idesia**, Arica, v. 30, n. 2, p. 29-37, 2012.

OLIVEIRA FILHO, A. F.; BEZERRA, F. T. C.; PITOMBEIRA, J. B.; DUTRA, A. S.; BARROS, G. L. Eficiência agrônômica e biológica nos consórcios da mamoneira com feijão-caupi ou milho. **Revista Ciência Agrônoma**, Ciara, v. 47, n. 4, p. 729-736, 2016.

RAIJA, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A; FURLANI, A. M. C.; Recomendações de adubação e calagem para Estado de São Paulo, 2.<sup>a</sup> ed. Ver atual Campinas: Instituto agrônômico & Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

REZENDE B. L. A.; CECÍLIO FILHO, A. B.; PÔRTO, D. R. Q.; BARROS JUNIOR, A. P.; SILVA, G. S.; BARBOSA, J. C.; FELTRIM, L. F. Consórcios de alface crespa e pepino em função da população do pepino e época de cultivo. **Interciência**, Caracas, v.35, n.5, p.374-379 2010.

SANTO, H. G.; JACOIMINE, P. K . T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M.R.; ALMEIRA, J. A. ARAUO FILHO, C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. F. (2018) **Sistema brasileiro de Classificação de Solos** – 3 ed. ver. Ampl.- Brasília, DF: EMBRAPA.

SCHMITT, O. J.; ANDRIOLO, J. L.; LERNER. M. A. DE SOUZA. J. M.; DAL PICIO, M.; MAMBRI, A. P. Consórcio de salsa e cebolinha para produção de maços mistos de cheiro-verde em sistema fechado com substrato. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 1, 2016.

TRANI, P. E.; RAIJA, B. V, CANTARELA, H.; FIGUEREDO, G. J. B (Eds) **Hortaliças**: recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo. Campinas: CATI, 2018 b. P.23-26 (Boletim técnico, 251).

WILLEY, R. W. Intercropping-Its importance and research needs. Part 1- Competition and yield advantage. **Field Crops Abstracts**, Wallingford, v. 32, n. 2, p. 1-10, 1979.

### **CAPÍTULO 3 – ÍNDICES ECOLÓGICOS E AGRONÔMICOS DA INTERAÇÃO DE COUVE E ALMEIRÃO EM CONSÓRCIO EM DIFERENTES ÉPOCAS DE TRANSPLANTE DO ALMEIRÃO**

**RESUMO** – A competição de plantas é apenas um dos muitos processos ecológicos que moldam a dinâmica de composição e produtividade das culturas, e vários índices de competição têm sido utilizados para compreender a sua influência em relação a outros fatores ecológicos. Foi realizado um experimento com objetivo de avaliar índices ecológicos e agronômicos da interação de couve e almeirão em consórcio em diferente época e transplante de almeirão em relação à couve. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com 9 tratamentos, em esquema fatorial  $2 \times 4 + 1$ , com quatro repetições. Os fatores avaliados foram sistema de cultivo (consórcio e monocultura) e épocas de transplante do almeirão (0, 14, 28 e 42 dias após o transplante (DAT)) em relação à couve e monocultura da couve. Foram utilizadas as cultivares 'HS-20' (couve) e 'Pão de açúcar' (almeirão). Os índices atestam que a couve é a espécie dominadora e o almeirão a dominada, exceto quando transplantados no mesmo dia. Os índices agronômicos mostram vantagens do sistema de cultivo consorciado em relação às monoculturas.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Brassica oleracea* var. *acephala*, *Cichorium intybus*, competição, sistema de cultivo.

**ECOLOGICAL AND AGRONOMIC INDICES OF THE INTERACTION OF  
COLLARD GREEN AND CHICORY IN INTERCROPPING IN DIFFERENT TIMES  
OF TRANSPLANTATION OF CHICORY**

**ABSTRACT** – Plant competition is just one of the many ecological processes that shape the dynamics of crops composition and productivity, and various competition indices have been used to understand their influence over other ecological factors. An experiment was conducted in order to evaluate the ecological and agronomic indices of the interaction of collard green and chicory in intercropping in different transplanting times of chicory in relative to collard green. The experimental design was a randomized complete block with 9 treatments, in a 2 x 4 + 1 factorial scheme, with four replications. The factors evaluated were the cultivation system (intercropping and monoculture) and chicory transplant times (0, 14, 28 and 42 days after transplanting (DAT)) relative to collard green and one monoculture of collard green. The cultivars 'HS-20' (collard green) and 'Pão de açúcar' (chicory) were used. The ecological indices attest that collared green is the dominant species and the chicory dominated, except when transplanted on the same day. The agronomic indices showed advantages over the intercropping system in relation to monocultures.

**KEYWORDS:** *Brassica oleracea* L. var. *acephala*, *Cichorium intybus*, competition, cultivation systems.

## 1 - INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o consórcio de culturas recebeu grande atenção dos pesquisadores, devido às vantagens que o sistema pode proporcionar na utilização dos recursos do meio de forma eficiente em relação às monoculturas (WAHLA et al., 2009). Para que essas vantagens se tornem evidente é necessário que exista complementaridade entre as culturas. As culturas envolvidas no consórcio devem apresentar diferenças entre as suas exigências dos recursos do meio seja em quantidade, qualidade e, ou seja, em época de demanda (REZENDE et al., 2010; CECÍLIO FILHO et al., 2015). As plantas em consorciação podem competir entre si ou com outras espécies pelos recursos como luz, água, nutriente e, em algumas situações, também pelo CO<sub>2</sub>. A duração da competição determina prejuízos variáveis no crescimento e no desenvolvimento das espécies e, conseqüentemente, afeta nas produtividades (FLECK et al., 2008).

A competição de plantas é apenas um dos muitos processos ecológicos que moldam a dinâmica de composição e produtividade da cultura, e vários índices de competição têm sido utilizados para compreender a sua influência em relação a outros fatores ecológicos (WEIGELT; JOLLIFFE, 2003).

Vários métodos matemáticos foram desenvolvidos pelos pesquisadores para quantificar a competição dos sistemas de cultivos consorciados quanto à importância dos consórcios e entender as interações intra e interespecífica (DE WIT, 1960; MCGILCHRIST; TRENBATH, 1971; WILLEY, 1979; WILLEY; RAO, 1980; CAMPBELL; GRIME, 1992; GRECE, 1995; CHAICHI et al., 2007). Os índices ecológicos podem expressar vários atributos de competição dentro do sistema de cultivo consorciado, incluindo a intensidade da competição, os efeitos competitivos e os resultados da competição (ESMAEILI et al., 2012). Entretanto, a escolha cuidadosa dos índices e a sua interpretação dos resultados são de fundamental importância para compreender corretamente a interação entre as espécies, a sua dinâmica e eficiência do consórcio em comparação com os seus monocultivos (BEDOUSSAC; JUSTES, 2011).

No cultivo consorciado de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) e almeirão (*Cichorium intybus*), espécies com características agrônômicas distintas

quanto ao porte, ciclo e arquitetura, a avaliação destas culturas pelos índices ecológicos e agronômicos poderá determinar a cultura dominadora e dominada e, ou a cultura que melhor utiliza os recursos do meio (CECÍLIO FILHO et al., 2013; 2015).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar índices ecológicos e agronômicos da interação de couve e almeirão em consórcio em diferente época e transplante de almeirão em relação à couve.

## **2 - MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 - Localização e caracterização da área experimental**

A informação corresponde à mesma apresentada no subitem 2.1 do capítulo 2 dessa dissertação.

### **2.2 - Delineamento experimental e tratamentos**

A informação corresponde à mesma apresentada no subitem 2.2 do capítulo 2 dessa dissertação.

### **2.3 - Instalação e condução do experimento**

A informação corresponde à mesma apresentada no subitem 2.3 do capítulo 2 dessa dissertação.

### **2.4 - Características avaliadas**

Para os cálculos dos índices foram consideradas as seguintes variáveis:  $P_{12}$  é a produtividade da cultura (1) em consórcio com a cultura (2),  $P_{21}$  é a produtividade da cultura (2) em consórcio com a cultura (1).  $P_{11}$  é a produtividade da cultura (1) em monocultura;  $P_{22}$  é a produtividade da cultura (2) em monocultura;  $Z_{12}$  é a proporção da cultura (1) no consórcio;  $Z_{21}$  é a proporção da cultura (2) no consórcio.

**2.1.1 - Coeficiente relativo de Populacional (K):** Foi calculado de acordo com a equação proposta por De Wit (1960).

$$K = K_1 \times K_2, \text{ onde:} \quad [1]$$

$$K_1 = [(P_{12} Z_{21} / (P_{11} - P_{12}) \times Z_{12})] \text{ e} \quad [2]$$

$$K_2 = [(P_{21} Z_{12} / (P_{22} - P_{21}) \times Z_{21})] \quad [3]$$

Se o K for igual, menor ou maior do que 1 significa que o consórcio foi indiferente, não teve vantagem, e ou, foi vantajoso em relação aos monocultivos (CHAICHI et al., 2007).

**2.1.2 - Índice de Competividade Relativa (CR):** A relação competitiva foi obtida pela equação proposta por Willey e Rao (1980).

$$CR = CR_1 + CR_2, \text{ onde:} \quad [4]$$

$$CR_1 = [(P_{12} / P_{11}) / (P_{21} / P_{22}) \times Z_{21} / Z_{12}] \text{ e} \quad [5]$$

$$CR_2 = [(P_{21} / P_{22}) / (P_{12} / P_{11}) \times Z_{12} / Z_{21}] \quad [6]$$

Sendo:  $CR_1$  e  $CR_2$  são os índices parciais das culturas da no consórcio. No cultivo consorciado a cultura com maior CR caracteriza-se com maior capacidade de utilização dos recursos do meio.

**2.1.3 - Agressividade (A):** Indica o quanto uma cultura em sistema consorciado foi superior em competitividade em relação à outra. Foi proposta por McGilchrist e Trenbath (1979).

$$A_1 = (P_{12} / P_{11}) - (P_{21} / P_{22}) \quad [7]$$

$$A_2 = (P_{21} / P_{22}) - (P_{12} / P_{11}) \quad [8]$$

Quando o valor de '**A**' for igual à zero, ambas as culturas tem a mesma força competitiva, quando o valor de '**A**' for diferente de zero, a cultura com sinal positivo é dominante e com o sinal negativo é dominada.

**2.1.4 - Coeficiente relativo de aglomeração (CRA):** É utilizada para comparar à agressividade relativa de uma espécie a outra. Foi proposto por Harper (1977).

$$CRA_1 = (P_{12} / P_{11}) / (P_{21} / P_{22}) \quad [9]$$

$$CRA_1 = (P_{21} / P_{22}) - (P_{12} / P_{11}) \quad [10]$$

Quando o CRA =1 indica habilidade competitiva mutua das espécies consorciadas, CRA > 1 indica que a espécie é mais competitiva em relação à outra e outra em sistemas consorciados.

**2.1.5 - Índice Absoluto de Competição (IAC):** Foi desenvolvido por Grime (1992), calcula a diferença entre as produtividades em consórcio e a monoculturas.

$$IAC_1 = P_{11} - P_{12} \quad [11]$$

$$IAC_2 = P_{22} - P_{21} \quad [12]$$

Valor positivo, nulo ou negativo do IAC indica que há vantagem, indiferença e ou, desvantagem competitiva entre as espécies componentes no sistema de consórcio.

**2.1.6 - Intensidade Relativa de Competição (IRC):** Foi desenvolvida por Grece (1995), calcula a proporção da diferença entre as produtividades em consórcio e monoculturas através da equação:

$$IRC_1 = [(P_{11} - P_{12}) / P_{11}] \quad [13]$$

$$IRC_2 = [(P_{22} - P_{21}) / P_{22}] \quad [14]$$

Valor positivo, nulo ou negativo do IRC indica que há vantagem, indiferença e ou, desvantagem competitiva entre as espécies componentes no sistema de consórcio.

**2.1.7 - Perda da Produtividade Real (PPR):** É a perda da produtividade em cultivo consorciado em relação à monocultura (BANIK et al., 2000). Valor Positivo ou negativo de PPR indica que há vantagem ou desvantagem do consórcio, é calculado por seguinte formula:

$$PPR = PPR_1 + PPR_2, \text{ onde:} \quad [15]$$

$$PPR_1 = \{[(P_{12} / P_{11}) \times (100 / Z_{12})] - 1\} \text{ e} \quad [16]$$

$$PPR_2 = \{[(P_{21} / P_{22}) \times (100 / Z_{21})] - 1\} \quad [17]$$

**2.1.8 - Índice de Produtividade do Sistema (IPS):** Foi obtido de acordo com a equação proposta por Odo (1983).

$$IPS = [(P_{11} / P_{22}) \times P_{21}] + P_{12} \quad [18]$$

O valor maior de IPS do consórcio é considerado vantajoso em relação em relação aos suas monoculturas.

## 2.2 - Análises estatísticas

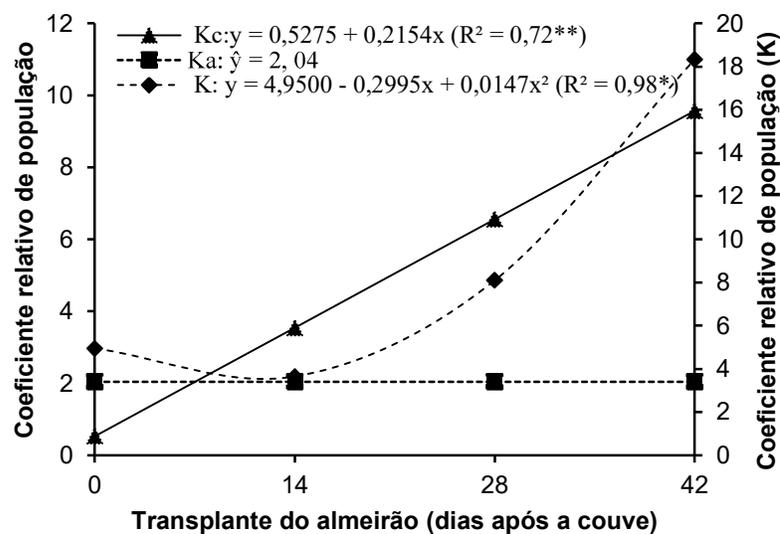
Na obtenção dos índices de cada parcela, foi utilizada a padronização homogênea para as monoculturas. Considerando-se o valor da média de todos os monocultivos sobre os blocos no denominador dos índices, conforme recomendação de FEDERER (2002) e BEZARRA NETO et al. (2012). Esta padronização foi

utilizada para evitar a dificuldade com a possibilidade de se ter distribuição complexa de soma dos quocientes, que definem os índices, e assim as análise de variância não ter representatividade, levando o erro relacionado à validade das pressuposições (homocedasticidade, normalidade e aditividade).

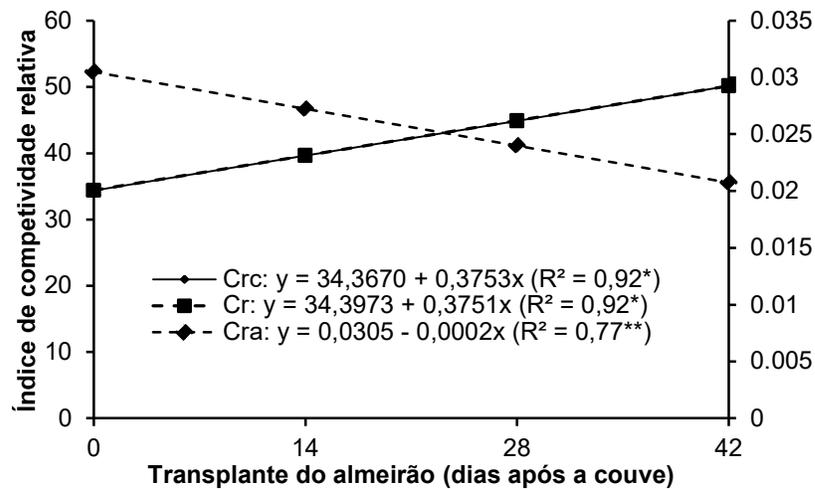
Para, o calculo das equações de regressão dos índices em função da época de transplante do almeirão foi considerado o delineamento de bloco casualizados (DBC), com quatro tratamentos (cultivos consorciados) e quatro repetições. Utilizou-se o programa estatístico AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015).

### 3 - RESULTADOS

O coeficiente relativo de população do almeirão (Ka) não se ajustou à equação de regressão polinomial (Figura 1). O índice de competitividade do almeirão (CRa) se ajustou à equação linear decrescente com o atraso de transplante do almeirão em relação à couve (Figura 2).



**Figura 1.** Coeficiente relativo de população de couve (Kc), do almeirão (Ka) e do consórcio (K) em função da época de transplante do almeirão no consórcio com a couve.



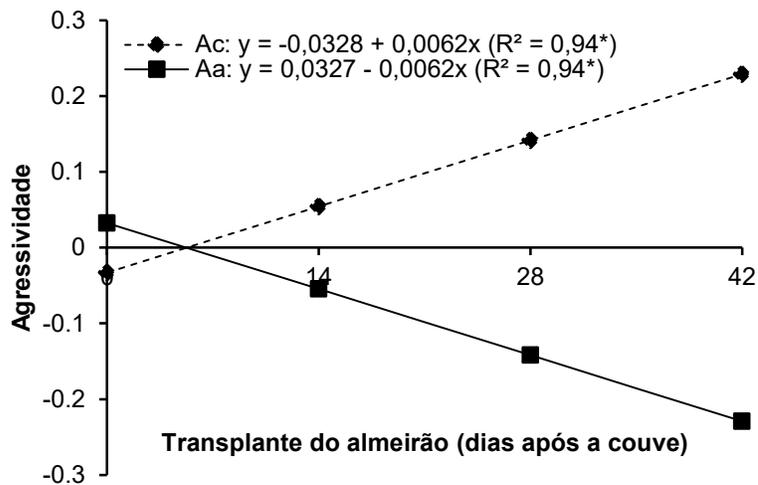
**Figura 2.** Índice de competitividade relativa de couve (CRc), do almeirão (CRA) e do consórcio (CR) em função da época de transplante do almeirão no consórcio com a couve.

Ao contrário do observado para o almeirão, o coeficiente relativo de população da couve ( $K_c$ ) e índice de competitividade relativa da couve (CRc), se ajustaram à equação linear crescente com atraso de transplante do almeirão em relação à couve e, provavelmente, impactaram da mesma forma aumentando o  $K$  e o CR do consórcio à medida que mais tardio foi o transplante do almeirão em relação à couve (Figuras 1 e 2).

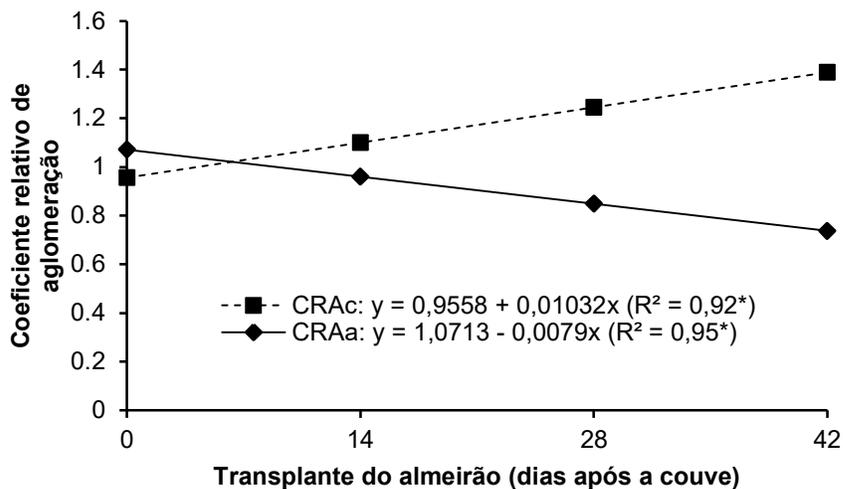
Os índices de agressividade do almeirão ( $A_a$ ) e coeficiente relativo de aglomeração do almeirão (CRAa) se ajustaram à equação linear decrescente com o atraso de transplante do almeirão em relação à couve. Por outro lado, o índice de agressividade de couve ( $A_c$ ) e o coeficiente relativo de aglomeração de couve (CRAc) se ajustaram à equação linear crescente em função da época de transplante do almeirão em relação a couve (Figuras 3 e 4).

As médias do índice de intensidade absoluta de competição da couve (IACc), Figura 5, se ajustou à equação linear decrescente à medida que mais tardio foi o transplante do almeirão em relação à couve. O índice de intensidade relativa de competição da couve (IRCc) diminuiu com o atraso de transplante do almeirão em relação a couve. Por outro lado, os índices de intensidade relativa de competição

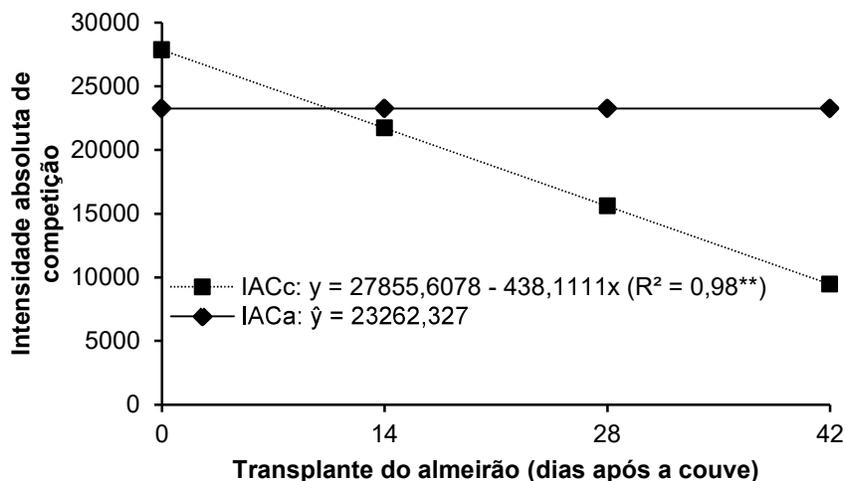
(IRCa) e intensidade absoluta de competição do almeirão (IACa) não se ajustaram à equação de regressão polinomial e tiveram valores médios de 23262,32 e 0,3456, respectivamente (Figuras 5 e 6).



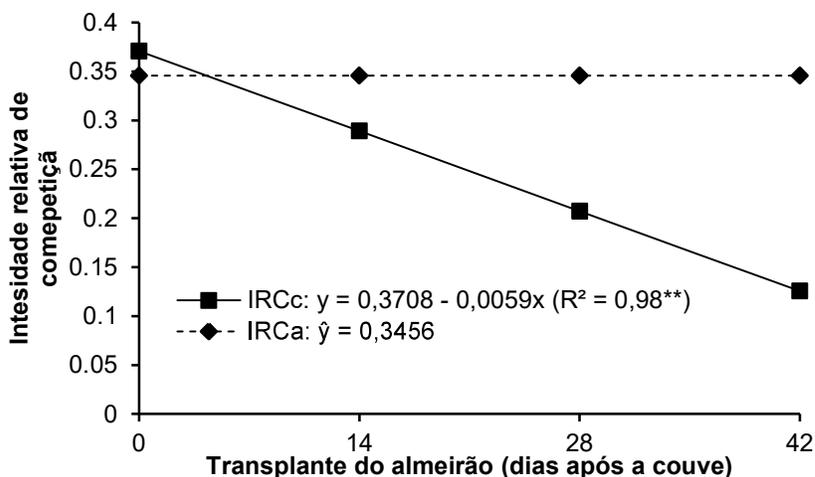
**Figura 3.** Índice de agressividade de couve (Ac) e do almeirão (Aa) em função da época de transplante do almeirão no consórcio com a couve.



**Figura 4.** Coeficiente relativo de aglomeração de couve (CRAc) e do almeirão (CRAa) em função da época de transplante do almeirão no consórcio com a couve.



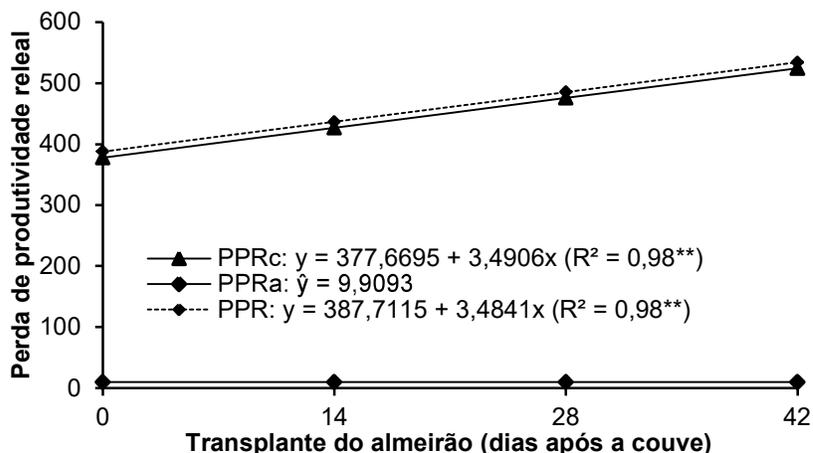
**Figura 5.** Intensidade absoluta de couve (IACc) e do almeirão (IACa) em função da época de transplante do almeirão no consórcio com a couve.



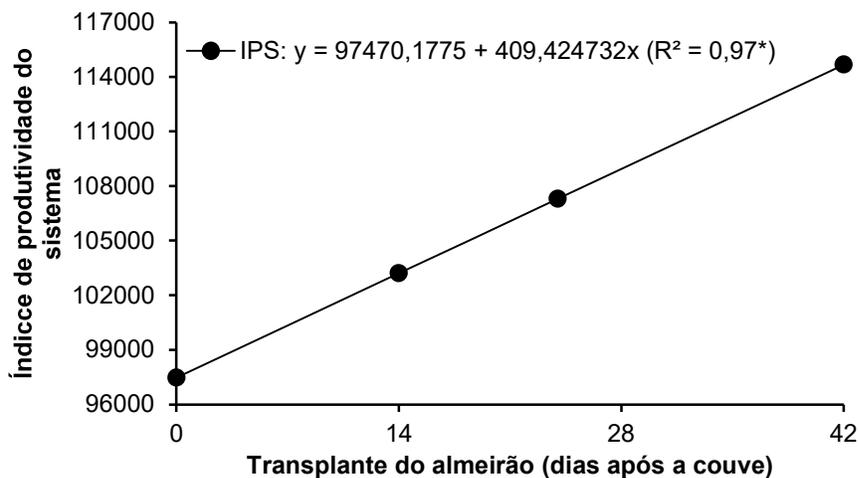
**Figura 6.** Intensidade relativa de competição da couve (IRCc) do almeirão (IRCa) em função da época de transplante do almeirão no consórcio com a couve.

O índice de perda de produtividade do almeirão (PPRa) não apresentou ajuste de regressão polinomial e o valor médio foi de 9,9093. Por outro lado, os índices de perda de produtividade real da couve (PPRc) e perda de produtividade real do consórcio (PPR) aumentaram com o atraso de transplante do almeirão em relação a

couve (Figura 7). A mesma compreensão se tem ao avaliar o índice de produtividade do sistema (Figura 8), que teve ajuste de equação linear crescente com o atraso de transplante do almeirão em relação a couve



**Figura 7.** Perda de produtividade real da couve (PPRc), do almeirão (PPRa) e do consórcio (PPR) em função da época de transplante do almeirão no consórcio com a couve.



**Figura 8.** Índice de produtividade de sistema (IPS) em função da época de transplante do almeirão no consórcio com a couve.

#### 4 - DISCUSSÃO

Os índices  $K_a$  e  $CR_a$  diminuíram como o atraso de transplante do almeirão em relação à couve, essa diminuição dos índices  $K_a$  e  $CR_a$  provavelmente foi causado pelo aumento da competição por recursos do meio, principalmente a competição por luz. Quanto mais tardio foi o transplante do almeirão menor foram os seus índices, determinado pela maior interferência da couve nas plantas do almeirão, pois as plantas da couve já se encontravam desenvolvidas quando o almeirão foi transplantado aos 14, 28 e 42 dias após o transplante da couve a altura das plantas da couve eram 11,9; 19,3 e 39,9 cm respectivamente, o que favoreceu o crescimento da couve sobre o almeirão. Em sistemas de cultivos consorciados a mudança no espectro de luz, devido ao sombreamento afeta a morfogênese e conseqüentemente os processos fisiológicos das espécies (VARLET-GRANCHER; GAUTIER, 1995). Os valores de  $K_c$  e  $CR_c$  foram maior que 1, mostrando maior dominância e eficiência da couve na utilização dos recursos do meio (NEDUNCHEZHIAN et al., 2010). Cecílio Filho et al. (2017), no consórcio de couve e espinafre 'Nova Zelândia'. Os autores constataram valores maior que 1,0 dos índices  $CR_c$  e  $CR$  em todos os consórcios, mostrando que as plantas de couve, independentemente da época de transplante do espinafre em relação à couve, foram mais competitivas que o espinafre e aproveitou melhor os recursos do meio.

Os índices  $CR_{Ac}$  e  $A_c$  aumentaram com aumento da época de transplante do almeirão em relação à couve, enquanto  $A_a$  e  $CR_{Aa}$  decresceram. Esses resultados confirmam os índices de  $K$  e  $CR$ , que caracterizaram a couve como cultura dominante e o almeirão como cultura dominada. A interferência do almeirão no desempenho produtivo da couve foi muito baixa, ao ponto de não afetar  $CR_c$  e  $CR$ . Nos consórcios das espécies quanto maior for o valor numérico de  $A$ , maior é a diferença entre as culturas com relação à capacidade competitiva e maior a diferença entre as produtividades real e esperada. O domínio da couve, com base nos índices  $CR_{Ac}$ ,  $CR$  e  $A$ , e a diminuição dos mesmos índices relativo ao almeirão, quando transplantado tardiamente em relação à couve, ratificam a couve como a espécie mais hábil do que o almeirão na utilização dos recursos do meio.

A dominância da couve sobre o almeirão foi também observada pelos índices IACc e IRCc. A interferência do almeirão a couve foi maior quando as duas espécies foram transplantadas na mesma data e foi diminuindo a medida que mais tardiamente foi o transplante do almeirão em relação a couve. Essa diminuição da interferência do almeirão sobre a couve pode ser explicada pelas características agrônomicas distintas das duas espécies. Enquanto o almeirão tem um porte baixo, a couve tem um crescimento vertical o que possibilitou a cultura da couve não sofrer com competição especialmente por luz quando o almeirão é transplantado tardiamente. Em cultivos consorciados a redução da incidência da luz nas plantas causa menor crescimento foliar uma vez que afeta diretamente a fotossíntese e, conseqüentemente prejudica o acúmulo de biomassa das plantas (CANON et al., 2014).

Os índices PPRc e PPR aumentaram com o atraso de transplante do almeirão em relação à couve. Comportamento semelhante dos índices de K e CR do consórcio foram observados no índice de PPR do consórcio que aumentou em função da época de transplante do almeirão em relação à couve. Os valores dos índices PPRc e PPR foram superiores ao índice de PPRa, e essa superioridade pode ser atribuída à maior agressividade da couve sobre o almeirão. Assim, o índice de PPRa foi compensado pelo índice de PPRc o que proporcionou maiores valores do índice de PPR, mostrando vantagem de sistemas consorciados. Esses resultados corroboraram com o índice de IPS que teve valores maiores com o atraso de transplante do almeirão em relação à couve mostrando vantagem de sistemas de cultivos consorciados em relação às monoculturas.

O índice de PPR foi calculado com base na produtividade das culturas em consorciação em relação às monoculturas. O índice de PPR considera a razão das culturas em uma área coberta pelos consórcios e as suas monoculturas. No entanto, a superioridade de do índice de PPR expressa às vantagens dos sistemas consorciados em relação às monoculturas (BANIK et al., 2000; DHIMA et al., 2007).

O índice de PPR fornece informações mais precisas sobre os cultivos consorciados que outros índices avaliados sobre a competição inter e intraespecífica das espécies (AASIM et al., 2008). A quantificação da perda ou ganho de produtividade, devido à associação das espécies ou variação da população de

plantas, não pode ser obtida através de eficiência do uso de área parciais da couve ou do almeirão, pois o índice de PPR parcial mostra a perda ou ganho de produtividade pelo seu sinal e também pela sua magnitude (DHIMA et al., 2007). De acordo com os índices PPR e IPS denotam que a couve e almeirão podem ser utilizados para a consorciação.

## 5 - CONCLUSÕES

- Em consórcios estabelecidos com diferentes épocas de transplante do almeirão em relação à couve, os índices ecológicos atestam que a couve é a espécie dominadora e o almeirão a dominada, exceto quando transplantados no mesmo dia.
- Os índices agronômicos mostram vantagens do sistema de cultivo consorciado em relação às monoculturas.

## 6 - REFERÊNCIAS

- AASIM, M.; UMER, E. M.; KARIM, A. Yield and competition indices of intercropping cotton (*Gossypium hirsutum* L.) using different planting patterns. **Tarim Bilimleri Dergisi**, v. 14, n. 4, p. 326-333, 2008.
- BANIK, P.; SASMAL, T.; GHOSAL, P. K.; BAGCHI, D. K. Evaluation of mustard (*Brassica campestris* var. Toria) and legume intercropping under 1:1 and 2:1 row-replacement series systems. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Berlin, v. 185, n. 1, p. 9-14, 2000.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. Experimentação agronômica e AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. **Jaboticabal, SP: Multipress**, 2015.
- BEDOUSSAC, L.; JUSTES, E. A comparison of commonly used indices for evaluating species interactions and intercrop efficiency: Application to durum wheat–winter pea intercrops. **Field Crops Research**, Haia, v. 124, n. 1, p. 25-36, 2011.
- BEZERRA NETO, F.; PORTO, V. C. N.; GOMES, E. G.; CECILIO FILHO, A. B.; MORERA, J. N. Assessment of agro economic indices in polycultures of lettuce, rocket and carrot through uni-and multivariate approaches in semi-arid Brazil. **Ecological Indicators**, New York, v. 14, n. 1, p. 11-17, 2012.
- CAMPBELL, B. D.; GRIME, J. P. An experimental test of plant strategy theory. **Ecology**, Washington, v. 73, n. 1, p. 15–29, 1992.

CARON, B. O.; SCHMIDT D.; MANFRON, P. A.; BEHLING A.; ELOY E.; BUSANELLO C. Eficiência do uso da radiação solar por plantas *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. cultivadas sob sombreamento e a pleno sol. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p.257-265, 2014.

CECÍLIO FILHO, A. B.; BEZERRA NETO, F.; REZENDE, B. L. A.; GRENGEIRO, L. C.; LIMA, J. S. S. Indices of competition and bio-agroeconomic efficiency of lettuce and tomato intercrops in greenhouses. **Australian Journal of Crop Science**, Lismore, v. 7, n. 6, p. 809-819, 2013.

CECÍLIO FILHO, A. B.; BEZERRA NETO, F.; REZENDE, B. L. A.; BARROS JÚNIOR, A. P.; LIMA, J. S. S. Indices of bio-agroeconomic efficiency in intercropping systems of cucumber and lettuce in greenhouse. **Australian Journal of Crop Science**, Lismore, v. 9, n. 12, p. 1154-1164, 2015.

CECILIO FILHO, A. B.; BIANCO, S. M.; TARTIVO, F. C.; PUGINA, C. M. G. Agronomic viability of New Zealand spinach and kale intercropping. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro v. 89, n. 4, p. 2975-2986, 2017.

CHAICHI, M. R.; DARYAEI, F.; AQAALIKHANI, M. Forage production of sorghum and alfalfa in soil and intercropping system. **Asian Journal Plant Science**, Bholapkur, v. 6, p. 833-838, 2007.

DE WIT, C. T. On competition. **Verslagen Landbouwkundige Onderzoekingen**, Wageningen, v. 66, p. 1- 82, 1960.

DHIMA, K. V.; LITHOURGIDIS, A. S.; VASILAKOGLU, I. B.; DORDAS, C. A. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 100, n.2-3, p. 249-256, 2007.

ESMAEILI, A.; SADEGHPOUR, S. M. B.; HOSSEINI, E.; JAHANZADM. R.; CHICHI, M.; HASHAMI. Evaluation of seed yield and competition indices for intercropped barley (*Hordeum vulgare*) and annual medic (*Medicago scutellata*). **International Journal of Plant Production**, v. 5, n. 4, p. 395-404, 2012.

FEDERER, W. T. Statistical issues in intercropping. In: EL-SHAARAWI, A.H., PIEGORSCH, W.W., PIEGORSCH, W. **Encyclopedia of environmetrics**. 1st edition, New York: Wiley, p.1064-1069, 2002.

FLECK, N. G.; AGOSTINETTO, D.; GALON, L.; SCHAEGLER, C. E. Competitividade relativa entre cultivares de arroz irrigado e biótipo de arroz-vermelho. **Planta Daninha**, Viçosa, v.26, n.1, p.101-111, 2008.

GRACE, J. B. The influence of the strategic planning process on strategic. **Ecology**, Washington, v. 76, n. 1, p. 305-308, 1995.

HARPER, J. L. **Population biology of plants**. London: Academic Press, 1977. 892 p.

MCGILCHRIST, C. A.; TRENBATH, B. R. A revised analysis of plant competition experiments. **Biometrics**, Raleigh, v. 27, n. 3, p. 659-671, 1971.

NEDUNCHEZHIAN, M.; RAO, K. R.; SATAPATHY, B. S. Productivity potential, biological efficiency and economics of sweet potato (*Ipomoea batatas*)-based strip intercropping systems in rainfed Alfisols. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 80, n. 4, p. 321-324, 2010.

ODO, P. E. Evaluation of short and tall sorghum varieties in mixtures with cowpea in the Sudan savanna of Nigeria: land equivalent ratio, grain yield and system productivity index. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 27, n. 4, p. 435-441, 1991.

REZENDE B. L. A.; CECÍLIO FILHO, A. B.; PÔRTO, D. R. Q.; BARROS JUNIOR, A. P.; SILVA, G. S.; BARBOSA, J. C.; FELTRIM, L. F.. Consórcios de alface crespa e pepino em função da população do pepino e época de cultivo. **Interciencia**, Caracas, v. 35, n. 5, 2010.

WAHLA, I. H.; AHMAD, R.; EHSANULLAH; AHMAD. A.; JABBAR ABDUL. Competitive functions of components crops in some barley based intercropping systems. **International Journal of Agriculture and Biology**, Faisalabad, v. 11, p. 69-72, 2009.

WEIGELT, A.; JOLLIFFE, P. Indices of plant competition. **Journal of ecology**, Oxford, v. 91, n. 5, p. 707-720, 2003.

WILLEY, R. W.; RAO, M. R. A. Competitive ratio for quantifying competition between intercrops. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 16, n.1, p. 117-125, 1980.

WILLEY, R. W. Intercropping-its importance and research needs. Part 2-Agronomy and research needs. **Field Crops Abstracts**, Wallingford, v. 32, n. 2, p. 73-85, 1979.