

FUNDAÇÃO CARGILL

27

MATÉRIA SECA, ABSORÇÃO E
EXPORTAÇÃO DE MACRO E
MICRONUTRIENTES PELO TRIGO,
SOB REGIME DE SEQUEIRO E
IRRIGADO EM LATOSSOLO ROXO

José Ubirajara Garcia Fontoura
Amoacy Carvalho Fabrício
Henrique Paulo Haag

MATÉRIA SECA, ABSORÇÃO E EXPORTAÇÃO
DE MACRO E MICRONUTRIENTES PELO
TRIGO, SOB REGIME DE SEQUEIRO E
IRRIGADO EM LATOSSOLO ROXO

JOSÉ UBIRAJARA GARCIA FONTOURA
AMOACY CARVALHO FABRÍCIO

Pesquisadores, Doutores, da
UEPAE de Dourados / EMBRAPA
Dourados, MS

HENRIQUE PAULO HAAG

Professor Titular, Doutor ,
Dept. de Química, Esc. Sup.
de Agric. "Luiz de Queiroz",
USP, Piracicaba, SP

Fundação Cargill
Campinas, SP, Brasil
1988

1a. tiragem de 700 exemplares
Nº 139, fevereiro de 1988

FUNDAÇÃO CARGILL

Sede - São Paulo , SP
Escritório : Rua Tiradentes
460, VILA ITAPURA
13 023 CAMPINAS, SP, BRASIL

Fontoura, José Ubirajara Garcia

Matéria seca, absorção e exportação de macro e micronutrientes pelo trigo, sob regime de sequeiro e irrigado em Latossolo roxo, por José Ubirajara Garcia Fontoura e outros. Campinas, Fundação Cargill, 1988.

v, 83p., 21 cm.

1. Matéria seca - Produção. 2. Nutrientes em trigo. 3. Trigo - Nutrição. 4. Trigo - Matéria seca - Produção. I. Fabrício, Amacy Carvalho, colab. II. Haag, Henrique Paulo, colab. III. Fundação Cargill

CDD 633.11

APRESENTAÇÃO

Em 1982 a Fundação Cargill publicou em dois volumes a obra - TRIGO NO BRASIL - com a colaboração das maiores autoridades na cultura do trigo. Dos 17 capítulos nenhum apresentou dados relativos a absorção e exportação de nutrientes pela cultura do trigo. A omissão destes dados não constitui falha no trabalho mas simplesmente porque estes dados não existiam.

O presente trabalho vem suprir esta lacuna apresentando a produção de matéria seca e a concentração e acúmulo dos macro e micronutrientes por duas cultivares BR 1146 e IAC 24 - Tucuruí em duas condições de disponibilidade d'água - sequeiro e irrigado.

O trabalho completa-se com a produção de grãos e eficiência na utilização de nutrientes. Finalmente apresenta um capítulo intitulado - Considerações Gerais - onde os autores comparam as adubações gerais com os dados de extração.

Por último e não por menos os autores agradecem a Fundação Cargill, em pessoa de seu presidente Dr. Francisco da Costa Verdade, a acolhida e publicação do presente trabalho.

SUMÁRIO

	<u>Página</u>
1 - INTRODUÇÃO.....	01
2 - NUTRIÇÃO MINERAL.....	02
3 - ESTUDOS ESPECÍFICOS.....	10
3.1 - Desenvolvimento da planta.....	13
3.2 - Concentração e acúmulo de nutrientes na planta.....	17
3.2.1 - Nitrogênio.....	17
3.2.2 - Fósforo.....	20
3.2.3 - Potássio.....	22
3.2.4 - Cálcio.....	24
3.2.5 - Magnésio.....	25
3.2.6 - Enxofre.....	27
3.2.7 - Boro.....	29
3.2.8 - Cobre.....	31
3.2.9 - Ferro.....	33
3.2.10 - Manganês.....	34
3.2.11 - Zinco.....	35
3.3 - Acúmulo de matéria seca e nutrientes nas partes das plantas.	37
3.3.1 - Matéria seca.....	37
3.3.2 - Nitrogênio.....	39
3.3.3 - Fósforo.....	42
3.3.4 - Potássio.....	43
3.3.5 - Cálcio.....	45
3.3.6 - Magnésio.....	47
3.3.7 - Enxofre.....	49
3.3.8 - Boro.....	51
3.3.9 - Cobre.....	53
3.3.10 - Ferro.....	55
3.3.11 - Manganês.....	57
3.3.12 - Zinco.....	59

Página

3.4 - Distribuição percentual da matéria seca e nutrientes nos Órgãos da planta.....	61
4 - PRODUÇÃO DE GRÃOS.....	65
5 - NUTRIENTES.....	66
5.1 - Consumo e exportação de nutrientes.....	66
5.2 - Eficiência na utilização de nutrientes.....	70
6 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	70
7 - CONCLUSÕES.....	73
7.1 - Crescimento da planta.....	73
7.2 - Absorção e acúmulo de nutrientes.....	74
7.3 - Produção de grãos e exportação de nutrientes.....	74
LITERATURA CITADA.....	75

MATÉRIA SECA, ABSORÇÃO E EXPORTAÇÃO DE MACRO E MICRONUTRIENTES PELO TRIGO, SOB REGIME DE SEQUEIRO E IRRIGADO EM LATOSSOLO ROXO

1 - INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um cereal de grande importância na alimentação humana, na maioria dos países do mundo. Tanto sua área de cultivo como produção total, situam-se em primeiro lugar entre os cereais. A área e produção mundial em 1983 foram respectivamente 231,9 milhões de hectares e 521,7 milhões de toneladas, resultando numa produtividade média de 2.250 kg/ha (FAO, 1984).

No Brasil a área média cultivada, no período de 1973-78, era de aproximadamente 2,7 milhões de hectares e uma produção de 2,0 milhões de toneladas, o que representava 1,18% do total mundial e uma produção de 0,63% (TOMASINI, 1982). No período de 1980-85 a média de área cultivada anual esteve abaixo de 2,5 milhões de hectares e produção média de aproximadamente 2,55 milhões de toneladas, proporcionando assim uma produtividade média anual de 1000 kg/ha (EMBRAPA, 1983 e BANCO DO BRASIL, 1986). Neste último período, os Estados brasileiros que mais contribuíram para a produção foram, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo e Mato Grosso do Sul com 53,20, 32,44, 6,23 e 5,85% respectivamente, do total da produção.

A cultura do trigo localiza-se principalmente nas áreas de clima temperado, ou seja, no sul do país. Entretanto, nos últimos dez anos tem-se expandido para as de clima sub-tropical e tropical das regiões Centro-Sul e Centro-Oeste (BRASIL, 1985).

A área cultivada, produção e produtividade tem apresentado variações nos últimos dez anos devido a uma falta de estabilidade nas políticas de financiamentos da cultura, preço mínimo da produção e fracassos de safra (TOMASINI, 1982). Os fracassos são devidos às variações climáticas no decorrer do ciclo da cultura, principalmente, deficiências hídricas, excesso de chuvas e temperaturas baixas em períodos críticos da cultura. Estas adversidades climáticas, além de causarem problemas ao desenvolvimento da planta, favorecem o aparecimento de enfermidades (MOTA, 1982).

Nas regiões localizadas acima da latitude de 24°S , especialmente no norte e oeste do Estado do Paraná, São Paulo e sul do MS, o cultivo é feito no período do outono-inverno, onde as precipitações pluviais são escassas e as temperaturas médias são elevadas (SILVA, 1971).

Os plantios são feitos através do sistema de sequeiro, aproveitando somente as águas das chuvas, porém nos últimos anos, alguns pesquisadores vem estudando a irrigação suplementar para esta cultura (SILVA, 1976; SILVA et al., 1982 e CAIHEIROS et al., 1986).

Existe um elevado número de cultivares estudadas e adaptadas para as condições de clima temperado (OSÓRIO, 1982). Ao passo que para as condições de clima tropical e sub-tropical, principalmente para plantios irrigados, o número de cultivares é restrito e seu comportamento e exigências nutricionais nestas condições são pouco estudados.

Onde há deficiência hídrica no período de cultivo do trigo, as pesquisas com uso de irrigação mostram que é possível duplicar ou triplicar a produção das cultivares normalmente cultivadas sem irrigação (BASSIRI & NAKHAPETIAN, 1977).

A nutrição adequada da planta é fundamental para a obtenção de altas produtividades. E, partindo-se da hipótese de que a produção de matéria seca e absorção de nutrientes pela planta e seus órgãos pode variar em cada cultivar e adaptabilidade a diferentes disponibilidades de água, entende-se que o maior conhecimento sobre estas características facilitaria a recomendação de cultivares, doses e épocas de aplicação de nutrientes (GASSER & THORBURN, 1972; SHIMSHI & KAFKAFI, 1978 e KARLEN & WHITNEY, 1980).

Serão apresentados dados de produção de matéria seca e absorção cumulativa de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco na planta, produção de grãos e exportação de nutrientes pelas cultivares de trigo B11146 e IAC 24-Tucuruí em regime de sequeiro e irrigado.

2 - NUTRIÇÃO MINERAL DO TRIGO

Os estudos com absorção de nutrientes pela planta de trigo, foram intensificados nas últimas três décadas. Até então, o nutriente mais estudado era o nitrogênio, considerando-se apenas as condições naturais de clima e sem diversificação de cultivares. Nos últimos trinta anos foram inten

sificadas as pesquisas com outros nutrientes, principalmente fósforo, potássio, cálcio e magnésio. A partir daí vem sendo consideradas as diferentes condições ambientais, cultivares e disponibilidades de água.

No Brasil, até recentemente os estudos com a cultura concentravam-se no sul do país, principalmente visando o melhoramento genético da espécie para sua adaptação às adversidades de clima, solo e resistência às enfermidades. Os trabalhos com nutrição e adubação da cultura visavam basicamente o fornecimento de nutrientes para a obtenção de altas produtividades, não havendo preocupação quanto as necessidades nutricionais da planta (EMBRAPA, 1984).

Os levantamentos bibliográficos sobre trabalhos realizados com a cultura no Brasil (EMBRAPA, 1981 e EMBRAPA, 1984) mostram que dos aproximadamente 1500 trabalhos catalogados, menos de dez referem-se a concentração e acúmulo de nutrientes na planta.

Estudando a produção de matéria seca em trigo em condições de campo BOATWRIGHT & HASS (1961) relatam que a planta atinge o máximo de produção no estágio de emissão da espiga e que a partir do início da formação do grão há uma acentuada queda no teor de matéria seca nas diversas partes da planta e um crescente aumento no grão até o final da maturação.

A produção e acúmulo de matéria seca na parte vegetativa e nos grãos, além de outros fatores, depende das características genéticas das cultivares e da disponibilidade de água durante o seu desenvolvimento. McNEAL et al. (1966) trabalhando com cinco cultivares americanas de trigo, nos EUA, mostraram que o máximo desenvolvimento das folhas ocorreu na floração e do colmo no estágio da ântese. No entanto, as cultivares não mostraram diferenças quanto ao seu crescimento final.

GAMA (1977a e 1977b) estudando a nutrição do trigo em vasos com solo de textura franco-arenosa, em Portugal, obteve uma produção máxima de matéria seca de 8,14 g/planta e um acúmulo máximo de magnésio, cálcio, potássio e enxofre de 22, 29, 113 e 37 mg/planta, respectivamente.

Para estudar os estádios de desenvolvimento da planta de trigo, acúmulo de matéria seca, nitrogênio, fósforo e potássio, WALDRÉN & FROMERDAY (1979), conduziram experimentos em condições de campo, no EUA, durante três anos consecutivos. Concluíram que o máximo de matéria seca da folha ocorria no estágio da floração e do colmo até o início da formação do grão. Em relação ao conteúdo total na planta, até a maturação, houve um acúmulo no grão de 38% da matéria seca, 71% do nitrogênio, 75% do fósforo e 17% do po-

tássio. Sendo que o máximo acúmulo verificado por planta foi de 7,61g de matéria seca, 94mg de nitrogênio, 16mg de fósforo e 146mg de potássio.

O acúmulo de matéria seca na planta inteira segundo KARLEN & WHITNEY (1980), obtido em experimentos em Kansas, USA, obedece o modelo de curva sigmóide, desde a germinação até a maturação, ocorrendo um acúmulo mínimo até o início da elongação do colmo, atingindo o máximo na maturação fisiológica e diminuindo na maturação final. O mesmo estudo, mostra o comportamento do acúmulo de nutrientes nas diferentes partes da planta, desde o início da fase vegetativa até a maturação final, onde foram constados diferentes teores de nutrientes em cada órgão. A concentração de nitrogênio, fósforo, enxofre e cobre nas folhas decresceu linearmente até a planta atingir a maturação, sendo que a de potássio foi relativamente constante até o início da floração, decrescendo a partir daí. O teor de magnésio manteve-se mais ou menos constante durante todo o ciclo e o de manganês e zinco mostraram variações ao longo do ciclo. No colmo, a concentração de nitrogênio e enxofre decresceu desde a elongação até a maturação fisiológica; o fósforo, potássio, cálcio, magnésio e zinco decresceu desde a elongação até a floração, tendendo a uma constância próximo a maturação fisiológica. Nas espigas, a concentração de nitrogênio, fósforo, magnésio, enxofre e manganês foi muito variável durante o desenvolvimento das mesmas, sendo que o potássio decresceu a partir da emissão. Nos grãos, a concentração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio não apresentou variações no início ao final do seu desenvolvimento, sendo os teores de manganês e zinco muito variáveis.

Conduzindo diversos experimentos na Austrália, em vasos, com objetivo de estudar a influência da irrigação sobre o trigo, ALSTON (1980) concluiu que com essa prática contínua, a produção de matéria seca da palha e dos grãos foi maior do que com o tratamento que recebeu somente uma irrigação. No entanto, a concentração de nitrogênio e fósforo foi superior quando a planta recebeu uma irrigação no início do ciclo.

Através de pesquisa, em ambiente controlado com a utilização de fósforo radioativo, realizada no Canadá, PENNIE (1956), concluiu que o tipo de solo e clima influenciaram mais fortemente no teor de fósforo acumulado no grão do trigo do que a fonte de fertilizante fosfatado utilizada.

O conhecimento sobre o desenvolvimento da planta, a quantidade de nutrientes absorvidos e exportados pelos grãos é importante para fazer-se

as futuras recomendações de adubação. A este respeito, PETERSON (1965) relata que os micronutrientes se encontram em maior quantidade na matéria seca dos grãos do que da palha. KALCKMANN & PILTZER (1966) trabalhando em solos brasileiros observaram que os maiores teores de nitrogênio e fósforo estão localizados nos grãos, enquanto o potássio se acumula em maior quantidade na parte vegetativa da planta.

CASSER & THORBURN (1972), conduzindo experimentos com e sem irrigação em condições naturais na Inglaterra, concluíram que o suprimento de água influi diferentemente em cada nutriente. Com o uso da irrigação aumentaram os teores de fósforo, potássio e sódio na palha e diminuíram os teores de nitrogênio, cálcio e magnésio. No entanto nas espigas decresceram os teores de potássio, cálcio e magnésio e cresceram os de nitrogênio, fósforo e magnésio.

Em concordância ao trabalho anterior, BASSIRI & NAHAPETIAN (1977) relatam que através de pesquisa realizada no Irã, com oito cultivares de trigo iranianas e duas mexicanas sob condições de irrigação e sequeiro, a concentração média de fósforo foi maior no tratamento irrigado e a de cálcio e magnésio foi menor. No entanto, a concentração média de zinco e ferro não diferiu nas duas disponibilidades de água, assim como não houve interação entre cultivares e irrigação.

Estudando a absorção de nutrientes com as cultivares brasileiras BH 1146 e IAS 3795, em casa de vegetação, usando Latossolo vermelho-escuro, fase arenosa, GARGANTINI & BLANCO (1973), observaram que nos primeiros 21 dias de idade, o trigo desenvolveu-se de forma lenta e a partir daí cresceu em ritmo intenso, estabilizando-se em altura no estágio do florescimento. Foi verificado que a cultivar IAS 3795 produziu maior quantidade de matéria seca total. Com relação aos nutrientes, a cultivar BH 1146 atingiu maior concentração de todos os macronutrientes na parte aérea. Nas espigas foi verificado uma maior concentração de nitrogênio, potássio e magnésio para a mesma cultivar e uma maior concentração de fósforo e cálcio na IAS 3795, sendo que a concentração de enxofre não diferiu entre ambos.

BAKER & TUCKER (1973) com base em experimento realizado em um solo deficiente em nitrogênio e fósforo dos EUA, obtiveram em plantas com 43 dias de idade, a mesma concentração de nitrogênio, fósforo e potássio, com valores de 5%, 0,46% e 2,7% respectivamente.

Os fatores que mais influenciam os teores de micronutrientes na

matéria seca das plantas, são a sua disponibilidade no solo, índice de pH, umidade, aeração do solo, temperatura do solo e interação entre nutrientes (LUCAS & KNEZEK, 1972). Os micronutrientes do grão são provenientes das reservas da planta, principalmente das folhas e o mecanismo de transporte poderá ser influenciado pelas deficiências no suprimento de água (GREGORY et al., 1979).

GULATI et al. (1980) estudaram na Índia, em casa-de-vegetação, a influência de três diferentes lâminas de água (1,2, 1,5 e 2cm) e concentração de boro no solo no teor deste nutriente na matéria seca da planta de trigo; verificaram que a concentração na planta é fortemente influenciada pela disponibilidade de água. Em média, na maturação, a planta de trigo acumulou 151, 183 e 212 ppm de boro, respectivamente para as três lâminas d' água estudadas.

Através da literatura verifica-se que os micronutrientes mais estudados na nutrição do trigo são ferro, zinco, manganês, cobre e boro, os quais são encontrados em maior teor na matéria seca.

Como as concentrações de micronutrientes na planta atingem níveis baixos e a produtividade média da cultura é baixa, as reservas do solo, normalmente são suficientes para o suprimento da planta (MALAVOLTA et al., 1974).

A concentração de micronutrientes em plantas de trigo foi estudada em solo arenoso da Índia por BRAR & SEKHON (1978), verificando que as plantas na fase vegetativa atingiram 30,3 ppm de zinco, 4,8 ppm de cobre, 87 ppm de ferro e 153 ppm de manganês.

SINGH et al. (1980) estudando na Índia, níveis críticos de zinco para produção de trigo em um solo de aluvião com 5,37 a 0,45 ppm do nutriente, verificaram que a planta armazena aproximadamente 17 ppm no tecido. Nessas mesmas condições é relatado que o nível crítico de zinco no tecido é de 24,5 ppm, considerando-se uma produção relativa de 90%.

Entre os micronutrientes mais estudados, o cobre é o que se apresenta em menor concentração. Comprovando esta afirmativa, ROBSON et al. (1984) conduzindo experimento sobre efeito de estresse hídrico em casa-de-vegetação, na Austrália, concluíram que a concentração crítica nas folhas é de 1,3 µg/g de matéria seca. Em condições de campo, os autores detectaram a máxima concentração nas folhas novas em plantas com 33 dias de idade (4,4 ppm) e a mínima na maturação (0,7 ppm).

Para estudar a concentração de nitrogênio e fósforo nas cultivares

"Plainsman V", "Newton" e "Lamed" em três estádios do ciclo vegetativo, FJELL et al. (1984) realizaram experimento em Kansas-EUA, durante dois anos consecutivos. O maior teor de nitrogênio e fósforo nas três cultivares foi verificado no estágio do perfilhamento, onde a cultivar que mostrou maior teor de nitrogênio foi a "Plainsman V", tendo o fósforo apresentado teor similar em todas. No entanto, no estágio de maturação, as três cultivares não diferiram nos teores de nitrogênio e fósforo nos dois anos de estudo, sendo que no final do ciclo, a cultivar "Plainsman V" acumulou os maiores teores de nitrogênio e fósforo no grão.

COX et al. (1985) trabalharam na Califórnia, EUA, para verificar a influência da variação genética no acúmulo de matéria seca e nitrogênio nas cultivares de trigo mexicanas "Anza" e "Cajene 71" e 96 linhagens híbridas oriundas destas. Mostraram que existem diferenças de comportamento entre as cultivares e seus híbridos: na fase de floração a cultivar "Anza", acumulou maior quantidade de matéria seca do que a "Cajene 71", no entanto na maturação ocorreu o inverso. Com relação ao nitrogênio na maturação, o grão continha 2,77% e 2,43%, respectivamente na cultivar "Cajene 71" e "Anza", não mostrando diferenças em ambas durante a fase da floração.

GALRÃO & SOUSA (1985) estudando nutrição de trigo em um solo orgânico da região do cerrado brasileiro analisaram a folha bandeira da planta, na fase da floração, e verificaram que os teores de nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, ferro e manganês são 3,80%; 1,62%; 0,47%; 0,47%; 123,5ppm e 106,5 ppm, respectivamente. Estes valores foram superiores aos encontrados no grão na fase de maturação. No entanto os teores de fósforo e zinco foram encontrados em maior quantidade no grão e os de cobre não diferiram entre si.

O estudo da nutrição de trigo em Cambissolo Álico no Estado de São Paulo, Brasil, realizados por BATAGLIA et al. (1985) com as cultivares mexicana "Siete Cerros" e "Alondra" e a cultivar brasileira "IAC 5-Maringá" mostra diferenças na concentração de nutrientes entre as cultivares. A pesquisa mostra ainda que as diferenças entre as cultivares são variáveis em cada ano de cultivo. A cultivar "IAC-5-Maringá" acumulou mais nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, cobre e zinco do que as demais mas a cultivar "Siete Cerros" acumulou mais fósforo.

GRAHAM et al. (1985) visando determinar os níveis críticos de manganês para produção de grãos, verificaram que os teores na matéria seca são

influenciados pelas condições climáticas e diferenças genéticas de cada cultivar. Mostraram que até uma determinada produção de matéria seca por área há um aumento na concentração de manganês, sendo o nível adequado de 11ppm. No entanto no colmo, aos 37 dias de idade foram encontrados 35 ppm e em material produzido em solos ácidos do sul da Austrália, normalmente atinge 60-100 ppm.

O conhecimento sobre o potencial de produção de grãos das diferentes cultivares, a extração e a exportação de nutrientes é importante para poder-se estabelecer os melhores níveis de adubação e formas de aplicação.

McNEAL et al. (1968) trabalhando em condições de campo em Montana, EUA, com seis cultivares americanas e a brasileira "Frenteira", sob condições de irrigação, constataram haver diferenças de produção de matéria seca e concentração de nitrogênio. Em média as cultivares irrigadas acumularam o dobro de nitrogênio, no entanto nesta condição exportaram pelo grão 66% do N total e 75% quando não irrigadas.

A produção de grãos é influenciada pelos componentes da produção e para avaliar este comportamento, DAY & INTALAP (1970), SHIMSHI & KAFKAFI (1978) e SHARMA et al. (1981), realizaram experimentos no Estado do Arizona, USA, Índia e Israel, respectivamente, incluindo tratamentos com déficit hídrico sobre a planta. Concluíram que a medida que crescia a deficiência, havia redução do número de perfilhos/planta, número de grãos/espiga e peso de grãos.

Na região do Planalto Central brasileiro em solos originariamente de vegetação de cerrados onde chuvas são escassas na época de cultivo de trigo, SILVA et al. (1976) mostraram que com o uso da irrigação, as cultivares brasileiras e estrangeiras atingem rendimentos de até 3000 kg/ha, produtividade 3 vezes superior a média nacional (TOMASINI, 1982). Em concordância com estes resultados, SILVA et al. (1982) e CAIJEIROS et al. (1986) obtiveram em solos de alta fertilidade e com chuvas escassas, no sul do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, com o uso da irrigação por aspersão, rendimentos médios com cultivares locais até 3096 kg/ha, enquanto em condições de sequeiro o rendimento não ultrapassou de 1130 kg/ha.

SINGH & AGGARWAL (1976) estudando três disponibilidades de água, 30%, 50% e 70% da capacidade de campo em um solo arenoso-argiloso da região árida da Índia, concluíram que os níveis de irrigação afetaram a produção de grãos, mas a produção de matéria seca na emergência da espiga não foi influenciada.

Através de estudos realizados no Canadá, CAMPBELL et al. (1977) com tratamento irrigado, precipitação natural e sete doses de nitrogênio, aplicados na cultivar "Maniton", verificaram que os componentes de rendimento, como o número de plantas/área, número de perfilhos/planta, número de grãos/espiga e peso de grãos são influenciados pelo fornecimento de nitrogênio e suprimento de água. No entanto relataram que o regime de água não afeta a concentração de nitrogênio na parte aérea da planta e o acúmulo total é fortemente influenciado pela irrigação, pois este é função do fornecimento de água.

Utilizando quatro tratamentos com irrigação; testemunha, uma, duas e três irrigações durante o ciclo da planta, em um solo arenoso⁽¹⁾, SINGH et al. (1979) verificaram que a produção de palha e grãos cresceu com o número de irrigações. O teor de fósforo no grão foi altamente influenciado pelas irrigações, assim como o acúmulo de nitrogênio na parte aérea da planta.

Através de trabalho semelhante ao anterior, SHIMSHI & KAFKAFI (1978) estudando irrigação suplementar, com uma, duas e três vezes durante o ciclo da cultura, notaram uma maior produção de grãos com o tratamento aplicado logo após a germinação mais a aplicação na emissão da espiga, seguido do tratamentos aplicado somente após a germinação.

MUZILLI & HOEPNER (1981) através de estudos com a nutrição do trigo realizados no Estado do Paraná, mostraram que a espécie tem crescimento lento até atingir o estágio do perfilhamento, intensificando a partir daí até o estágio de grão leitoso, sendo que posteriormente só há um pequeno acúmulo de matéria seca. O nitrogênio, fósforo e potássio são acumulados em maior quantidade até o emborrachamento, respectivamente 68%, 65% e 90% do total encontrado na planta, atingindo o máximo no estágio de grão leitoso.

A absorção de macronutrientes pela planta, conforme GARGANTINI & BLANCO (1973) e KARLEN & WHITNEY (1980) é feita em quantidades que obedecem a seguinte ordem: $K > N > Ca > P > S > Mg$, no entanto a exportação destes pelo grão não obedece a mesma ordem, sendo os mais exportados o nitrogênio, cálcio, magnésio, enxofre, potássio e fósforo.

⁽¹⁾ Na Índia.

3 - ESTUDOS ESPECÍFICOS

A pesquisa que deu origem a este trabalho foi executada na UEPAE de Dourados, MS, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, localizada a 22°14' de latitude sul e a 54°49' de longitude Oeste, a uma altitude média de 452 m.

A média anual de precipitação pluvial é de 1300 mm, sendo que, aproximadamente 75% ocorrem no período outubro-abril e 30% de maio-setembro, período mais frio do ano. A temperatura média anual é 22,1°C, sendo 28,8°C a média das máximas e 16,7°C a média das mínimas. A média anual da umidade relativa é 74% (Vide Quadro 1).

O solo é classificado como sendo latossolo roxo distrófico de textura argilosa, fase campo (BRASIL, 1971). Os resultados da análise química do solo, realizada antes do plantio, são apresentados na relação a seguir.

Determinações	Anostra 1 ⁽¹⁾	Anostra 2 ⁽²⁾
pH em H ₂ O (1:2,5)	6,2	6,1
Al ⁺³ (m.e./100g de solo)	0,0	0,0 KCl 1N, 1:10
Ca ⁺² (m.e./100g de solo)	11,2	8,4 KCl 1N, 1:10
Mg ⁺² (m.e./100g de solo)	1,9	2,0 KCl 1N, 1:10
P (ppm)	2,0	1,7 Mehlich
K ⁺ (ppm)	154	124 Mehlich
Cu (ppm)	10,3	7,9 DTPA-TEA ⁽³⁾
Fe (ppm)	1,2	3,3 DTPA-TEA ⁽³⁾
Mn (ppm)	74,2	61,1 DTPA-TEA ⁽³⁾
Zn (ppm)	0,31	0,20 DTPA-TEA ⁽³⁾
C (%)	2,3	2,1

(¹) Anostra 1 - área do experimento irrigado.

(²) Anostra 2 - área do experimento sem irrigação.

(³) Dietilenotriamino pentaoético - Trietanolamina.

Quadro 1 - Precipitação pluviométrica acumulada por decênio, médias mensais das temperaturas máxima, mínima e média e umidade relativa do ar e data das irrigações, ocorridas no ciclo da cultura

Mês/decênio	Precipitação	Irrigações 30mm	Temperatura			Umidade relativa
			Máxima	Mínima	Média	
	mm	dias	← °C →			%
Maio 1º	31	4				
2º	28	19				
3º	11	30				
Total	70		27,2	15,3	21,2	80
Junho 1º	11					
2º	0	13				
3º	0	21				
Total	11		25,0	10,8	17,9	75
Julho 1º	37					
2º	0	13				
3º	0					
Total	37		24,4	11,0	17,7	64
Agosto 1º	22	11				
2º	0					
3º	0					
Total	22		27,7	13,0	20,3	67

FONTE: UEPAE de Dourados/EMBRAPA.

As cultivares utilizadas foram a BH 1146, criada pela Estação Experimental de Belo Horizonte-MG, de porte alto e com tolerância à deficiência hídrica e a IAC-24-Tucunã, criada pelo Instituto Agronômico de Campinas, de porte baixo com menor tolerância à deficiência hídrica, sendo ambas de ciclo médio. Foram realizadas seis amostragens de plantas, aos 10, 30, 50, 70, 90 e 110 dias após a emergência, correspondendo respectivamente, ao início do perfilhamento, alongamento do colmo, emborrachamento, floração, grão leitoso

e maturação. Foi incluída uma sub-parcela adicional para avaliação dos componentes de produção e rendimento de grãos.

A adubação, imediatamente antes do plantio, foi feita com 20kg de N e 90kg de P_2O_5 por hectare, à base de sulfato de amônio e superfosfato triplo e misturados com o solo antes da sementeira.

Após o plantio, os experimentos de sequeiro e irrigado receberam uma irrigação de 30mm para que a germinação fosse uniforme. A partir daí, no experimento irrigado, instalado a 10cm de profundidade até o final do perfilhamento e a 30cm até a maturação, as irrigações eram realizadas sempre que a tensão da água atingia a 0,5 atm. de pressão, com uma precipitação de 30mm. As ocorrências de chuvas, temperaturas, irrigações efetuadas e amostragens estão apresentadas na Figura 1 e na relação abaixo.

Amostragem	Data	Estádio da planta
1ª	20.05.85	Início do perfilhamento
2ª	09.06.85	Elongamento
3ª	28.06.85	Emborrachamento
4ª	18.07.85	Floração
5ª	10.08.85	Grão leitoso
6ª	30.08.85	Maturação

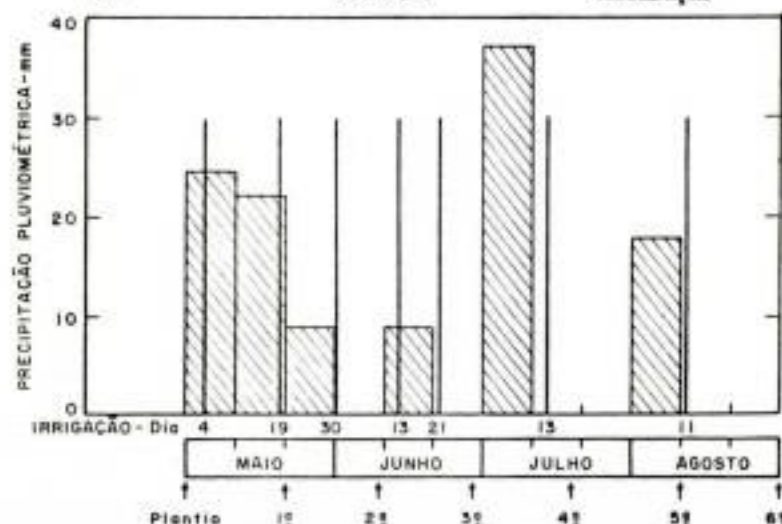


Figura 1 - Precipitação pluviométrica e irrigações realizadas no experimento durante o ciclo da cultura.

A coleta de plantas para determinação da produção de matéria seca e os nutrientes foi feita entre plantas competitivas, mediante o corte do colmo, junto à superfície do solo. Em cada amostragem foram coletadas 20 plantas por subparcela, com exceção da primeira amostragem, 10 dias de idade, em que foram coletadas 50 plantas. As plantas coletadas aos 90 e 110 dias de idade foram divididas em 5 partes: colmo, folha, folha bandeira, grão e espiga para determinação das variáveis anteriormente relacionadas.

A coleta e o preparo das amostras para análise seguiram as recomendações de SARRUGE & HWAG (1974) e o boro determinado segundo MAZHER (1976) pelo método da azometina-H.

3.1 - Desenvolvimento da planta

O desenvolvimento das plantas, avaliado pela produção de matéria seca da parte aérea e produção da matéria seca por área, é apresentado na Figura 2 e Quadro 2.

No regime irrigado, as duas cultivares apresentaram produção de matéria seca por planta e produção de matéria seca por área superior ao regime de sequeiro. Para estes dois parâmetros, a cultivar BH 1146 apresentou maiores valores aos 90 dias de idade. A cultivar IAC-24-Tucuruí em sequeiro apresentou o máximo de produção de matéria seca na mesma idade, no entanto, quando irrigada a produção máxima foi verificada na maturação final (Quadro 3 e Figura 2b).

Nas duas disponibilidades de água, o número de plantas por área apresentou valor máximo no início do ciclo, sendo que no decorrer do desenvolvimento das plantas, este número foi reduzindo-se, atingindo o mínimo na maturação final (Quadro 2 e Figura 3). No regime irrigado, tanto a cultivar BH 1146 como a IAC-24-Tucuruí apresentaram menor redução no número de plantas. A redução na população de plantas, verificado no regime de sequeiro foi devida à deficiência hídrica.

Em experimento semelhante, SHARMA (1981), estudando irrigação em trigo com turnos de rega sempre que a tensão de água no solo atingia 0,5, 1, 2 e 4 atmosferas de pressão, mostrou que com o aumento dos intervalos houve acentuada redução no número de plantas/área e número de perfilhos. KARLEN & WHITNEY (1980) mostram que as plantas de trigo acumulam um mínimo de matéria seca até a elongação do colmo, crescendo até atingir valores má-

Quadro. 2. Produção de matéria seca por planta, número de plantas e produção de matéria seca por área de duas cultivares de trigo cultivadas sob duas disponibilidades de água

Cultivares	Disponibili- dade de água	Dias após a emergência											
		10		30		50		70		90		110	
		g/pl	kg/ha	g/pl	kg/ha	g/pl	kg/ha	g/pl	kg/ha	g/pl	kg/ha	g/pl	kg/ha
BH 1146	Sequeiro	0,049	174,9	0,28	691,6	1,61	3386,2	2,12	4107,9	2,88	3913,4	2,71	3282,1
	Irrigado	0,057	191,8	0,33	1008,8	2,14	3954,4	2,83	5230,9	4,94	9389,2	4,43	9136,1
IAC 24-Tucuruí	Sequeiro	0,048	168,0	0,29	829,4	1,68	3192,0	2,19	3720,4	3,31	3577,5	3,11	3303,2
	Irrigado	0,063	214,9	0,32	1215,5	2,11	4531,1	3,62	6583,8	5,04	8929,6	5,88	10178,8
Nº de plantas/ha													
BH 1146	Sequeiro	3.570.000		2.470.000		2.100.000		1.940.000		1.360.000		1.210.000	
	Irrigado	3.370.000		3.010.000		1.850.000		1.850.000		1.900.000		2.060.000	
IAC 24-Tucuruí	Sequeiro	3.500.000		2.860.000		1.900.000		1.700.000		1.080.000		1.060.000	
	Irrigado	3.400.000		3.740.000		2.150.000		1.820.000		1.770.000		1.730.000	

$$y_1 = 708,40 + 53,75x - 0,19x^2 \quad R^2 = 0,94$$

BH 1146, sequeiro

$$y_2 = -363,22 + 35,59x \quad R^2 = 0,93$$

IAC 24-Tucuruí, sequeiro

$$y_3 = -665,16 + 52,00x \quad R^2 = 0,92$$

BH 1146, irrigado

$$y_4 = -997,31 + 63,96x \quad R^2 = 0,98$$

IAC 24-Tucuruí, irrigado

$$y_1 = 1507,98 + 130,04x - 0,78x^2 \quad R^2 = 0,90$$

BH 1146, sequeiro

$$y_2 = -1228,62 + 114,19x - 0,66x^2 \quad R^2 = 0,92$$

IAC 24-Tucuruí, sequeiro

$$y_3 = -1281,24 + 101,70x \quad R^2 = 0,94$$

BH 1146, irrigado

$$y_4 = -1131,79 + 106,29x \quad R^2 = 0,98$$

IAC 24-Tucuruí, irrigado

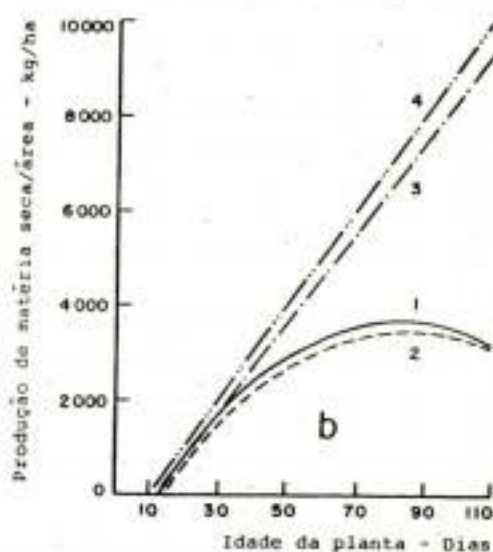
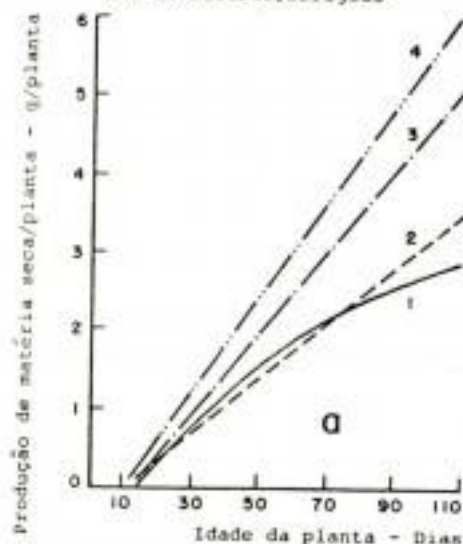


Figura 2 - Produção de matéria seca da parte aérea da planta: a) de trigo e por área; b) em função da idade da planta.

ximos na maturação fisiológica e depois mostram decréscimo até a maturação final. Comportamento semelhante ao observado pelo último autor foi mostr^{do} pelas duas cultivares em regime de sequeiro na pesquisa apresentada e no regime irrigado verificou-se comportamento crescente desde o início do ciclo até a maturação final.

BOWWRIGHT & HASS (1961) e PAGE et al. (1977) conduziram experimentos em condições de campo e relatam que a planta atinge o máximo de produç^{ção} de matéria seca durante o estágio de emissão da espiga, havendo a

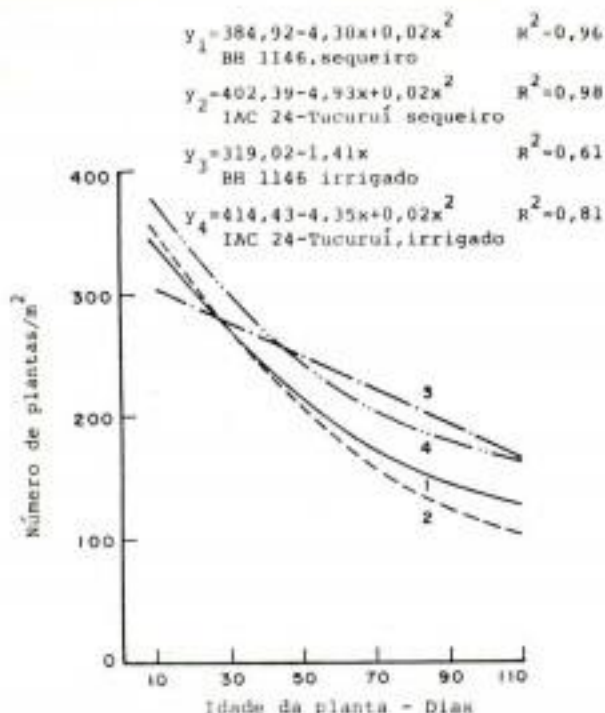


Figura 3 - Número de plantas por área de duas cultivares de trigo, cultivadas em duas disponibilidades de água em função da idade.

partir daí um decréscimo nas diversas partes da planta e um acréscimo na matéria seca dos grãos. Os dados aqui relatados discordam em parte dos resultados obtidos pelo autor, pois a maior produção de matéria seca foi obtida no estágio de grão leitoso, com exceção da cultivar IAC-24-Tucuruí com irrigação que apresentou máximo acúmulo na maturação final. Estudando a nutrição da planta de trigo em vasos, GAMA (1977a) obteve uma produção máxima de matéria seca de 8,14 g/planta, sendo que WALSHEN & FLOWERDAY (1979), em condições de campo durante três anos consecutivos, obtiveram uma produção máxima de matéria seca por planta de 7,61g, observando-se assim, que estes valores são muito superiores ao máximo aqui relatado.

3.2 - Concentração e acúmulo de nutrientes na planta

3.2.1 - Nitrogênio

A máxima concentração de nitrogênio na planta foi verificada no início do ciclo, para as duas cultivares e nas duas disponibilidades de água. O acúmulo máximo, considerando a matéria seca produzida por planta, ocorreu no estágio de grão leitoso, com exceção da cultivar IAC-24-Tucuruí quando irrigada, que apresentou acúmulo máximo deste nutriente no final do ciclo. A concentração de nitrogênio nas duas cultivares não mostrou diferenças ao longo do ciclo em cada uma das disponibilidades de água, no entanto, o acúmulo apresentou maiores valores para as cultivares quando cultivadas sob irrigação, sendo que a IAC-24-Tucuruí acumulou maior quantidade nas duas disponibilidades de água (Quadros 3 e 4 e Figura 4).

$$y_1 = -5,69 - 0,09x + 0,0004x^2 \quad R^2 = 0,98$$

BH 1146 e IAC 24-Tucuruí, sequeiro

$$y_2 = -5,49 - 0,08x - 0,0003x^2 \quad R^2 = 0,99$$

BH 1146 e IAC 24-Tucuruí, irrigado

$$y_1 = -11,10 + 1,12x - 0,006x^2 \quad R^2 = 0,93$$

BH 1146, sequeiro

$$y_2 = -11,19 + 1,10x - 0,005x^2 \quad R^2 = 0,95$$

IAC 24-Tucuruí, sequeiro

$$y_3 = -17,23 + 1,55x - 0,007x^2 \quad R^2 = 0,93$$

BH 1146, irrigado

$$y_4 = -16,74 + 1,56x - 0,006x^2 \quad R^2 = 0,95$$

IAC 24-Tucuruí, irrigado

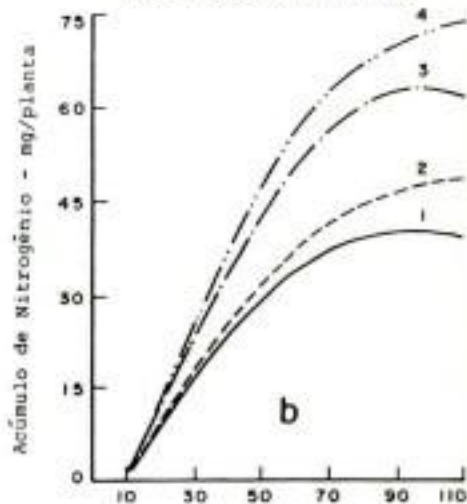
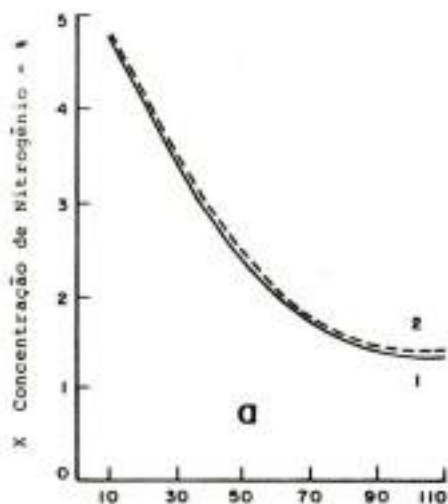


Figura 4 - Concentração (a) e acúmulo (b) de nitrogênio na parte aérea da planta de trigo em função da idade.

Quadro 3. Teor e acúmulo médio de macronutrientes em diversas idades na parte aérea da planta, de duas cultivares de trigo cultivadas em regime de sequeiro

Cultivares	Dias após a emergência											
	10		30		50		70		90		110	
	%	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl
NITROGÊNIO												
BH 1146	4,72	2,32	3,68	10,25	2,17	35,03	1,69	35,63	1,56	43,30	1,33	37,77
IAC 24-Tucuruí	4,90	2,35	3,63	10,54	2,10	35,26	1,80	20,39	1,44	50,45	1,29	46,85
FÓSFORO												
BH 1146	0,25	0,12	0,19	0,53	0,10	1,69	0,09	1,96	0,08	2,73	0,07	2,45
IAC 24-Tucuruí	0,35	0,17	0,16	0,46	0,14	2,47	0,09	2,10	0,06	2,99	0,06	2,75
POTÁSSIO												
BH 1146	4,22	2,07	3,67	10,26	3,06	49,35	1,83	38,90	0,85	28,80	0,97	26,20
IAC 24-Tucuruí	4,28	2,05	3,52	10,18	2,68	45,34	1,64	35,70	0,94	29,45	0,99	26,25
CÁLCIO												
BH 1146	0,41	0,20	0,43	1,22	0,36	5,91	0,19	3,97	0,22	4,67	0,25	3,50
IAC 24-Tucuruí	0,37	0,18	0,38	1,10	0,32	5,43	0,20	4,43	0,23	4,98	0,22	4,13
MAGNÉSIO												
BH 1146	0,32	0,16	0,32	0,91	0,26	4,18	0,15	3,15	0,20	4,99	0,16	3,55
IAC 24-Tucuruí	0,34	0,16	0,33	0,97	0,26	4,45	0,21	4,64	0,23	5,94	0,16	3,55
ENXOFRE												
BH 1146	0,45	0,22	0,52	1,49	0,39	6,22	0,38	8,36	0,42	12,66	0,29	7,86
IAC 24-Tucuruí	0,45	0,21	0,33	0,99	0,43	7,42	0,36	7,81	0,42	14,00	0,22	6,78

Quadro 4. Teor e acúmulo médio de macronutrientes em diversas idades, na parte aérea das plantas de duas cultivares de trigo cultivadas com irrigação

Cultivares	Dias após a emergência											
	10		30		50		70		90		110	
	%	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl
NITROGÊNIO												
BH 1146	4,82	2,77	3,52	11,70	2,27	48,50	1,85	52,36	1,65	70,42	1,32	61,47
IAC 24-Tucuruí	4,60	2,91	3,78	12,29	2,39	50,47	1,78	64,30	1,53	65,07	1,28	74,50
FÓSFORO												
BH 1146	0,33	0,19	0,19	0,66	0,19	3,97	0,13	3,84	0,11	5,39	0,09	4,38
IAC 24-Tucuruí	0,34	0,21	0,26	0,85	0,21	4,38	0,14	5,05	0,10	5,58	0,08	6,83
POTÁSSIO												
BH 1146	4,64	2,67	4,13	13,74	3,71	79,31	2,22	62,66	1,17	61,77	0,69	43,17
IAC 24-Tucuruí	4,24	2,68	3,74	12,20	3,36	70,82	1,91	69,78	1,32	64,47	0,98	62,20
CÁLCIO												
BH 1146	0,46	0,27	0,42	1,39	0,32	6,83	0,21	5,97	0,23	7,99	0,25	5,67
IAC 24-Tucuruí	0,42	0,26	0,38	1,24	0,32	6,74	0,20	7,40	0,20	7,12	0,23	7,41
MAGNÉSIO												
BH 1146	0,31	0,18	0,29	0,98	0,23	4,91	0,19	5,36	0,20	7,83	0,13	4,21
IAC 24-Tucuruí	0,34	0,22	0,30	0,96	0,21	4,61	0,18	6,58	0,16	5,93	0,15	7,27
ENXOFRE												
BH 1146	0,46	0,26	0,43	1,42	0,43	9,14	0,42	11,78	0,35	17,75	0,23	10,44
IAC 24-Tucuruí	0,47	0,30	0,46	1,51	0,49	10,17	0,46	16,42	0,27	14,08	0,25	15,03

Apesar de nos primeiros dias de idade, o acúmulo não ter diferido em todas as situações, na maturação o maior acúmulo foi constatado no regime irrigado para ambas as cultivares.

As diferenças verificadas no acúmulo de nitrogênio, entre as cultivares e disponibilidades de água são em função das diferenças de produção de matéria seca/planta, pois conforme mostra a Figura 4a, não ocorreram diferenças na concentração deste nutriente entre os fatores mencionados. A este respeito, GASSER & THORBURN (1972), trabalhando em condições de campo, com e sem irrigação, mostram que o suprimento de água influi diferentemente sobre a concentração de cada nutriente na planta. No caso particular do nitrogênio, foi verificada uma redução no teor com os tratamentos com irrigação. A concentração de nitrogênio determinada por BAKER & TUCKER (1973) em plantas de trigo, cultivadas em um solo deficiente neste nutriente e em fósforo, atingiu o valor máximo de 5%, aos 43 dias de idade.

CAMPBELL et al. (1977) estudando o efeito de fertilizantes nitrogenados e umidade do solo, sobre a concentração do nitrogênio na parte aérea do trigo, constataram que a concentração do nutriente decresce com o tempo, apresentando 5,39% no estágio de 3 folhas e 0,56% na maturação e que o maior decréscimo ocorre a partir do perfilhamento. Por outro lado, o autor relata que o regime de água não altera a concentração de N na planta.

O acúmulo de nitrogênio apesar de crescente durante todo o ciclo nas duas cultivares e disponibilidades de água, mostra que em condições de sequeiro a cultivar BH 1146 e IAC-24-Tucuruí, aos 50 dias de idade já haviam absorvido 92,7% e 75,2% respectivamente do N acumulado no final do ciclo e em regime de irrigação na mesma idade, o acúmulo foi de 78,9% e 67,7% respectivamente para as duas cultivares. Este fato comprova a necessidade da aplicação da adubação nitrogenada com antecedência ao estágio do emborrachamento como normalmente é feito.

3.2.2 - Fósforo

A máxima concentração de fósforo nas duas cultivares, em ambas as disponibilidades de água, ocorreu no início do desenvolvimento da planta, de crescendo a partir daí e estabilizando-se a partir dos 70 dias de idade. O acúmulo de fósforo na parte aérea da planta foi crescente ao longo do ciclo nas cultivares estudadas independentes da disponibilidade de água. Em regi-

me de sequeiro o acúmulo deste nutriente foi semelhante para as duas cultivares ao longo do ciclo. No entanto, com uso da irrigação houve diferença com relação ao acúmulo deste nutriente, mostrando que a cultivar IAC-24-Tucuruí, acumulou 36% a mais em relação a BH 1146, no final do ciclo (Figura 5 e Quadros 3 e 4). Nas duas disponibilidades de água apesar das cultivares terem apresentado acúmulo crescente, até os 30 dias de idade, este crescimento foi lento, acentuando-se a partir daí. Em "sequeiro" o máximo acúmulo para as duas cultivares e para a BH 1146 sob irrigação ocorreu aos 90 dias de idade, no entanto a cultivar IAC-24-Tucuruí, irrigada, apresentou o máximo de acúmulo na maturação final.

No regime de sequeiro, até os 30 dias de idade as cultivares, BH-1146 e IAC-24-Tucuruí, acumularam 21,6% e 16,7% de fósforo, respectivamente, e em condições de irrigação 15,1% e 12,4%. Este fato mostra a necessidade do suprimento adequado deste nutriente para a planta até o final do ciclo, principalmente quando os cultivos forem com irrigação, sendo que neste particular, deve-se ressaltar que aos 90 dias de idade a cultivar IAC-24-Tucuruí ainda precisaria absorver aproximadamente 18% do P total.

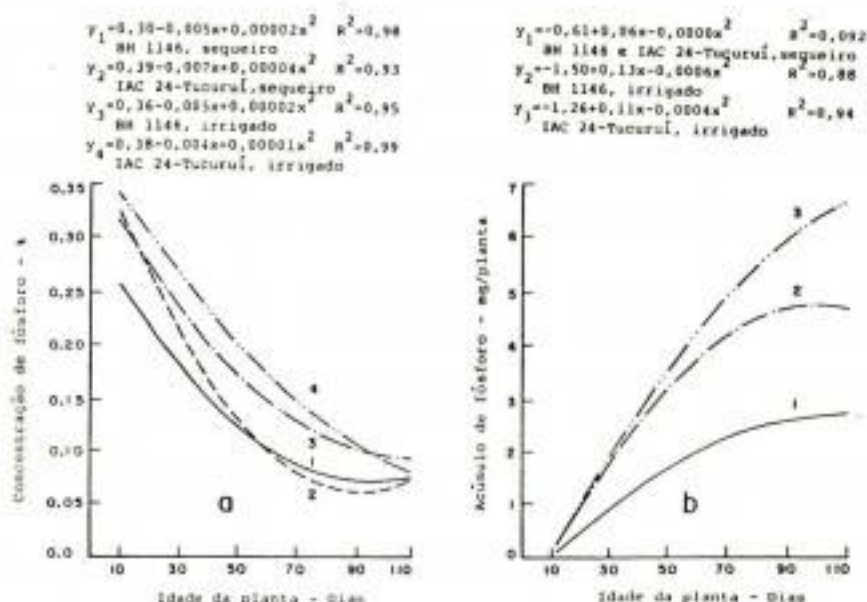


Figura 5 - Concentração (a) e acúmulo (b) de fósforo na parte aérea da planta de trigo em função da idade.

BASSIRI & NAHAYIRIAN (1977) estudando diferentes concentrações de macronutrientes na planta e suas relações, em condições de irrigação e sequeiro, concluíram que a máxima absorção de P pela planta de trigo ocorreu com irrigação, sendo que o grupo de cultivares estudadas não mostraram diferenças na concentração deste nutriente, acontecendo o contrário quando as mesmas foram irrigadas. Não havendo, no entanto, interação entre cultivares e disponibilidade de água. GREGORY et al. (1979) estudando acúmulo e distribuição de nutrientes na planta de trigo, relatam que o máximo acúmulo dos nutrientes ocorre aos 60 dias de idade e que para o fósforo o máximo ocorre mais tardiamente, sendo que o menor acúmulo no final do ciclo é devido a baixa assimilação de nutrientes em relação ao carbono e senescência de algumas folhas e perfilhos.

3.2.3 - Potássio

A concentração e acúmulo de potássio pelas plantas de duas cultivares de trigo em diferentes disponibilidades de água podem ser vistos na Figura 6. Nas quatro situações estudadas, verifica-se que a concentração de potássio decresceu linearmente, desde o início do ciclo até a maturação final. No regime de sequeiro a concentração do nutriente apresentou menor valor nas duas cultivares do que com irrigação. Nas duas disponibilidades de água a cultivar BH 1146 concentrou maior teor de potássio. No regime de sequeiro o máximo acúmulo de potássio para as cultivares ocorreu aos 50 dias de idade, não mostrando diferença entre ambas. No tratamento com irrigação, apesar do máximo acúmulo ter ocorrido na mesma idade, houve diferença entre cultivares, sendo que até o estágio do alongamento o maior acúmulo ocorreu na cultivar BH 1146 e a partir daí este fato ocorreu com a cultivar IAC- 24-Tucuruí (Quadros 3 e 4).

A partir do estágio em que houve o máximo acúmulo de potássio, ocorreu acentuado decréscimo deste nutriente até o final do ciclo. Em regime de sequeiro as cultivares BH 1146 e IAC 24-Tucuruí, reduziu 47% e 42%, respectivamente e quando irrigadas reduziram 45% e 22%. As perdas elevadas deste nutriente devem ser consideradas em função da morte de folhas, as quais junto com o colmo são as principais acumuladoras de potássio. De acordo com ORPHANOS & KJENTOS (1980), os quais estudaram absorção de potássio em solos bem supridos deste nutriente, a concentração do mesmo nas folhas, col

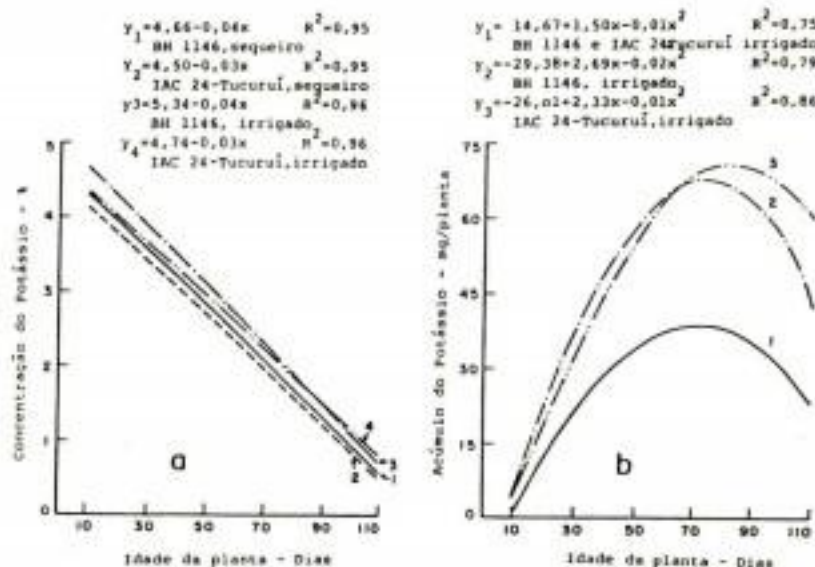


Figura 6 - Concentração (a) e acúmulo (b) de potássio na parte aérea da planta de trigo em função da idade.

mos e grãos atingiu 3,09%, 1,33% e 0,50%, respectivamente.

Em estudos de absorção de potássio por cereais de inverno, REMY (1938) mostrou que em trigo, até o estágio da floração, a planta absorve 81% do total absorvido até a maturação final. No presente caso o máximo acúmulo ocorreu mais precocemente, o que pode ser explicado provavelmente, pelas diferenças edafo-climáticas onde foram realizados os experimentos e também porque o autor acima utilizou cultivares de ciclo mais longo em sua pesquisa.

3.2.4 - Cálcio

Os dados referentes a concentração e acúmulo de cálcio nas duas cultivares em duas disponibilidades de água podem ser observados na Figura 7 e Quadros 3 e 4.

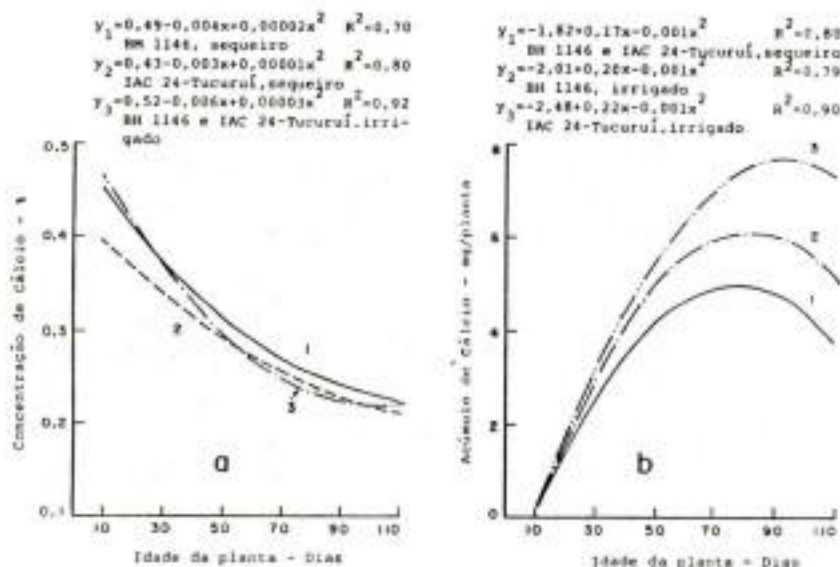


Figura 7 - Concentração (a) e acúmulo (b) de cálcio na parte aérea da planta de trigo, em função da idade.

Para as duas cultivares, independente da disponibilidade de água, a máxima concentração de cálcio ocorreu no início do ciclo e a mínima no estágio da floração, havendo a partir daí uma estabilização. A máxima concentração ao longo do ciclo ocorreu para a cultivar BH 1146 no regime de sequeiro e sob irrigação as cultivares mostraram uma menor concentração, sendo que, não houve diferenças entre elas.

O menor acúmulo de cálcio ocorreu para as duas cultivares em regime de sequeiro as quais não mostraram diferenças entre si. Nestas condi-

ções, aos 50 dias de idade a planta já havia acumulado o máximo deste nutriente, ocorrendo a partir daí um decréscimo. Com irrigação o máximo acúmulo na cultivar BH 1146 ocorreu no estágio de grão leitoso e na IAC 24-Tucuruí no estágio da floração.

No tratamento em que houve restrição de água, a partir do estágio de máximo acúmulo de cálcio até a maturação final houve uma perda deste nutriente de 40% e 24% para as cultivares BH 1146 e IAC 24-Tucuruí, respectivamente. Para a primeira cultivar sob irrigação foram perdidos 29% e na segunda não houve perda, mostrando estabilização até o final do ciclo.

Estudando a absorção de nutrientes através das cultivares BH 1146 e IAS 3795 em ambiente controlado, GARGANTINI & BLANCO (1973) mostraram que as plantas atingiram a máxima concentração de cálcio aos 20 dias de idade, e que a partir daí manteve-se praticamente constante até o final do ciclo. No entanto, PAZ et al. (1977) e KARIEN & WHITNEY (1980) em estudos semelhantes mostram que a planta de trigo atingiu os mesmos teores no início do ciclo, sendo que a partir do aparecimento do pseudo-colmo iniciou uma queda na concentração, chegando a metade do teor no estágio de grão mole. Os resultados obtidos na presente pesquisa são comparáveis aos obtidos pelos dois últimos autores em que o máximo foi observado próximo ao embotramento. Além disso verifica-se que as variações de acúmulo de cálcio na planta são mais em função da produção de matéria seca do que a concentração do nutriente.

3.2.5 - Magnésio

A concentração de magnésio na parte aérea das duas cultivares cultivadas em sequeiro e da cultivar BH 1146 cultivada sob irrigação, decresceu sensivelmente do início do ciclo até a maturação final, sendo que na cultivar IAC 24-Tucuruí irrigada o maior decréscimo foi verificado aos 70 dias de idade a partir daí houve estabilização (Figura 8a).

A Figura 8b e Quadros 3 e 4 mostram que o acúmulo de magnésio na parte aérea da planta, das duas cultivares sem irrigação e da BH 1146 cultivada com irrigação, foi crescente até o estágio de grão leitoso, sendo que daí até a maturação final houve acentuada queda. A cultivar IAC 24-Tucuruí com irrigação mostra acúmulo crescente desde o início do perfilhamento até a maturação final.

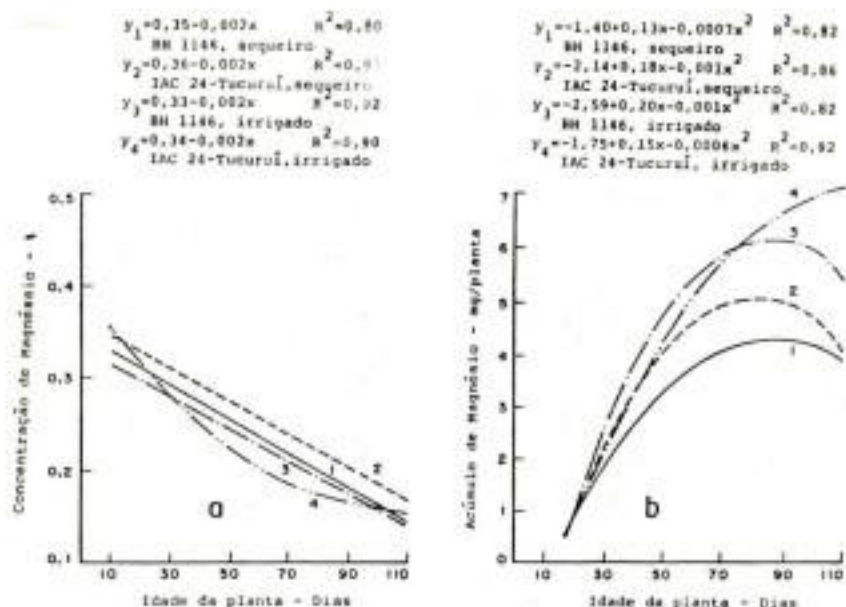


Figura 8 - Concentração (a) e acúmulo (b) de magnésio na parte aérea da planta de trigo em função da idade.

Apesar do máximo acúmulo de magnésio, nas duas cultivares no sistema de sequeiro, ter ocorrido próximo ao final do ciclo, estágio de grão leitoso, durante o emorrachamento as plantas já haviam acumulado 84% e 75% de magnésio na cultivar BH 1146 e IAC 24-Tucuruí, respectivamente. Identicamente, até o emorrachamento, quando os cultivares receberam irrigação o acúmulo ocorrido foi de 63% para ambas.

As diferenças constatadas quanto a época de acúmulo máximo mostram principalmente, que em cultivos com irrigação, o fornecimento do nutriente para a planta deve ser adequado durante todo o ciclo, principalmente para a cultivar IAC 24-Tucuruí.

Com a observação da Figura 8b verifica-se nas duas disponibilidades de água, o menor acúmulo do nutriente na cultivar BH 1146 e o maior na IAC 24-Tucuruí. Este comportamento também foi verificado com o nitrogênio,

fósforo, potássio e cálcio.

GALLO et al. (1972) estudando o comportamento de cultivares de trigo em solo ácido, mostram que em média os teores de Mg alcançavam no máximo 0,17% na parte aérea da planta, sendo que KARLEN & WHITNEY (1980) encontraram valores próximos a este, no entanto, relatam haver constância no teor, desde o início ao final do ciclo. Estes resultados são discordantes dos obtidos no presente trabalho, onde os valores foram superiores e a média da que a planta cresce há queda sensível na concentração. Com relação ao efeito da irrigação, GASSER & THORBURN (1972) mostram que a irrigação decresce os teores de N, Ca e Mg na parte aérea da planta. Em trabalho com arroz utilizando três disponibilidades de água, GIUDICE et al. (1983) mostram que a irrigação por submersão contínua proporcionou acúmulo crescente de magnésio até o final do ciclo.

3.2.6 - Enxofre

Para assimilação de enxofre através das duas cultivares e disponibilidades de água, não foi possível ajustar modelos lógicos de regressão. No entanto, é possível verificar através da Figura 9 e Quadros 3 e 4, uma tendência de concentração constante do nutriente nas quatro situações, até o estágio de grão leitoso e queda no final do ciclo. No entanto, a cultivar IAC 24-Tucuruí, quando irrigada apresentou decréscimo do nutriente em sua composição a partir da floração.

No regime de sequeiro ocorreu o menor acúmulo do nutriente para as duas cultivares, quando comparado ao regime irrigado, sendo que as duas cultivares não mostraram diferenças entre si. No entanto, quando as cultivares foram irrigadas, a IAC 24-Tucuruí mostrou maior acúmulo no final do ciclo do que a BH 1146.

As cultivares quando cultivadas em sequeiro mostraram o máximo acúmulo aos 90 dias de idade, sendo que deste estágio até o final do ciclo a perda do nutriente em relação ao acúmulo total foi de 28% na BH 1146 e de 52% na IAC 24-Tucuruí. Apesar da cultivar BH 1146 com irrigação apresentar maior acúmulo de enxofre do que sem irrigação, a perda a partir do estágio de grão leitoso até a maturação foi de 41%, sendo que a cultivar IAC 24-Tucuruí além de apresentar máxima concentração e acúmulo na floração apresentou perda até a maturação de somente 8,5%.

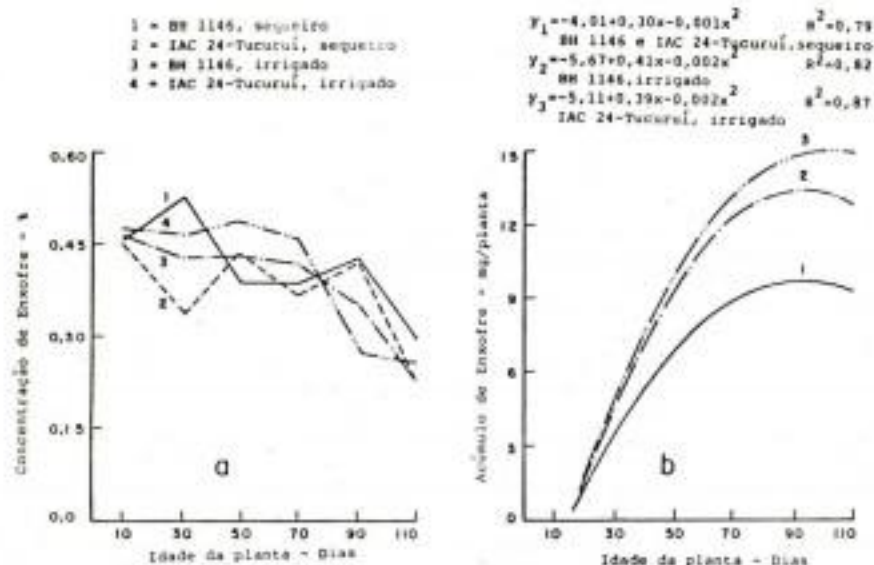


Figura 9 - Concentração (a) e acúmulo (b) de enxofre na parte aérea da planta de trigo em função da idade.

De acordo com KAJEEN & WHITNEY (1980) a concentração de enxofre apresenta variações no decorrer do ciclo, com teores às vezes altos e baixos na faixa de 0,40% a 0,10%, no início e final do ciclo, respectivamente. A concentração final é concordante com RAMUSSEN et al. (1975) que em experimentos de adubação com enxofre obteve na parte aérea da planta, maturação de 0,06% a 0,13%. Neste estudo, a mínima concentração verificada foi de 0,16% para ambas as cultivares em sequeiro e 0,23% para a cultivar BH-1146 com irrigação. Estes resultados estão próximos aos obtidos por GAMA (1977a) que estudando absorção de enxofre em vasos através do trigo obteve teores médios de 0,19% no final do ciclo.

3.2.7 - Boro

O teor de boro nas plantas de trigo de duas cultivares cultivadas em duas disponibilidades de água decresceu do início do ciclo até o estágio da floração, sendo que a partir daí houve aumento (Quadro 5 e Figura 10). Até o estágio do alongamento, o comportamento de absorção foi semelhante para as duas cultivares, independente da disponibilidade de água, a partir daí foi verificada uma maior concentração na cultivar BH 1146 na condição de sequeiro quando comparada a IAC 24-Tucuruí. Este mesmo comportamento ocorreu no tratamento com irrigação. Nas quatro situações estudadas, no final do ciclo as cultivares mostraram sensível aumento na concentração do nutriente.

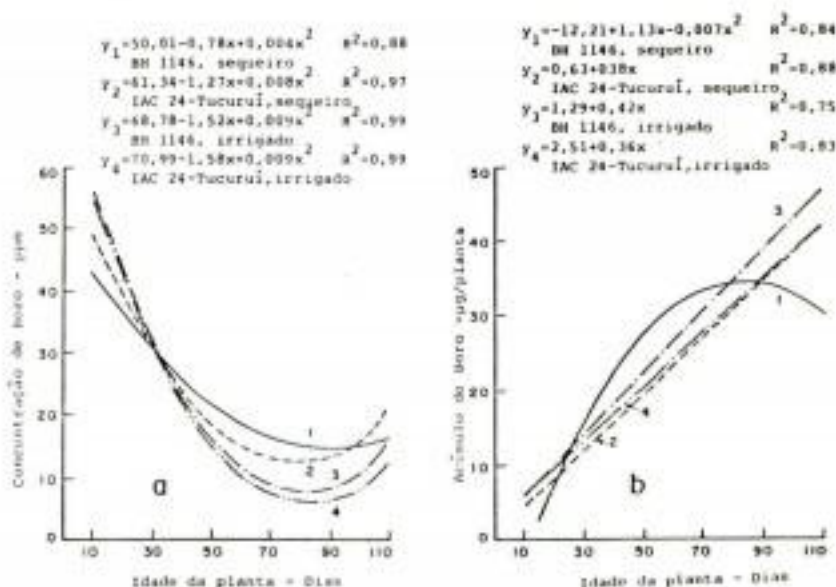


Figura 10 - Concentração (a) e acúmulo (b) de boro na parte aérea da planta de trigo em função da idade.

Quadro 5 - Teor e conteúdo médio de micronutrientes em diferentes partes aéreas da planta de duas cultivares de trigo, sob duas disponibilidades de água

Teor, em parte aérea da planta de duas cultivares de trigo

Cultivar	Teor médio a emergência											
	10		30		50		70		90		110	
	ppm	kg/ha	ppm	kg/ha	ppm	kg/ha	ppm	kg/ha	ppm	kg/ha	ppm	kg/ha
MOEDURO												
Duro												
BR 1146	42,22	2,06	33,45	9,34	18,05	29,12	13,92	29,67	25,07	44,18	13,55	25,24
DAC 24-Picardel	48,42	2,34	33,57	9,44	16,20	26,82	18,70	23,35	16,62	40,34	20,17	37,44
Grão												
BR 1146	24,50	1,28	13,25	3,78	7,00	11,37	4,88	8,47	3,35	8,24	2,92	3,25
DAC 24-Picardel	24,25	1,18	14,25	4,12	6,50	10,83	4,58	10,00	2,30	8,57	4,00	12,54
Furco												
BR 1146	280,75	9,79	216,25	61,23	625,88	1069,45	169,75	369,96	157,25	321,77	315,50	478,35
DAC 24-Picardel	282,25	12,35	197,50	56,60	639,50	1198,35	148,00	320,74	167,88	356,67	358,50	703,32
Parque												
BR 1146	90,50	4,42	102,80	28,58	119,08	178,89	78,50	166,18	72,25	167,82	78,50	156,17
DAC 24-Picardel	74,35	3,54	83,50	24,34	96,75	181,32	75,50	160,26	80,25	213,45	89,75	173,90
Linco												
BR 1146	39,75	1,94	23,25	6,47	15,75	25,48	12,25	25,93	11,20	37,82	9,80	32,52
DAC 24-Picardel	42,75	2,06	25,00	7,26	18,00	27,14	11,50	24,44	10,30	41,92	7,55	28,97
MOEDURO												
Duro												
BR 1146	55,05	3,16	30,15	10,82	18,02	38,07	4,55	19,48	8,17	40,14	14,85	47,30
DAC 24-Picardel	56,42	3,56	32,07	18,15	15,17	32,10	4,27	22,27	7,67	36,52	11,22	48,17
Grão												
BR 1146	20,00	1,15	15,00	5,01	6,75	14,38	4,25	11,89	4,10	18,52	3,62	14,41
DAC 24-Picardel	19,50	1,21	14,00	4,55	8,80	17,96	2,75	9,86	3,78	17,45	3,65	19,32
Furco												
BR 1146	252,25	14,58	188,75	62,63	578,58	1069,45	186,58	521,19	175,50	645,67	453,25	1525,87
DAC 24-Picardel	265,50	16,78	188,75	60,71	627,58	1335,56	116,25	428,90	138,58	397,37	375,00	1008,02
Parque												
BR 1146	84,50	4,85	91,50	30,47	95,00	283,18	77,50	220,88	72,25	272,26	70,75	193,15
DAC 24-Picardel	73,50	4,65	78,50	26,82	93,25	195,78	71,75	258,41	61,00	193,77	87,75	211,07
Linco												
BR 1146	34,25	1,97	25,50	8,48	19,50	41,53	15,75	44,61	15,75	72,81	13,20	63,56
DAC 24-Picardel	38,50	2,41	27,25	8,86	20,75	44,03	16,50	59,78	13,15	61,51	14,00	93,23

A cultivar BH 1146 sem irrigação, mostrou desde os primeiros dias de vida até o estágio de grão leitoso, acúmulo crescente de boro, havendo queda quando aproximou-se da maturação final (Figura 10b). Para a cultivar IAC 24-Tucuruí, sem irrigação e as duas cultivares em tratamento irrigado, foi verificado um comportamento linear crescente no acúmulo do nutriente. Diferentemente da concentração, quando as cultivares receberam irrigação, apresentaram maior acúmulo de boro e entre elas a IAC 24-Tucuruí mostrou maiores valores durante todo o ciclo. Na cultivar BH 1146 em sequeiro, foi verificada uma perda de 43% do nutriente, a partir do estágio de máximo acúmulo até a maturação final.

As plantas cultivadas em condições de deficiência hídrica de um modo geral apresentam maior concentração de boro em seus tecidos (LUCAS & KNEZEK, 1972). Por outro lado, GULATI et al. (1980), em experimentos com doses do nutriente e níveis de irrigação, mostram que a concentração na planta é mais influenciada pelo teor no solo do que pela disponibilidade de água. A última pesquisa indica que nas irrigações mais frequentes há uma redução do teor na planta, o que o autor atribui a um maior movimento do nutriente no sentido decrescente.

3.2.8 - Cobre

A análise da concentração de cobre na parte aérea da planta, mostra que não houve influência das cultivares, independente da disponibilidade de água (Figura 11a), sendo que no início do ciclo ambas as cultivares apresentaram maior teor em condições de sequeiro e no final do ciclo isto ocorreu com a irrigação. A partir do estágio de grão leitoso houve tendência de estabilização na concentração para as duas disponibilidades de água. Esses resultados são concordantes aos obtidos por FURLANI et al. (1977) que estudando três cultivares de arroz com irrigação por submersão contínua, com provaram não haver diferenças entre elas quanto a assimilação de cobre.

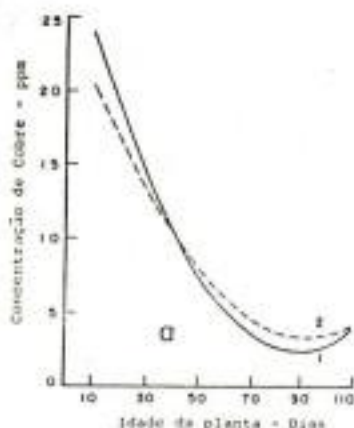
No tratamento com restrição hídrica, foi detectado o menor acúmulo do nutriente, sendo que a cultivar BH 1146 acumulou menor quantidade e apresentou decréscimo no final do ciclo de aproximadamente 12% e a IAC 24-Tucuruí acumulou maior quantidade, mostrando tendência a estabilização desde o estágio do emorrachamento até a maturação final. Já com irrigação a cultivar IAC 24-Tucuruí mostrou acúmulo crescente, atingindo o máximo de

$$Y_1 = 29,81 - 0,42x + 0,003x^2 \quad R^2 = 0,99$$

BN 1146 e IAC 24-Tocuruí, sequeiro

$$Y_2 = 24,72 - 0,46x + 0,02x^2 \quad R^2 = 0,90$$

BN 1146 e IAC 24-Tocuruí, irrigado



$$Y_1 = -2,13 + 0,32x - 0,002x^2 \quad R^2 = 0,79$$

BN 1146, sequeiro

$$Y_2 = -1,85 + 0,24x - 0,001x^2 \quad R^2 = 0,82$$

IAC 24-Tocuruí, sequeiro

$$Y_3 = -1,56 + 0,42x - 0,002x^2 \quad R^2 = 0,87$$

BN 1146, irrigado

$$Y_4 = -1,20 + 0,17x \quad R^2 = 0,71$$

IAC 24-Tocuruí, irrigado

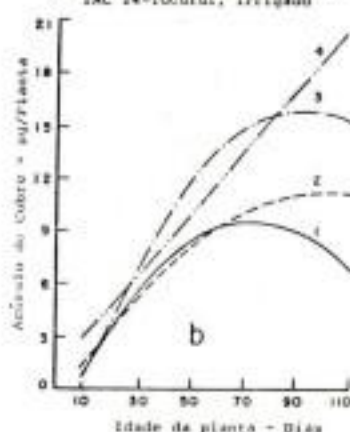


Figura 11 - Concentração (a) e acúmulo (b) de cobre na parte aérea da planta de trigo em função da idade.

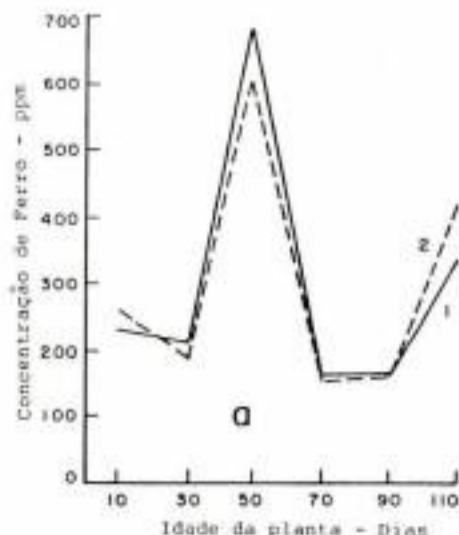
aproximadamente 19 µg/planta no final do ciclo e a outra cultivar cresceu até a idade de 90 dias, decrescendo posteriormente para 78% da concentração máxima (Figura 11 e Quadro 5).

CHAUDHRY & LONERAGAN (1970) estudando o acúmulo de cobre em três estádios, através da cultivar de trigo de ciclo longo "Gabo", relatam que no início do ciclo o acúmulo do nutriente por planta atingiu 1,21 µg e aos 61 dias acumulou 3,71 µg. Os valores encontrados pelos autores são inferiores àqueles obtidos neste trabalho, tanto para as condições de sequeiro como irrigado. No entanto, resultados obtidos por BRAR & SEKHON (1978) em solo de região de clima seco da Índia, mostram concentrações na planta aos 75 dias de idade em torno de 6 ppm, sendo que este valor é superior aos obtidos nesta pesquisa, mesmo com o uso da irrigação.

3.2.9 - Ferro

A absorção e acúmulo de ferro nas plantas de trigo das duas cultivares, estudadas em duas disponibilidades de água, ocorreu com variações ao longo do ciclo, sendo que não foi possível estabelecer um modelo lógico de regressão para estudo (Figura 12). Tanto no regime de sequeiro como no irrigado, as cultivares não apresentaram diferenças quanto a absorção do nutriente. Já o acúmulo em sequeiro, foi superior ao longo do ciclo na cultivar IAC 24-Tucuruí e sob irrigação as cultivares não apresentaram diferenças (Figura 12b). A concentração de ferro verificada por ocasião da flora-

- 1 - BH 1146 e IAC 24-Tucuruí, sequeiro
2 - BH 1146 e IAC 24-Tucuruí, irrigado



- 1 - BH 1146, sequeiro
2 - IAC 24-Tucuruí, sequeiro
3 - BH 1146 e IAC 24-Tucuruí, irrigado

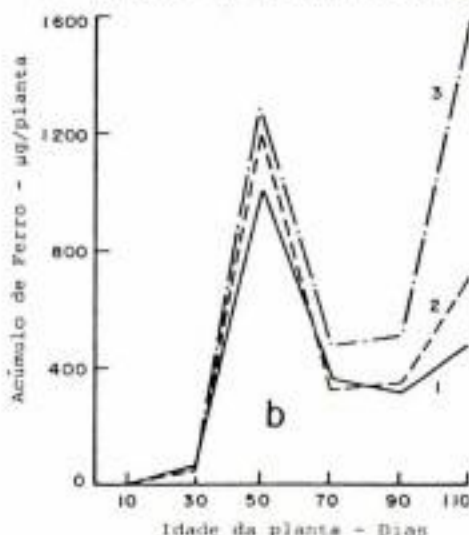


Figura 12 - Concentração (a) e acúmulo (b) de ferro na parte aérea da planta de trigo em função da idade.

ção, na parte aérea das cultivares "Siete Cerros", "Alondra S-46" e IAC 5-Maringá em três anos de cultivo obtidas por BATAGLIA et al. (1985) estão bastante próximas das obtidas no presente trabalho. BHAR & SEKHON (1978) obtiveram em plantas cultivadas em solo de baixo teor em ferro, o máximo de 160ppm na parte aérea da planta.

A Figura 12a e Quadro 5 mostram em duas épocas de amostragem, 50 e 110 dias, concentrações na planta superiores àquelas consideradas normais quando comparadas às da literatura. Os valores considerados anormais foram obtidos de coletas realizadas após períodos de intensas chuvas, conforme mostra a Figura 1. GIORFANO & MORTVEDT (1972), GALBÃO et al. (1978) e FAGERIA (1984) indicam que a disponibilidade de ferro para a planta é consequência do estado oxidador do solo, concluindo que a redução do solo, de corrente do aumento da umidade incrementava a disponibilidade do nutriente para a planta. Além da maior concentração de ferro no estágio de embotramento, é nesta idade que a planta apresenta maior massa foliar e, como as folhas juntamente com os colmos são os maiores armazenadores de nutriente, há uma grande contribuição destas partes no aumento do teor total na planta inteira.

3.2.10 - Manganês

Através da análise da Figura 13a e Quadro 5, verifica-se que a absorção de manganês pelas plantas das duas cultivares, em duas disponibilidades de água, ocorreu com variações ao longo do ciclo, não sendo possível estabelecer modelo lógico de regressão. A ocorrência de máxima absorção pela planta aos 50 e 110 dias de idade tem fundamento no que foi relatado para o ferro, pois estas datas de coleta foram precedidas de períodos chuvosos, concentrando o manganês disponível na solução do solo. FAGERIA (1984) relata que a quantidade do nutriente na solução do solo aumenta com a inundação por favorecer a redução das formas complexas de Mn a Mn^{+2} , que é o predominantemente absorvido pelas plantas. Apesar da variação ocorrida, a concentração nas duas cultivares de sequeiro, em determinados estádios, foram superiores aos tratamentos com irrigação, destacando-se a cultivar BH-1146 do início do perfilhamento a floração e IAC 24-Tucuruí da floração até a maturação. A maior absorção ocorrida em sequeiro é concordante com resultados obtidos com arroz por GIUDICE et al. (1983) os quais trabalhando com três diferentes disponibilidades de água mostraram que com maior disponibili-

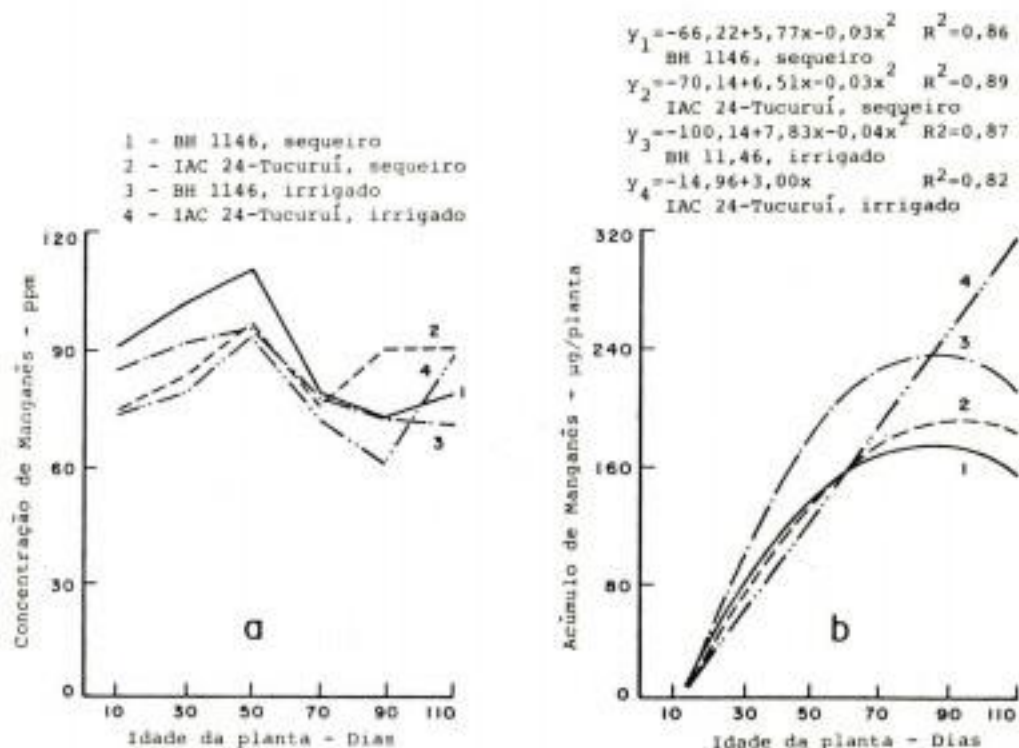


Figura 13 - Concentração (a) e acúmulo (b) de manganês na parte aérea da planta de trigo em função da idade.

dade houve maior absorção do nutriente.

Os teores de manganês detectados por alguns autores estão acima dos obtidos neste trabalho. GALLO et al. (1972) e BRAR & SEKHON (1978) obtiveram concentrações entre 157 e 174ppm. No entanto, BATAGLIA et al. (1985) trabalhando em solos brasileiros no Estado de São Paulo mostram valores médios entre 60 e 90ppm, sendo que em quatro anos de estudo, somente no primeiro obtiveram diferenças entre cultivares.

O acúmulo de manganês nas duas cultivares, em regime de sequeiro, atingiu o máximo aos 50 dias de idade, sendo que a IAC 24-Tucuruí apresentou maior valor, e a partir desta idade ambas mostraram estabilização. Em regime de irrigação ocorreu o máximo acúmulo, sendo que na cultivar BH 1146 cresceu até a idade de 90 dias, decrescendo posteriormente e a IAC 24-Tucuruí apresentou crescimento linear do início até o final do ciclo (Figura 13b).

3.2.11 - Zinco

A concentração de zinco na parte aérea das plantas das duas cultivares, mostrou diferença entre cultivares mesmo em situações de diferentes disponibilidades de água (Figura 14). No início do ciclo as cultivares apresentaram a máxima concentração, com teores entre 34 e 43ppm, sendo que a cultivar IAC 24-Tucuruí sem irrigação apresentou maior valor e menor a BH 1146 com irrigação. Ambas as cultivares, independente da disponibilidade de água, apresentaram decréscimos nos teores do nutriente ao início do ciclo até o estágio da floração, havendo a partir daí tendência a estabilização com valores nas faixas de 8-12ppm e 13-16ppm para os regimes de sequeiro e irrigado, respectivamente. Os teores de zinco alcançados através desta pesquisa comparados aos obtidos por CARROLL & LONERAGAN (1968) são

$$y_1 = 45,90 - 0,81x + 0,004x^2 \quad R^2 = 0,98$$

$$\text{BH 1146, sequeiro}$$

$$y_2 = 49,64 - 0,89x + 0,005x^2 \quad R^2 = 0,98$$

$$\text{IAC 24-Tucuruí, sequeiro}$$

$$y_3 = 38,48 - 0,49x + 0,002x^2 \quad R^2 = 0,98$$

$$\text{BH 1146, irrigado}$$

$$y_4 = 44,12 - 0,63x + 0,003x^2 \quad R^2 = 0,99$$

$$\text{IAC 24-Tucuruí, irrigado}$$

$$y_1 = -8,55 + 0,82x - 0,004x^2 \quad R^2 = 0,88$$

$$\text{BH 1146 e IAC 24-Tucuruí, sequeiro}$$

$$y_2 = -3,90 - 0,70x \quad R^2 = 0,91$$

$$\text{BH 1146, irrigado}$$

$$y_3 = -8,98 + 0,90x \quad R^2 = 0,95$$

$$\text{IAC 24-Tucuruí, irrigado}$$

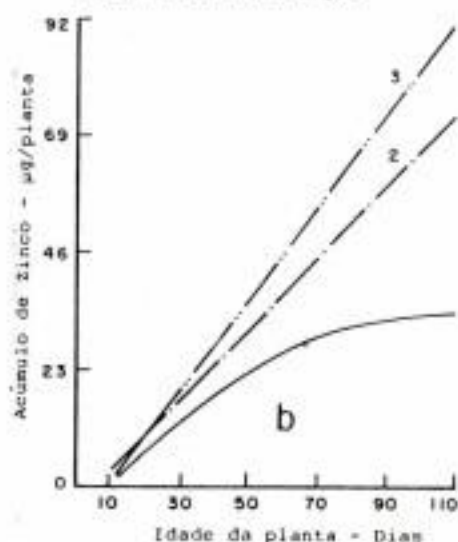
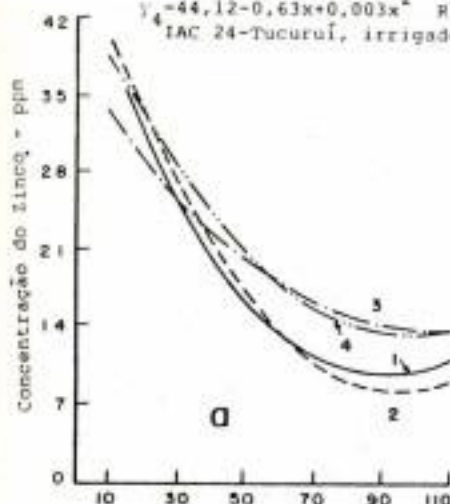


Figura 14 - Concentração (a) e acúmulo (b) de zinco na parte aérea da planta de trigo em função da idade.

considerados adequados, pois os autores verificaram que em uma solução nutritiva de $0,01 \mu\text{M}$, que produzia o máximo peso fresco em uma planta de trigo, o teor na parte aérea aos 46 dias de idade era de 29ppm. Em trabalho semelhante em solo de aluvião com 0,37 a 0,45ppm de Zn, SINGH et al. (1980) relatam que a planta de trigo acumula no tecido da parte aérea aos 50 dias de idade, aproximadamente 17ppm de Zn, sendo que a concentração que garante 90% da produção máxima é 24,5ppm.

BATAGLIA et al. (1985) estudando a concentração de Zn em três cultivares de trigo obtiveram em três anos de estudo diferenças entre cultivares, sendo que os maiores teores foram encontrados na IAC 5-Maringá, brasileira, com valores entre 12,2 e 18,4ppm e as mexicanas "Siete Cerros" e "Alondra S-46", com valores entre 8,9 e 17,1ppm.

O acúmulo do nutriente na parte aérea das duas cultivares em condições de sequeiro não mostrou diferenças, ocorrendo crescimento do início do ciclo até os 50 dias de idade. Já em condições de irrigação, o acúmulo foi crescente do início do ciclo até a maturação final, mostrando que a cultivar IAC 24-Tucuruí acumula maior quantidade, sendo que na BH 1146 o maior acúmulo verificado foi de $73 \mu\text{g/planta}$ e na IAC 24-Tucuruí, $93 \mu\text{g/planta}$ (Quadro 5). As quantidades acumuladas pelas cultivares em regime de sequeiro, aos 50 dias, são concordantes aos apresentados por CHAUDHRY & LONERAGAN (1970) na mesma idade.

3.3 - Acúmulo de matéria seca e nutrientes nas partes das plantas

3.3.1 - Matéria seca

Os pesos médios de matéria seca contidos nas partes da planta, das duas cultivares e disponibilidades de água nas idades de 90 e 110 dias estão apresentados no Quadro 6. Na cultivar BH 1146, o acúmulo de matéria seca nas duas idades aumentou em todas as partes estudadas com a disponibilidade de água, com exceção das folhas bandeira que aos 110 dias de idade permaneceram inalteradas. Com a cultivar IAC 24-Tucuruí ocorreu de forma semelhante, somente a produção de matéria seca nos grãos na idade de 90 dias permaneceu inalterada com a mudança de disponibilidade de água. Com relação a idade da planta, ambas as cultivares independente da disponibilidade de

Quadro 6 - Teores de matéria seca contidos nas partes da planta de duas cultivares de trigo estudadas em duas disponibilidades de água

Idade da Planta	Disponibilidade de água			
	Cultivar BH 1146 ⁽¹⁾		Cultivar IAC 24-Tucuruí ⁽¹⁾	
	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro	Irrigado
dias	g/planta	g/planta	g/planta	g/planta
COLMO				
90	1,242 Ba	2,330 Aa	1,132 Ba	2,987 Aa
110	1,120 Ba	2,002 Aa	0,991 Ba	2,002 Aa
FOLHA				
90	0,352 Ba	0,632 Aa	0,367 Ba	0,585 Aa
110	0,312 Ba	0,561 Aa	0,384 Ba	0,651 Aa
FOLHA BANDEIRA				
90	0,087 Ba	0,186 Aa	0,112 Ba	0,265 Aa
110	0,102 Aa	0,102 Bb	0,071 Bb	0,165 Ab
GRÃO				
90	0,822 Ba	1,215 Aa	1,080 Aa	1,222 Ab
110	0,772 Ba	1,225 Aa	1,027 Ba	2,049 Aa
ESPIGA				
90	0,372 Ba	0,577 Aa	0,620 Ba	0,885 Aa
110	0,405 Ba	0,543 Aa	0,642 Ba	1,016 Aa

⁽¹⁾ Para cada cultivar, dentro de cada linha as médias seguidas da mesma letra maiúscula e dentro de cada coluna para cada parte da planta, as médias de idade seguidas da mesma letra minúscula, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

água, não mostraram alteração na produção de matéria seca nas partes estudadas, dos 90 para os 110 dias de idade, com exceção das folhas bandeira que com 90 dias produziu maior quantidade e os grãos com 110 dias na cultivar IAC 24-Tucuruí em regime irrigado.

A maior produção de matéria seca através dos grãos da cultivar IAC 24-Tucuruí com irrigação mostra a capacidade desta cultivar com disponibilidade adequada de água em permanecer o enchimento de grãos até o final do ciclo.

BOATWRIGHT & HASS (1961) relatam que o decréscimo no peso de matéria seca das partes da planta a partir da formação dos grãos é evidente, visto a translocação de nutrientes e açúcares para este último e mesmo o retorno de alguns nutrientes para as raízes e solo. Os autores evidenciam que o peso da matéria seca dos grãos tem acréscimo acentuado a partir da emissão da espiga até a maturação. GARGENTINI & BLANCO (1973) estudando em ambiente controlado a cultivar BH 1146 relatam que o acúmulo máximo de matéria seca na espiga ocorreu aos 100 dias, havendo a partir daí um decréscimo.

3.3.2 - Nitrogênio

O peso médio de nitrogênio acumulado e a sua concentração nas partes da planta, nas idades de 90 e 110 dias, para as duas cultivares e disponibilidades de água estão apresentados no Quadro 7. A maior quantidade acumulada nas diversas partes da cultivar BH 1146 ocorreu com o regime de irrigação. Para os colmos e folhas bandeira, o maior acúmulo de nitrogênio surgiu no final do ciclo, nas duas disponibilidades de água; nos grãos e espigas não houve diferenças de acúmulo com idade, sendo que as folhas desta cultivar em condições de sequeiro não alteraram o conteúdo de nitrogênio com idade, ao passo que com irrigação houve maior acúmulo aos 90 dias.

A cultivar IAC 24-Tucuruí com 90 dias de idade, nas cinco partes estudadas, apresentou maior conteúdo de nitrogênio em condições de irrigação, com exceção dos grãos que não diferiu nas duas disponibilidades de água. Já no final do ciclo, aos 110 dias de idade, as folhas, folhas bandeira e espigas, não mostraram diferenças quanto ao acúmulo deste nutriente, comparando-se as duas disponibilidades de água, sendo que os colmos e grãos apresentaram maior conteúdo quando as plantas receberam irrigação.

Na cultivar BH 1146, nos colmos e folhas bandeira o acúmulo de nu

Quadro 7 - Teores médios de nitrogênio, contidos nas partes da planta de duas cultivares de trigo estudadas em duas disponibilidades de água

Idade da Planta	Disponibilidade de água							
	Cultivar BH 1146 ⁽¹⁾				Cultivar IAC 24-Tecuruí ⁽¹⁾			
	Sequeiro		Irrigado		Sequeiro		Irrigado	
dias	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%
COLMO								
90	8,58Ba	0,69	17,33Aa	0,74	7,65Ba	0,67	14,70Aa	0,71
110	5,59Bb	0,49	12,35Ab	0,61	5,03Ba	0,48	8,02Ab	0,40
FOLHA								
90	4,08Ba	1,02	8,96Aa	1,42	3,55Ba	0,96	8,18Aa	1,39
110	2,85Ba	0,91	5,39Ab	0,96	3,37Aa	0,87	4,53Ab	0,70
FOLHA BANDEIRA								
90	1,82Ba	2,09	4,31Aa	2,31	1,82Ba	1,61	5,90Aa	2,22
110	1,10Ab	1,07	1,28Ab	1,24	0,69Ab	0,97	1,26Ab	0,76
GRÃO								
90	24,80Ba	3,02	33,86Ab	2,77	31,27Aa	2,90	29,41Ab	2,41
110	23,81Ba	3,08	36,31Aa	2,96	30,40Ab	2,96	52,79Aa	2,58
ESPIGA								
90	4,45Ba	0,97	5,95Aa	1,03	6,13Ba	1,01	8,76Aa	0,99
110	3,60Ba	1,10	6,18Aa	1,13	7,41Aa	1,15	7,90Aa	0,78

⁽¹⁾ Para cada cultivar, dentro de cada linha, as médias seguidas da mesma letra maiúscula e dentro de cada coluna para cada parte da planta, as médias de idade seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Quadro 8 - Teores médios de fósforo contidos nas partes da planta de duas cultivares de trigo estudadas em duas disponibilidades de água

Idade da Planta	Disponibilidade de água							
	Cultivar BH 1146 ⁽¹⁾				Cultivar IAC 24-Tucuruí ⁽¹⁾			
	Sequeiro		Irrigado		Sequeiro		Irrigado	
dias	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%
COLMO								
90	0,18Ba	0,01	0,51Aa	0,02	0,20Ba	0,02	0,77Aa	0,04
110	0,19Ba	0,02	0,40Aa	0,02	0,10Ba	0,01	0,45Ab	0,02
FOLHA								
90	0,10Ba	0,03	0,33Aa	0,05	0,05Ba	0,01	0,31Aa	0,05
110	0,06Aa	0,02	0,15Aa	0,03	0,09Aa	0,02	0,19Aa	0,03
FOLHA BANDEIRA								
90	0,03Ba	0,04	0,14Aa	0,08	0,04Ba	0,03	0,23Aa	0,09
110	0,02Aa	0,02	0,03Ab	0,03	0,01Aa	0,01	0,04Ab	0,02
GRÃO								
90	2,30Ba	0,28	4,03Aa	0,33	2,54Ba	0,24	3,48Ab	0,28
110	1,95Ba	0,25	3,39Aa	0,30	2,28Ba	0,22	5,48Aa	0,27
ESPIGA								
90	0,15Ba	0,04	0,38Aa	0,06	0,16Ba	0,04	0,78Aa	0,09
110	0,23Ba	0,06	0,41Aa	0,07	0,27Ba	0,04	0,67Aa	0,07

⁽¹⁾ Para cada cultivar, dentro de cada linha, as médias seguidas da mesma letra maiúscula e dentro de cada coluna para cada parte da planta, as médias de idade seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

triente decresceu com idade nas duas disponibilidades de água; nos grãos e espigas não houve diferença para as idades independente da disponibilidade de água, sendo que com irrigação houve maior acúmulo de nitrogênio aos 90 dias, não mostrando diferença do regime de sequeiro. A cultivar IAC 24-Tucuruí em regime de sequeiro não modificou o acúmulo do nutriente dos 90 dias aos 110 dias de idade nos seus órgãos, com exceção das folhas bandeira que aos 90 dias apresentou maior conteúdo. Com irrigação, os colmos, folhas e folhas bandeira acumularam mais aos 90 dias, os grãos aos 110 dias e as espigas não apresentaram diferenças ao longo de seu desenvolvimento.

Entre as partes estudadas, os grãos apresentaram maior acúmulo de nitrogênio nas duas cultivares, independente da disponibilidade de água, mostrando assim haver considerável exportação do nutriente pelas colheitas.

O conteúdo de nitrogênio nos grãos segundo ALSTON (1980) reduz com o aumento no número de irrigações, resultado que concorda com os obtidos neste trabalho, apesar de ocorrer o contrário com o acúmulo, o qual nesta situação é dependente da produção de matéria seca. WALDREN & FLOWERDAY (1979) em estudos de absorção de nitrogênio pela planta de trigo, mostram que cerca de 2/3 do N das folhas e menor quantidade do colmo e espigas são transferidos para o grão, neste caso aproximadamente 71% do total. Neste estudo, nas duas cultivares e disponibilidades de água, a transferência para o grão foi entre 59% e 71% (Quadros 19 e 20). McNEAL et al. (1966) estudando o acúmulo de nutrientes em cinco cultivares, verificou que o máximo de nitrogênio nas folhas ocorre na floração e depois há acentuado declínio para um aumento crescente nos grãos. Estes, nas cultivares "Chinook" e "PI266148", apresentaram 61,6% e 61,2%, respectivamente do total acumulado na planta inteira e segundo os autores, o máximo verificado em outras cultivares foi de 70%.

3.3.3 - Fósforo

As médias em mg e os percentuais de fósforo nos órgãos da planta, nas idades de 90 e 110 dias, das duas cultivares em duas disponibilidades de água estão apresentados no Quadro 8. As partes da planta da cultivar Bêl-1146 nas duas idades apresentaram maior acúmulo de fósforo quando receberam irrigação, com exceção das folhas e folhas bandeira que com 110 dias de idade não mostraram diferenças. Na cultivar IAC 24-Tucuruí, somente nas folhas bandeira quando da maturação da planta, não mostrou diferença no acúmu

lo entre o tratamento sequeiro e irrigado, sendo que nas demais partes e idades o último tratamento proporcionou maior quantidade.

Com relação a idade da planta, a cultivar BH 1146 não apresentou diferenças de acúmulo de fósforo nas diferentes partes com a variação de idade, com exceção das folhas bandeira, no tratamento irrigado que acumulou maior peso aos 90 dias. Na cultivar IAC 24-Tucuruí em sequeiro, todas as partes e com irrigação as folhas e espigas não mostraram diferenças entre idades; os colmos e folhas bandeira acumularam peso maior com 90 dias de idade e o grão no final do ciclo.

Os grãos das cultivares nas duas disponibilidades de água, foi o que mostrou maior acúmulo de fósforo. Em regime de sequeiro, os grãos acumularam no final do ciclo 80% e 83% nas cultivares BH 1146 e IAC 24-Tucuruí respectivamente, e 77% e 80%, para as mesmas cultivares, do total acumulado pela planta inteira. Em estudos de absorção, distribuição de matéria seca e nutrientes nos diferentes órgãos da planta de trigo, WALDEN & FLOWERDAY (1979) mostram que na maturação os grãos contêm 75% do total de fósforo absorvido, valor próximo aos atingidos nesta pesquisa.

BASSIRI & NAWAPETIAN (1977), estudando as diferenças entre concentração de nutrientes nos grãos das cultivares mexicanas de trigo "Penjamo" e "Tobari", em regime de sequeiro e irrigado, constataram em média 0,36% e 0,41% de P para as duas disponibilidades de água, respectivamente.

3.3.4 - Potássio

Os pesos médios em mg e percentuais de potássio nos órgãos das plantas de duas cultivares, nas idades de 90 e 110 dias, estudadas em duas disponibilidades de água estão apresentados no Quadro 9. Na cultivar BH-1146, os colmos e grãos nas duas idades mostraram maior acúmulo do nutriente quando a planta recebeu irrigação, acontecendo de forma semelhante com as folhas e folhas bandeira aos 90 dias de idade. As folhas aos 110 dias e espigas nas duas idades não mostraram diferenças nas duas disponibilidades de água e as folhas bandeira aos 110 dias de idade acumularam maior quantidade com o regime de sequeiro.

Os colmos, folhas bandeira e espigas das plantas da cultivar IAC 24-Tucuruí mostraram maior acúmulo de potássio em regime irrigado, independente da idade estudada; nas folhas aos 90 dias houve maior acúmulo através

Quadro 9 - Teores médios de potássio contidos nas partes da planta de duas cultivares de trigo estudadas em duas disponibilidades de água

Idade da Planta	Disponibilidade de água							
	Cultivar BH 1146 ⁽¹⁾				Cultivar IAC 24-Tucuruí ⁽¹⁾			
	Sequeiro		Irrigado		Sequeiro		Irrigado	
dias	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%
COLMO								
90	19,71Ba	1,61	39,42Aa	1,68	15,42Ba	1,34	35,54Aa	1,72
110	17,10Ba	1,53	33,73Aa	1,68	13,61Ba	1,38	40,27Aa	2,01
FOLHA								
90	3,40Ba	0,95	11,79Aa	1,87	3,68Ba	1,09	10,75Aa	1,82
110	2,50Aa	0,80	3,20Ab	0,57	4,02Aa	1,03	5,73Ab	0,88
FOLHA BANDEIRA								
90	0,67Bb	0,78	2,66Aa	1,41	1,37Ba	1,14	4,56Aa	1,72
110	1,74Aa	1,68	0,61Bb	0,61	1,12Ba	1,57	1,80Ab	1,09
GRÃO								
90	2,70Ba	0,33	5,07Aa	0,42	4,79Aa	0,45	5,85Ab	0,48
110	2,70Ba	0,35	4,28Aa	0,35	3,59Ba	0,35	9,42Aa	0,46
ESPICA								
90	2,35Aa	0,63	2,89Aa	0,50	4,18Ba	0,67	7,78Aa	0,88
110	2,13Aa	0,53	1,33Ab	0,25	3,92Ba	0,61	5,01Ab	0,50

⁽¹⁾ Para cada cultivar, dentro de cada linha, as médias seguidas da mesma letra maiúscula e dentro de cada coluna para cada parte da planta, as médias de idade seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

do regime de sequeiro e no final do ciclo não houve diferença entre disponibilidades de água. Nos grãos, no final do ciclo, o maior acúmulo ocorreu com irrigação e na idade de 90 dias não apresentou diferença.

Os colmos e o grão da cultivar BH 1146 não apresentaram diferenças no conteúdo de potássio com o aumento da idade, independente da disponibilidade de água. O mesmo ocorrendo com as folhas e espigas no regime de sequeiro, as quais no irrigado acumularam o máximo aos 90 dias; as folhas bandeira em regime de sequeiro mostrou maior valor aos 110 dias e com irrigação aos 90 dias. Todas as partes do cultivar IAC 24-Tucuruí, em sequeiro não apresentaram alteração na quantidade acumulada de potássio com a idade, sendo que com irrigação as folhas, folhas bandeira e espigas apresentaram maior acúmulo com 90 dias de idade e grãos no final do ciclo, não havendo diferença nos colmos com a idade.

No final do ciclo, as cultivares estudadas nas duas disponibilidades de água mostram acúmulo de potássio nos grãos entre 10% e 15% e o órgão que mais acumulou potássio correspondem aos colmos, com valores médios de 65% (Quadros 18 e 19).

GREGORY et al. (1979) trabalharam com experimentos em condições de campo para estudar o acúmulo e distribuição de Na, K, Ca, Mg, P, S e N nas plantas de trigo. Verificaram que a concentração de K, P e N é geralmente maior nos colmos do que nas folhas, sendo que a concentração nas folhas e espigas decrescem com a idade e nos colmos há estabilidade até o final da colheita. Os resultados obtidos com potássio são concordantes aos de PAGE et al. (1977) o qual mostra que o teor de potássio e cálcio decrescem nas espigas com a idade.

Os resultados obtidos neste estudo são concordantes aos encontrados na literatura.

3.3.5 - Cálcio

Os pesos em mg e percentuais médios de cálcio alcançados pelos órgãos das plantas das cultivares BH 1146 e IAC 24-Tucuruí em duas disponibilidades de água, estão apresentados no Quadro 10. A primeira cultivar mostrou nos colmos nas folhas bandeira aos 90 dias de idade e nas folhas nas duas idades, o maior acúmulo de cálcio no regime de sequeiro. Com 110 dias de idade os colmos e as folhas bandeira não mostraram diferenças entre as

Quadro 10 - Teores médios de cálcio contidos nas partes da planta de duas cultivares de trigo estudadas em duas disponibilidades de água

Idade da Planta	Disponibilidade de água							
	Cultivar BH 1146 ⁽¹⁾				Cultivar IAC 24-Tucuruí ⁽¹⁾			
	Sequeiro		Irrigado		Sequeiro		Irrigado	
dias	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%
COLMO								
90	1,82Ba	0,15	2,83Aa	0,12	1,50Aa	0,13	1,77Aa	0,08
110	0,87Ab	0,08	1,51Aa	0,07	1,33Aa	0,13	2,04Aa	0,10
FOLHA								
90	1,64Ba	0,46	3,10Aa	0,49	1,70Ba	0,46	2,71Aa	0,46
110	1,39Ba	0,45	2,59Aa	0,46	1,46Ba	0,38	3,00Aa	0,46
FOLHA BANDEIRA								
90	0,27Bb	0,31	1,01Aa	0,59	0,49Ba	0,40	1,25Aa	0,47
110	0,65Aa	0,62	0,59Ab	0,59	0,34Ba	0,48	0,74Ab	0,45
GRÃO								
90	0,44Aa	0,05	0,52Aa	0,04	0,51Aa	0,05	0,51Aa	0,04
110	0,25Bb	0,03	0,49Aa	0,04	0,31Bb	0,03	0,61Aa	0,03
ESPIGA								
90	0,49Aa	0,13	0,52Aa	0,09	0,77Aa	0,12	0,87Aa	0,10
110	0,34Ab	0,09	0,47Aa	0,09	0,69Ba	0,11	1,01Aa	0,10

⁽¹⁾ Para cada cultivar, dentro de cada linha, as médias seguidas da mesma letra maiúscula e dentro de cada coluna para cada parte da planta, as médias de idade seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

disponibilidades de água; os grãos acumularam maior quantidade aos 110 dias através do tratamento irrigado e as espigas não mostraram diferenças de acúmulo com as disponibilidades de água em qualquer das idades.

A cultivar IAC 24-Tucuruí mostrou nas folhas e folhas bandeira, maior acúmulo do nutriente com o tratamento irrigado, nas duas idades; os colmos não mostraram diferenças aos 90 e 110 dias; sendo que os grãos e espigas no final do ciclo apresentaram maior quantidade de cálcio quando receberam irrigação, ocorrendo igualdade aos 90 dias.

Em sequeiro a cultivar BH 1146 mostrou maior acúmulo nos colmos, grãos e espigas no final do ciclo e nas folhas bandeira aos 90 dias. As folhas não mostraram diferenças; com irrigação apenas as folhas bandeira mostraram aumento com a idade, não sendo verificadas diferenças nas demais partes. A cultivar IAC 24-Tucuruí, nas duas disponibilidades de água não mostrou diferenças de acúmulo nas partes com a idade, com exceção das folhas bandeira em regime irrigado e os grãos em sequeiro que decresceram.

Os órgãos mais acumuladores de cálcio, nas duas cultivares e disponibilidades de água, foram os colmos e folhas, sendo que as últimas apresentaram maior teor em relação as demais partes.

KARLEN & WHITNEY (1980) em seus estudos de absorção e distribuição de nutrientes nas partes da planta de trigo, mostram que a concentração de cálcio nas folhas e colmos decresce até a maturação fisiológica e nas espigas, da floração à maturação, é caracterizada por variações; na espiga os teores se apresentam constantes desde a sua formação até a maturação. Com relação a disponibilidade de água, BASSIRI & NNAWETIAN (1977) mostram a ocorrência de maiores teores através de tratamentos sem irrigação, principalmente, nas folhas e colmos; as maiores diferenças entre cultivares foram obtidas com tratamentos irrigados. Na presente pesquisa, nos órgãos de maior acúmulo, folhas e colmos, não foram encontradas diferenças entre cultivares, independentemente da disponibilidade de água.

3.3.6 - Magnésio

No Quadro 11 estão os pesos em mg e percentuais médios de magnésio encontrados nas mesmas condições anteriores. A cultivar BH 1146 mostrou em todas as partes maior acúmulo do nutriente com o tratamento irrigado, sendo que no final do ciclo os colmos, folhas, folhas bandeira e espigas não mos-

Quadro 11. Teores médios de magnésio contidos nas partes da planta de duas cultivares de trigo estudadas em duas disponibilidades de água

Idade da planta dias	Disponibilidade de água							
	Cultivar BH 1146 ⁽¹⁾				Cultivar IAC 24-Tucuruí ⁽¹⁾			
	Sequeiro		Irigado		Sequeiro		Irigado	
	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%
COLMO								
90	1,41Ba	0,12	2,11Aa	0,09	1,01Aa	0,09	1,10Ab	0,05
110	1,10Aa	0,09	1,14Ab	0,06	0,69Ba	0,07	1,60Ba	0,08
FOLHA								
90	0,99Ba	0,28	1,77Aa	0,28	1,08Aa	0,29	1,11Aa	0,19
110	0,53Ab	0,17	0,80Ab	0,14	0,71Bb	0,18	1,15Aa	0,18
FOLHA BANDEIRA								
90	0,19Ba	0,22	0,60Aa	0,31	0,38Ba	0,32	0,67Aa	0,28
110	0,28Aa	0,25	0,23Ab	0,23	0,23Ba	0,33	0,46Ab	0,25
GRÃO								
90	1,75Ba	0,25	2,47Aa	0,20	2,35Aa	0,22	1,99Ab	0,16
110	1,19Ba	0,15	1,75Aa	0,14	1,20Bb	0,12	3,13Aa	0,15
ESPIGA								
90	0,62Aa	0,17	0,88Aa	0,15	1,12Aa	0,18	1,06Aa	0,12
110	0,46Aa	0,11	0,49Ab	0,09	0,72Ab	0,11	0,94Aa	0,09

⁽¹⁾ Para cada cultivar, dentro de cada linha, as médias seguidas da mesma letra maiúscula e dentro de cada coluna para cada parte da planta, as médias de idade seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

traram diferenças estatísticas com a restrição de água; os grãos mostraram maior acúmulo no regime irrigado. A cultivar IAC 24-Tucuruí, aos 90 dias de idade, não mostrou diferença no acúmulo de magnésio com as diferentes idades nos colmos, folhas, grãos e espigas, já no final do ciclo todas as partes mostraram maior acúmulo no regime irrigado.

Com relação a idade, a cultivar BH 1146 em sequeiro não mostrou diferenças quanto ao acúmulo nas partes analisadas, com exceção das folhas que armazenaram maior quantidade aos 90 dias; com irrigação o maior acúmulo para as partes ocorreu com 110 dias de idade, no entanto, os grãos não mostraram diferenças com a idade. A cultivar IAC 24-Tucuruí em sequeiro acumulou maior quantidade aos 90 dias nas folhas, grãos e espigas; nos colmos e folhas bandeira não ocorreram diferenças com a idade. Com irrigação esta última cultivar não mostrou diferenças com a idade nas folhas e espigas; nos colmos e grãos houve maior acúmulo no final do ciclo e nas folhas bandeira aos 90 dias de idade.

As partes mais acumuladoras de magnésio em ambas as cultivares e disponibilidades de água foram os grãos e colmos; na irrigação houve maior acúmulo nos grãos da cultivar IAC 24-Tucuruí (Quadros 18 e 19). PAGE et al. (1977) verificaram que a planta apresenta conteúdos máximos de magnésio quando inicia o aparecimento do pseudo-colmo, decrescendo até o estágio da antese, ocorrendo nas espigas e grãos crescimento assintótico desde o seu aparecimento até a maturação. Na folhagem decresce abruptamente até o final da maturação em função da transferência para as espigas.

Em concordância a esta pesquisa FURLANI et al. (1977) trabalhando com as cultivares de arroz "IR 665", "IAC 435" e "IAC 120" mostram que os órgãos mais acumuladores de magnésio são os grãos descascados e cascas e que as cultivares diferem entre si no acúmulo deste nutriente naqueles órgãos.

3.3.7 - Enxofre

No Quadro 12 encontram-se as quantidades em mg e percentuais médios de enxofre determinados nas condições conhecidas. As plantas da cultivar BH 1146 mostram nos colmos e folhas aos 90 dias, maior acúmulo do nutriente em regime irrigado, nas estas mesmas partes aos 110 dias e as demais não apresentam diferenças com a disponibilidade de água. A cultivar

Quadro 12 - Teores médios de enxofre contidos nas partes da planta de duas cultivares de trigo estudadas em duas disponibilidades de água

Idade da Planta	Disponibilidade de água							
	Cultivar BH 1146 ⁽¹⁾				Cultivar IAC 24-Tucuruí ⁽¹⁾			
	Sequeiro		Irrigado		Sequeiro		Irrigado	
dias	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%	mg/pl	%
COLMO								
90	5,83Ba	0,47	8,52Aa	0,36	4,68Ba	0,41	6,49Aa	0,31
110	3,48Ab	0,31	4,79Ab	0,24	2,17Bb	0,22	5,20Aa	0,26
FOLHA								
90	1,68Ba	0,47	2,37Aa	0,37	1,61Aa	0,43	1,62Aa	0,27
110	0,89Ab	0,29	1,13Ab	0,20	0,83Bb	0,22	1,56Aa	0,24
FOLHA BANDEIRA								
90	0,36Ba	0,41	0,61Aa	0,33	0,46Ba	0,40	0,69Aa	0,26
110	0,33Aa	0,32	0,25Ab	0,24	0,16Bb	0,23	0,47Aa	0,29
GRÃO								
90	3,47Aa	0,42	4,37Aa	0,25	4,56Aa	0,43	3,16Bb	0,26
110	2,04Ab	0,27	3,04Aa	0,36	2,29Bb	0,22	5,68Aa	0,28
ESPIGA								
90	1,31Aa	0,35	1,67Aa	0,33	2,68Aa	0,42	2,12Aa	0,24
110	1,12Aa	0,29	1,23Ab	0,23	1,32Ab	0,20	2,12Aa	0,21

(¹) Para cada cultivar, dentro de cada linha, as médias seguidas da mesma letra maiúscula e dentro de cada coluna para cada parte da planta, as médias de idade seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

IAC 24-Tucuruí apresenta nos colmos e folhas bandeira maior acúmulo através da irrigação; as folhas e grãos somente apresentaram este mesmo comportamento no final do ciclo e as espigas não mostraram diferenças com a alteração de suprimento de água.

Com o aumento da idade, a cultivar BH 1146 em sequeiro e com irrigação, nas cinco partes estudadas, decresceu o conteúdo de enxofre, havendo igualdade nas folhas bandeira e espigas em sequeiro e folhas bandeira em regime irrigado.

Tanto o acúmulo do nutriente nas partes da planta como o teor mostraram-se iguais, com exceção das folhas bandeira que foram os órgãos com menor acúmulo, no entanto seus teores foram elevados.

GARGANTINI & BLANCO (1973) determinaram em ambiente controlado, a composição química de duas cultivares de trigo em treze diferentes idades. Na maturação final encontraram na cultivar BH 1146, 0,28%, 0,30%, 0,36% e 0,34% de enxofre nas raízes, parte aérea, espigas e grãos, respectivamente; para a IAS 3795, na mesma sequência, 0,16%, 0,38%, 0,38% e 0,23%. GIUDICE et al. (1983) estudando a distribuição de nutrientes nas partes da planta de arroz, verificaram a tendência de aumento do teor de enxofre nas partes vegetativas com a restrição de água. Os resultados obtidos com arroz foram semelhantes a esta pesquisa, onde na cultivar BH 1146 foram encontrados os maiores teores deste nutriente em sequeiro, com menores diferenças para a cultivar IAC 24-Tucuruí. Em trigo WISMESSEN et al. (1975) constataram que os teores de enxofre são inferiores aos trabalhos anteriores e à presente pesquisa. Verificaram também que os teores nos grãos atingem valores entre 0,09% e 0,16% e na parte aérea entre 0,03% e 0,10% em diversos anos de cultivo.

3.3.8 - Boro

As médias por planta e as quantidades de boro nos órgãos das plantas de trigo nas condições de estudo, aos 90 e 110 dias de idade, estão apresentadas no Quadro 13. As folhas bandeira, grãos e espigas da cultivar BH 1146 não mostraram diferenças no acúmulo do micronutriente com as diferentes disponibilidades de água; os colmos e folhas armazenaram, no final do ciclo, maior quantidade com o tratamento irrigado. Todas as partes da cultivar IAC 24-Tucuruí não mostraram diferenças em acúmulo com a variação de disponibilidade de água, com exceção dos grãos que, na maturação final

Quadro 13 - Teores médios de boro contidos nas partes da planta de duas cultivares de trigo estudadas em duas disponibilidades de água

Idade da Planta	Disponibilidade de água							
	Cultivar BH 1146 ⁽¹⁾				Cultivar IAC 24-Tucuruí ⁽¹⁾			
	Sequeiro		Irrigado		Sequeiro		Irrigado	
dias	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm
COLMO								
90	18,54Aa	15,05	21,17Aa	9,32	16,27Aa	14,37	15,74Aa	7,67
110	8,92Bb	8,45	21,41Aa	10,70	11,51Aa	11,72	11,87Aa	5,97
FOLHA								
90	10,00Aa	28,55	7,20Ab	11,40	7,74Aa	21,45	6,34Ab	10,67
110	6,04Ba	19,67	11,84Aa	21,05	11,56Aa	29,62	10,83Aa	16,75
FOLHA BANDEIRA								
90	3,62Aa	40,77	2,54Aa	28,12	3,39Aa	31,13	2,96Aa	23,17
110	2,45Aa	24,82	2,86Aa	13,57	3,18Aa	44,97	3,83Aa	11,05
GRÃO								
90	7,22Aa	8,65	4,92Aa	4,00	6,91Aa	6,52	5,28Aa	4,27
110	3,86Ab	5,07	5,99Aa	4,87	5,10Ba	4,92	8,31Aa	4,05
ESPIGA								
90	4,80Aa	12,55	4,31Aa	7,55	6,02Aa	9,80	4,21Aa	4,72
110	3,96Aa	9,92	5,20Aa	9,57	6,29Aa	9,85	6,33Aa	5,25

(¹) Para cada cultivar, dentro de cada linha, as médias seguidas da mesma letra maiúscula e dentro de cada coluna para cada parte da planta, as médias de idade seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

acumularam maior peso no tratamento irrigado.

Com o aumento da idade, a cultivar BH 1146 em sequeiro não modificou o acúmulo nas folhas, folhas bandeira e espigas, nos colmos e grãos houve decréscimo; com irrigação esta cultivar manteve inalterados os pesos em todos os órgãos com exceção das folhas que apresentaram crescimento com a idade. A cultivar IAC 24-Tucuruí não sofreu modificação no conteúdo do nutriente, nas duas disponibilidades de água, em todas as partes, com a idade somente as folhas em regime irrigado mostraram aumento.

Os maiores teores em ppm, nas duas cultivares, foram encontrados nas folhas e folhas bandeira, no entanto o órgão mais acumulador de boro foram os colmos.

BATISTA (1974) em estudos de absorção de boro pelo feijoeiro, mostra que as plantas da época das águas absorvem maiores quantidades que na época das secas; indicando a influência da disponibilidade de água sobre o acúmulo deste nutriente. O mesmo trabalho apresenta aumento no acúmulo do nutriente nas folhas e caules até os 40 dias de idade e um posterior decréscimo até os 70 dias, final do ciclo. Nas vagens há um crescimento desde sua formação até os 60 dias e depois estabiliza-se. FURLANI et al. (1977) estudando a composição química do arroz, mostram que o teor médio de boro nas cultivares IR 665, IAC 435 e IAC 120 atinge 17 ppm, 10 ppm, 4 ppm e 6ppm, nas folhas, colmos, grãos descascados e cascas, respectivamente.

Os resultados obtidos pelo último autor são parcialmente concordantes aos obtidos com trigo na presente pesquisa.

3.3.9 - Cobre

No Quadro 14 estão apresentadas as médias em mg por planta e as quantidades, em ppm, de cobre nas partes da planta de trigo de duas cultivares, dos 90 e 110 dias de idade, influenciadas pela disponibilidade de água. Os órgãos das plantas da cultivar BH 1146 mostraram maior acúmulo em regime irrigado, mas as folhas na idade de 90 dias, folhas bandeira, grãos e espigas aos 110 dias não apresentaram diferenças com a mudança de disponibilidade de água. No final do ciclo, as folhas, folhas bandeira, grãos e espigas da cultivar IAC 24-Tucuruí, indicam maior acúmulo no tratamento irrigado e os colmos no tratamento em sequeiro, com 90 dias o maior acúmulo ocorreu sem irrigação em todas as partes. A análise estatística mostra que nas folhas,

Quadro 14. Teores médios de cobre contidos nas partes da planta de duas cultivares de trigo estudadas em duas disponibilidades de água

Idade da planta dias	Disponibilidade de água							
	Cultivar BH 1146 ⁽¹⁾				Cultivar IAC 24-Tucuruí ⁽¹⁾			
	Sequeiro		Irigado		Sequeiro		Irigado	
	$\mu\text{g/pl}$	ppm	$\mu\text{g/pl}$	ppm	$\mu\text{g/pl}$	ppm	$\mu\text{g/pl}$	ppm
	COLMO							
90	1,52Ba	1,25	4,60Aa	2,00	1,45Ba	1,25	4,22Aa	2,00
110	1,71Ba	1,52	4,30Aa	2,15	2,38Aa	2,40	2,09Aa	1,05
	FOLHA							
90	1,35Aa	3,75	2,39Aa	3,75	0,76Ab	2,00	2,64Aa	4,40
110	1,17Ba	4,05	4,02Aa	7,15	2,43Ba	6,05	4,74Aa	7,10
	FOLHA BANDEIRA							
90	0,1 Ba	2,25	0,72Aa	4,00	0,17Ba	1,50	1,44Aa	5,30
110	0,29Aa	3,25	0,41Aa	3,75	0,28Aa	3,92	0,57Aa	3,45
	GRÃO							
90	4,64Ba	5,75	8,75Aa	7,26	5,45Aa	5,00	7,85Aa	6,35
110	3,65Aa	4,85	5,13Aa	4,25	5,89Ba	5,70	10,06Aa	5,00
	ESPIGA							
90	0,54Ba	1,50	2,05Aa	3,50	0,74Aa	1,25	1,30Aa	1,50
110	0,41Aa	1,05	0,54Aa	1,00	1,35Aa	2,05	1,85Aa	1,85

⁽¹⁾ Para cada cultivar, dentro de cada linha, as médias seguidas da mesma letra maiúscula e dentro de cada coluna para cada parte da planta, as médias de idade seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

grãos e espigas, não há diferença significativas.

Com relação a idade, as duas cultivares com e sem irrigação não mostram diferenças no acúmulo do nutriente em nenhuma das partes, com exceção das folhas da cultivar IAC 24-Tucuruí, em sequeiro, que mostrou maior acúmulo no final do ciclo.

Os maiores teores de cobre no final do ciclo, nas duas cultivares, foram encontrados nas folhas e grãos, sendo que a irrigação proporcionou maior conteúdo nas folhas do que nos grãos.

BRAR & SEKHON (1978) estudando o efeito do zinco e cobre sobre o conteúdo de micronutrientes nos órgãos da planta de trigo, mostram que aos 75 dias de idade, o teor no colmo foi de 4,8 ppm e no grão 7,7 ppm. Os valores encontrados no mesmo órgão na presente pesquisa e os encontrados nos grãos são bastante próximos. ROBSON et al. (1984) analisando o conteúdo deste nutriente em folhas novas de trigo concluiu que a medida que aumenta a idade há redução do teor, apresentando aos 33, 55, 81 dias e na maturação, 4,4, 2,7, 2,2 e 0,7 ppm, respectivamente. O mesmo autor mostra que as folhas bandeira atingiram, no início do espigamento da planta 2,2 ppm do nutriente. NAMBIAR (1976) estudando a resposta de oito cultivares a diferentes doses de cobre na solução nutritiva, verificou que a concentração deste nutriente nas folhas novas e colmos não apresentou diferença entre cultivares, ocorrendo no entanto diferenças entre cultivares, quando analisadas as folhas velhas. O teor de cobre nas folhas bandeira das cultivares apresentou valores entre 1,37 e 2,52 ppm e no grão entre 0,25 e 1,73 ppm. Tanto os teores nas folhas bandeira e dos grãos são superiores aos obtidos neste trabalho. Estas diferenças podem ser devidas as diferentes condições de execução dos experimentos. Os resultados de GALPÃO & SOUSA (1985) são semelhantes aos aqui apresentados e com 5,4 e 5,5 ppm, nas folhas e grãos, respectivamente, no início do espigamento da cultivar de trigo BR-10.

3.3.10 - Ferro

Os teores em ppm, e as quantidades em mg de ferro encontrados nas partes vegetais nas condições especificadas antes, estão no Quadro 15. Os colmos, folhas e grãos da cultivar BH 1146, no final do ciclo mostraram maior acúmulo de ferro com o tratamento irrigado e as espigas nas duas idades, e as folhas aos 90 dias não apresentaram diferenças; as folhas

Quadro 15 - Teores médios de ferro contidos nas partes da planta de duas cultivares de trigo estudadas em duas disponibilidades de água

Idade da Planta	Disponibilidade de água							
	Cultivar BH 1146 ⁽¹⁾				Cultivar IAC 24-Tucuruí ⁽¹⁾			
	Sequeiro		Irrigado		Sequeiro		Irrigado	
dias	ug/pl	ppm	ug/pl	ppm	ug/pl	ppm	ug/pl	ppm
COLMO								
90	77,49Aa	62,25	221,37Ab	94,00	57,72Ab	50,00	28,15Ab	13,50
110	79,42Ba	73,50	564,63Aa	284,00	175,14Ba	176,25	409,81Aa	205,50
FOLHA								
90	169,38Ab	478,75	298,04Ab	468,50	166,91Ab	470,25	268,87Ab	453,00
110	289,74Ba	929,25	794,88Aa	1416,50	403,23Ba	1042,00	923,70Aa	1403,25
FOLHA BANDEIRA								
90	10,06Bb	115,75	37,55Aa	202,00	19,85Ba	164,00	41,69Aa	156,50
110	44,07Aa	439,25	39,93Aa	383,75	31,15Ba	427,75	63,36Aa	384,00
GRÃO								
90	29,57Ba	36,00	50,06Aa	41,75	42,00Aa	38,50	47,12Aa	38,25
110	16,70Ba	21,50	49,23Aa	40,25	27,41Ba	26,75	71,96Aa	34,75
ESPIGA								
90	35,48Aa	95,00	42,69Ab	72,50	63,48Aa	103,75	11,56Bb	13,25
110	48,42Aa	114,25	77,30Aa	143,50	66,28Ba	102,25	139,21Aa	136,50

⁽¹⁾ Para cada cultivar, dentro de cada linha, as médias seguidas da mesma letra maiúscula e dentro de cada coluna para cada parte da planta, as médias de idade seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

bandeira acumularam maior quantidade com irrigação aos 90 dias e no final do ciclo não diferiram com as disponibilidades de água. As partes da cultivar IAC 24-Tucuruí, no final do ciclo, acumularam maior peso do nutriente através do tratamento irrigado, os colmos, folhas e grãos na idade de 90 dias não diferiram quanto ao acúmulo de ferro em função da variação de disponibilidade de água e as folhas bandeira atingiram maior peso com irrigação, ocorrendo o contrário com as espigas.

Na cultivar BH 1146, em sequeiro, a idade não influi sobre o acúmulo nos colmos, grãos e espigas, e nas folhas e folhas bandeira cresceu com decorrer do tempo; com irrigação da idade de 90 para 110 dias, nos colmos, folhas e espigas houve aumento e não influi sobre as folhas bandeira e grãos. A cultivar IAC 24-Tucuruí, mostrou tanto em condições de sequeiro como no irrigado, crescimento no acúmulo de ferro com a idade, nos colmos e folhas; nas folhas bandeira e grãos não houve diferença; nas espigas aumentou com idade no tratamento irrigado e permaneceu inalterado em sequeiro.

No final do ciclo, o maior acúmulo do nutriente para ambas as cultivares e disponibilidades de água foi encontrado nos colmos e folhas e o maior teor nas folhas, folhas bandeira e colmos, com maior destaque para o tratamento irrigado. Em estudo semelhante com cinco cultivares e híbridos de milho, ANDRADE et al. (1977) relatam que na maturação final não houve diferença de acúmulo de ferro entre cultivares, sendo que neste mesmo estágio os órgãos mais acumuladores foram os pendões e colmos + folhas, independente da cultivar ou híbrido. GALFÃO & SOUSA (1985) estudando absorção de micronutrientes em um solo orgânico, através da cultivar de trigo BH 10, constataram em média 123 e 57 ppm de ferro nas folhas e grãos das plantas desta cultura.

3.3.11 - Manganês

No Quadro 16 estão apresentados as quantidades e os teores de manganês nos órgãos de duas cultivares de trigo, em duas idades, cultivadas sob a influência de duas disponibilidades de água. Os grãos e espigas da cultivar BH 1146 não mostraram diferenças no acúmulo do nutriente com as disponibilidades de água ocorrendo de forma semelhante com os colmos e folhas bandeira no final do ciclo. As folhas apresentaram maior acúmulo através do tratamento irrigado. Na cultivar IAC 24-Tucuruí, no final do ciclo, as folhas, grãos e espigas acumularam maior peso do nutriente em regime irrigado;

Quadro 16 - Teores médios de manganês contidos nas partes da planta de duas cultivares de trigo estudadas em duas disponibilidades de água

Idade da Planta	Disponibilidade de água							
	Cultivar BH 1146 ⁽¹⁾				Cultivar IAC 24-Tucuruí(1)			
	Sequeiro		Irrigado		Sequeiro		Irrigado	
dias	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm
COLMO								
90	57,84Ba	46,75	91,58Aa	39,00	46,48Ba	43,50	44,60Aa	21,00
110	61,45Aa	55,75	49,75Aa	25,00	36,70Aa	36,75	60,56Aa	30,00
FOLHA								
90	43,45Ba	123,50	77,35Aa	122,00	47,37Aa	127,75	63,25Ab	107,00
110	33,39Ba	114,00	74,62Aa	133,00	50,01Ba	126,75	107,40Aa	164,50
FOLHA BANDEIRA								
90	6,22Bb	72,75	20,01Aa	105,75	11,12Ba	96,00	28,70Aa	108,00
110	14,05Aa	138,25	13,80Ab	136,25	13,34Ba	186,75	25,18Aa	152,75
GRÃO								
90	30,70Aa	37,50	48,89Aa	40,25	49,31Aa	45,50	29,36Ba	23,25
110	18,59Aa	23,75	26,51Ab	21,75	22,09Bb	21,75	48,71Aa	24,00
ESPIGA								
90	29,61Aa	80,00	34,44Aa	59,25	59,18Aa	95,25	27,87Bb	31,50
110	28,72Aa	69,25	26,46Aa	48,75	51,56Ba	80,25	69,22Aa	68,00

⁽¹⁾ Para cada cultivar, dentro de cada linha, as médias seguidas da mesma letra maiúscula e dentro de cada coluna para cada parte da planta, as médias de idade seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

os colmos não mostraram diferenças com a variação da disponibilidade de água, sendo que as folhas bandeira acumularam maior peso em irrigação, nas duas idades.

Em regime de sequeiro, na cultivar BH 1146, somente as folhas bandeira mostraram acúmulo crescente de manganês, as demais partes não sofreram alteração; com irrigação nas folhas bandeira e nos grãos decresceu o acúmulo com o aumento da idade e as demais partes não sofreram alteração. Na cultivar IAC 24-Tucuruí, em sequeiro o acúmulo não sofreu alteração com a idade nos colmos, folhas, folhas bandeira e espigas e os grãos acumularam maior peso aos 90 dias; em irrigação o peso do nutriente permaneceu inalterado nos colmos, folhas bandeira e grãos; nas folhas e espigas houve maior acúmulo na maturação final.

O maior acúmulo de manganês, em ambas as cultivares e disponibilidades de água, foi verificado nos colmos e folhas e o maior teor, nas folhas e folhas bandeira. GALRÃO & SOUSA (1985) analisando os teores de manganês na parte aérea da cultivar de trigo BR 10 no início do espigamento, encontraram em média, nas folhas e grãos, 106 e 59 ppm, respectivamente. Em estudo com diversas cultivares de trigo, em ambiente controlado, NAMBIAR (1976) encontrou no grão teores entre 16 e 45,3 ppm. Os teores encontrados pelos autores anteriores estão próximos aos obtidos na presente pesquisa. No entanto, BRAR & SEKHON (1978) encontraram valores bem mais elevados do que os aqui relatados, 153 e 195 ppm, no colmo e folhas, respectivamente.

Os diferentes teores relatados anteriormente, inclusive os desta pesquisa podem ser devido às condições adversas de execução dos experimentos, principalmente a umidade do solo (FAGERIA, 1984).

3.3.12 - Zinco

As médias, em mg e as concentrações, em ppm, contidos nas partes das plantas de duas cultivares de trigo, aos 90 e 110 dias de idade, cultivados em duas disponibilidades de água estão apresentadas no Quadro 17. As folhas, grãos e espigas da cultivar BH 1146 apresentaram maior acúmulo de zinco no tratamento irrigado; os colmos e folhas bandeira não indicaram diferenças no final do ciclo e aos 90 dias acumularam mais peso com irrigação. Na cultivar IAC 24-Tucuruí, todas as partes mostraram maior acúmulo com irrigação, com exceção do grão que aos 90 dias de idade não apresentou dife

Quadro 17 - Teores médios de zinco contidos nas partes da planta de duas cultivares de trigo estudadas em duas disponibilidades de água

Idade da Planta	Disponibilidade de água							
	Cultivar BH 1146 ⁽¹⁾				Cultivar IAC 24-Tucuruí ⁽¹⁾			
	Sequeiro		Irrigado		Sequeiro		Irrigado	
dias	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm
COLMO								
90	5,10Ba	4,25	17,47Aa	7,50	4,04Ba	3,50	10,78Aa	5,25
110	3,96Aa	3,50	4,00Ab	2,00	1,73Bb	1,75	11,56Aa	5,75
FOLHA								
90	1,49Ba	4,25	5,16Aa	13,25	1,11Bb	6,00	5,73Ab	9,75
110	1,59Ba	5,00	6,55Aa	11,75	2,24Ba	2,75	10,35Aa	15,75
FOLHA BANDEIRA								
90	0,22Ba	2,50	1,84Aa	9,75	0,71Ba	5,75	2,87Aa	11,00
110	0,18Aa	1,75	0,53Ab	5,25	0,23Ba	3,25	1,41Ab	8,50
GRÃO								
90	25,99Ba	31,50	39,09Aa	32,25	29,29Aa	27,00	32,12Ab	26,25
110	23,08Ba	29,75	44,42Aa	36,25	23,12Ba	22,50	57,94Aa	28,25
ESPIGA								
90	5,03Ba	13,50	9,25Aa	16,00	5,66Ba	9,25	12,01Aa	13,50
110	3,73Ba	9,00	8,16Aa	15,00	2,69Bb	5,00	11,97Aa	11,75

⁽¹⁾ Para cada cultivar, dentro de cada linha, as médias seguidas da mesma letra maiúscula e dentro de cada coluna para cada parte da planta, as médias de idade seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

rença entre disponibilidades de água.

Na cultivar BI 1146 todas as partes das plantas cultivadas em sequeiro, as folhas, grãos e espigas com irrigação não mostraram alteração do conteúdo de zinco em peso e com a idade. Com irrigação os colmos, folhas e folhas bandeira desta última cultivar acumularam maior quantidade aos 90 dias. Os colmos e espigas das plantas da cultivar IAC 24-Tucuruí em "sequeiro" apresentaram maior acúmulo com 90 dias de idade e as folhas com 110 dias e folhas bandeira e grãos não apresentaram diferenças com a idade. Com irrigação as folhas e grãos acumularam maior peso na maturação final, folhas bandeira aos 90 dias e colmos e espigas não mostraram diferenças entre as idades.

O máximo acúmulo e concentração de zinco para as duas cultivares em duas disponibilidades de água foi encontrado nos grãos.

GIORDANO & MORTVEDT (1962) estudando a influência de doses de fósforo e zinco sobre o teor deste último no tecido das plantas de arroz, constatou os maiores teores em parcela com inundação do que sem inundação. No primeiro tratamento, o acúmulo médio de zinco foi de 0,75 mg/pl. e no segundo 0,20 mg/pl.. Com relação ao comportamento de diferentes genótipos na absorção de zinco, NAMBIAR (1976) mostra que entre dez cultivares de trigo, aveia e cevada cultivadas em ambiente controlado, o teor deste nutriente nas folhas bandeira foi de 11 a 20,7 ppm. Analisando o teor de zinco das partes das plantas das cultivares de arroz IR 665, IAC 435 e IAC 120, FURLANI et al. (1977) obtiveram em média nas folhas, colmos, grãos descascados e cascas, 32, 44, 21 e 27 ppm, respectivamente, mostrando diferença significativa entre as cultivares estudadas em todos os órgãos. Em estudos com trigo, em regime de sequeiro e irrigado, BASSIRI & NANIAPETIAN (1977) não obtiveram efeito da disponibilidade de água sobre o teor de Zn na planta, sendo que em ambas as plantas apresentaram em média de 32 a 57 ppm do nutriente. Nas partes da planta, BRAR & SEKHON (1978) em determinação realizada aos 75 dias de idade obtiveram 20 e 23 ppm, respectivamente nos colmos e folhas.

3.4 - Distribuição percentual da matéria seca e nutrientes nos órgãos da planta

Com base no acúmulo total de matéria seca e nutrientes na parte aérea da planta e nas partes da planta de trigo, foi estudada a distribuição proporcional para cada cultivar e disponibilidades de água aos 90 e 110 dias

de idade (Quadros 18 e 19). A comparação permitiu analisar as alterações da composição dos órgãos da planta. Verificou-se que no tratamento com irrigação para as duas cultivares, a produção de matéria seca do colmo, órgão que mostrou maior acúmulo, foi proporcionalmente maior em relação ao tratamento sem irrigação. Neste último, o grão apresentou acúmulo proporcional maior para ambas as cultivares aos 90 dias de idade e aos 110 dias; a cultivar IAC 24-Tucuruí com irrigação mostrou maior produção proporcional de matéria seca no grão.

A distribuição percentual de nitrogênio, fósforo e cobre no grão das duas cultivares se apresentou mais elevada em regime de sequeiro, acontecendo o inverso com as partes vegetativas da planta. O potássio e ferro apresentaram idêntica distribuição no grão para as duas cultivares nas duas disponibilidades de água. Com o magnésio, enxofre e manganês ocorreu maior distribuição para as cultivares no regime irrigado. Para o cálcio, boro e zinco houve influência das cultivares sobre a sua distribuição no grão em cada disponibilidade de água.

Com relação a idade da planta, em regime de sequeiro, nas duas cultivares o máximo acúmulo proporcional de nutrientes ocorreu aos 90 dias de idade. Fizeram exceção o nitrogênio e o potássio na cultivar BH 1146 e enxofre na cultivar IAC 24-Tucuruí que mostraram o máximo acúmulo proporcional aos 110 dias de idade. O zinco acumulou o máximo aos 110 dias, nas duas cultivares. Nos demais órgãos da planta na cultivar BH 1146, o acúmulo proporcional decresceu com a idade e na IAC 24-Tucuruí mostrou pequeno crescimento.

Em regime irrigado, o acúmulo proporcional de nutrientes no grão cresceu com a idade nas duas cultivares, com exceção do cobre e manganês na cultivar BH 1146 e ferro nas duas cultivares que decresceu. Nos demais órgãos houve decréscimo do acúmulo proporcional de nutrientes com a idade, sendo que o potássio e ferro nas duas cultivares e cálcio na cultivar IAC 24-Tucuruí mostraram crescimento com a idade.

KARLEN & WHITNEY (1980) mostram que o acúmulo de matéria seca na planta de trigo ocorre até antes da maturação fisiológica, havendo decréscimo posterior em função da dessecação, sendo que as espigas neste mesmo estágio apresentam 46% da matéria seca total. Com relação ao nitrogênio, fósforo e potássio, WALDRÉN & FLOWERDAY (1979) mostram que o máximo acúmulo nos órgãos vegetativos ocorreu até antes da floração e no grão até o estágio de

Quadro 18 - Distribuição percentual de matéria seca e nutrientes minerais nas partes das plantas de duas cultivares de trigo cultivadas em condições de sequeiro

Idade da Planta	Partes da Planta									
	Cultivar IB 1146					Cultivar IAC 24-Tucuruí				
	Colmo	Folha	F.Band.	Grão	Espiga	Colmo	Folha	F.Band.	Grão	Espiga
dias	%									
	Matéria seca									
90	43	12	3	29	13	34	11	4	32	19
110	41	12	4	28	15	31	12	3	33	21
	Nitrogênio									
90	19	9	4	57	11	15	7	4	62	12
110	15	7	4	64	10	11	7	2	65	15
	Fósforo									
90	7	4	1	83	5	7	2	1	85	5
110	8	2	1	80	9	4	3	1	83	9
	Potássio									
90	68	12	2	9	9	52	13	5	16	14
110	65	10	7	10	8	52	15	4	14	15
	Cálcio									
90	40	35	6	9	10	30	34	10	11	15
110	25	40	18	7	10	32	35	8	8	17
	Magnésio									
90	28	20	4	35	13	17	18	6	39	20
110	31	15	7	33	14	19	20	7	34	20
	Enxofre									
90	46	13	3	27	11	34	11	3	32	20
110	44	11	4	26	15	32	12	4	34	18
	Boro									
90	42	22	8	16	12	40	19	8	18	15
110	35	24	10	15	16	31	31	8	13	17
	Cobre									
90	18	17	2	56	7	17	9	3	63	8
110	24	16	4	50	6	19	19	2	48	12
	Ferro									
90	24	52	4	9	11	16	47	6	12	19
110	16	60	10	4	10	25	57	5	3	10
	Manganês									
90	34	26	4	18	18	22	22	5	23	28
110	39	22	9	12	18	21	29	7	13	30
	Zinco									
90	13	4	1	69	13	10	3	3	70	14
110	12	5	1	71	11	6	4	1	80	9

Quadro 19 - Distribuição percentual de matéria seca e nutrientes minerais nas partes das plantas de trigo de duas cultivares cultivadas com irrigação

Idade da Planta	Partes da planta									
Planta	Cultivar 880 1146					Cultivar IAC 24-Pacuruí				
	Colmo	Folha	F.Band.	Grão	Espiga	Colmo	Folha	F.Band.	Grão	Espiga
dias	←————— 1 —————→									
	Matéria seca									
90	47	13	4	24	12	41	12	5	24	18
110	45	12	3	27	13	34	11	3	35	17
	Nitrogênio									
90	25	13	6	48	8	22	12	9	44	13
110	20	9	2	59	10	11	6	2	71	10
	Fósforo									
90	9	6	2	75	8	14	5	4	62	15
110	9	4	1	77	10	6	3	1	80	10
	Potássio									
90	64	19	4	8	5	55	17	7	9	12
110	78	7	2	10	3	65	9	3	15	8
	Cálcio									
90	35	39	12	7	7	25	38	17	7	13
110	27	46	10	9	8	27	40	10	9	14
	Magnésio									
90	27	22	8	31	12	18	19	11	33	19
110	26	18	5	41	10	22	16	6	43	13
	Enxofre									
90	48	13	4	24	11	46	11	5	22	16
110	46	11	2	29	12	34	10	3	38	15
	Boro									
90	53	18	6	12	11	45	18	8	16	13
110	45	25	6	13	11	29	26	9	20	16
	Cobre									
90	25	13	4	47	11	24	15	8	45	8
110	30	28	3	35	4	11	24	3	52	10
	Ferro									
90	34	46	6	8	6	7	67	10	12	4
110	37	52	2	3	6	25	57	4	5	9
	Manganês									
90	33	28	7	19	13	23	32	15	15	15
110	26	39	7	14	14	19	34	8	16	23
	Zinco									
90	24	7	3	53	13	17	9	4	50	20
110	6	10	1	70	13	12	11	2	62	13

grão mole, decrescendo a partir daí.

PETERSON (1965) menciona que os micronutrientes se encontram em maior quantidade nos grãos do que na palha do trigo. No entanto a presente pesquisa mostrou que somente o cobre e zinco atinge maiores teores nos grãos, independente da disponibilidade de água e cultivar.

4 - PRODUÇÃO DE GRÃOS

As produções de grãos, peso de mil sementes e peso do hectolitro, obtidos nas duas cultivares em duas disponibilidades de água estão apresentadas no Quadro 20. Foi verificada diferença na produção de grãos entre as

Quadro 20 - Produção de grãos (kg/ha), peso de mil sementes (PMS) e peso do hectolitro (PH) de duas cultivares de trigo cultivadas em duas disponibilidades de água

Disponibilidade de água	Cultivar BH 1146 ⁽¹⁾			Cultivar IAC-24-Tucuruí ⁽¹⁾		
	Grãos	PMS	PH	Grãos	PMS	PH
	kg/ha	g	g	kg/ha	g	g
Sequeiro	1683Aa	33,97Aa	80,57Aa	1858Aa	36,22Aa	80,85Aa
Irrigado	2230Ab	37,95Ab	80,96Aa	2789Bb	37,17Aa	80,35Aa

⁽¹⁾ Para cada fator, dentro de cada linha, as médias seguidas da mesma letra maiúscula e dentro de cada coluna as médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

disponibilidades de água sequeiro e irrigado para as duas cultivares e para peso de mil sementes, somente na cultivar BH 1146. O peso do hectolitro não apresentou diferenças nas duas cultivares quando consideradas as duas disponibilidades de água. Em regime de sequeiro, a produção de grãos, peso de mil sementes e peso do hectolitro na BH 1146 não foram afetados, sendo que, sob irrigação a cultivar IAC 24-Tucuruí apresentou maior produção e não foram modificados o peso de mil sementes e peso do hectolitro.

Apesar das duas cultivares não diferirem em produção de grãos em regime de sequeiro, ambas mostraram boa capacidade produtiva, pois as produções alcançadas são superiores as médias nacionais. SOUSA et al. (1984) e SOUSA et al. (1986) mostram o bom comportamento das cultivares testadas nesta pesquisa, em cultivos sucessivos nas condições de sequeiro em solos de alta fertilidade natural, do sul do Estado de Mato Grosso do Sul. De maneira semelhante CALHEIROS et al. (1986) em experimentos sucessivos com o uso de irrigação por aspersão têm obtido altos rendimentos com a cultivar IAC 24-Tucuruí.

Em regiões de acentuada deficiência hídrica o uso da irrigação torna-se imprescindível para obter-se bons rendimentos de trigo. SINGH et al. (1979) através do uso de quatro níveis de irrigação concluíram que a medida que diminuía o espaço de tempo entre turnos de rega, aumentava o rendimento de palha e grãos. SHARMA et al. (1981) em trabalho semelhante mostraram que com o aumento dos intervalos de rega houve redução no número de perfilhos/planta, número de grãos/espiga e peso de mil sementes. Com os mesmos objetivos, SHIMSHI & KAPKAPI (1978) estudaram o comportamento dos componentes da produção de grãos, aplicando irrigações em diferentes estádios da planta, sendo que o efeito mais positivo foi alcançado após a germinação mais tratamento na emissão da espiga, sendo que o tratamento sem irrigação, somente com água da chuva, produziu 64% em relação ao melhor tratamento irrigado.

5 - NUTRIENTES

5.1 - Consumo e exportação de nutrientes

O acúmulo total e exportação de nutrientes pelo grão, na maturação, com base na população final de plantas e acúmulo de cada nutriente está exposto no Quadro 21. Tanto a cultivar BH 1146 como a IAC 24-Tucuruí, apresentaram maior consumo de nutrientes no regime com irrigação. Em sequeiro a cultivar BH 1146 consumiu maior quantidade de fósforo, potássio, enxofre, magnésio e zinco em relação a IAC 24-Tucuruí na mesma disponibilidade de água. Já, com irrigação, a cultivar IAC 24-Tucuruí apresentou maior consumo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, cobre, manganês e zinco, sendo que somente o consumo de boro e ferro foram

Quadro 21 - Acúmulo total de nutrientes e exportação pelo grão através de duas cultivares de trigo cultivadas em duas disponibilidades de água

Nutrientes	Disponibilidade de água											
	Cultivar BR 1146						cultivar IAC 24-Tecuruí					
	Sequeiro			Irrigado			Sequeiro			Irrigado		
	Acúmulo	Exportação		Acúmulo	Exportação		Acúmulo	Exportação		Acúmulo	Exportação	
	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha	%
Nitrogênio	45,70	28,81	63,04	116,79	68,98	59,06	49,66	32,22	64,88	128,88	91,32	70,85
Fósforo	2,96	2,35	79,39	8,32	6,44	77,40	2,91	2,41	82,82	11,81	9,48	80,27
Potássio	31,70	3,26	10,28	82,02	8,13	9,91	27,82	3,80	13,76	107,60	16,29	15,14
Cálcio	4,23	0,30	7,09	10,77	0,93	8,63	4,38	0,32	7,30	12,82	1,05	8,19
Magnésio	4,29	1,43	33,33	7,89	3,32	41,55	3,76	1,27	33,77	12,58	5,41	43,00
Enxofre	9,51	2,46	25,87	19,83	5,77	29,10	7,18	2,42	33,70	26,00	9,82	37,77
	g/ha	g/ha	%	g/ha	g/ha	%	g/ha	g/ha	%	g/ha	g/ha	%
Boro	30,54	4,67	15,29	89,87	11,38	12,66	39,89	5,40	13,54	71,22	14,37	20,17
Cobre	8,77	4,41	50,28	27,38	9,78	35,72	13,29	6,24	46,95	33,42	17,40	52,06
Ferro	578,80	20,21	3,49	2899,15	93,54	3,22	745,52	29,05	3,89	2781,87	124,49	4,47
Manganês	191,38	22,49	11,75	363,18	50,37	13,87	184,33	23,41	12,70	538,15	84,27	15,66
Zinco	39,34	27,92	70,97	120,95	80,40	69,78	30,60	24,51	80,10	161,29	100,23	62,14
Produção de grãos (kg/ha)	1683			2230			1858			2789		

menores nesta cultivar, quando comparados a cultivar BH 1146.

Com relação a exportação de nutrientes as duas cultivares exportaram em maior quantidade todos os nutrientes, quando receberam irrigação.

A exportação em sequeiro de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, boro, cobre, ferro e manganês foi maior através da cultivar IAC 24-Tucuruí, sendo que magnésio, enxofre e zinco foram mais exportados através da cultivar BH 1146. No tratamento com irrigação, todos os nutrientes estudados, foram mais exportados pela cultivar IAC 24-Tucuruí.

Em regime de sequeiro, o consumo quantitativo de macronutrientes obedece a seguinte ordem decrescente: $N > K > S > Mg > Ca > P$, para a cultivar BH 1146, sendo que na IAC 24-Tucuruí, há maior consumo de cálcio em relação ao magnésio e os demais permaneceram na mesma posição. Com uso da irrigação o consumo quantitativo apresenta sensíveis modificações, como pode ser visto a seguir: $N > K > S > Ca > P > Mg$, para as duas cultivares, havendo tendência de na IAC 24-Tucuruí, o consumo de fósforo igualar-se ao de magnésio.

A exportação percentual de macronutrientes em relação ao consumo total é idêntico para as duas cultivares, independente da disponibilidade de água, obedecendo a seguinte ordem: $P > N > Mg > S > K > Ca$.

O consumo quantitativo de micronutrientes nas duas cultivares, independente da disponibilidade de água, apresenta-se na seguinte ordem: $Fe > Mn > Zn > B > Cu$, com exceção do boro que é mais consumido do que zinco, na cultivar IAC 24-Tucuruí sem o uso de irrigação. A exportação percentual, através das duas cultivares nas disponibilidades de água estudadas, obedece a seguinte ordem decrescente: $Zn > Cu > B > Mn > Fe$, sendo que a cultivar BH 1146 sem irrigação mostra maior exportação de manganês do que ferro.

O consumo e exportação de nutrientes é variável em função de alguns fatores, como cultivar, disponibilidade de água e mesmo as características do solo. GARGENTINI & BLANCO (1973) trabalhando em condições de ambiente controlado mostram que o consumo de macronutrientes obedece a seguinte ordem decrescente: $N > K > Ca > Mg > S > P$, sendo que a exportação percentual relativa ao consumo total se apresenta assim: $N > P > Ca > Mg > S > K$. constata-se com a comparação das duas pesquisas, que independente das condições de execução dos experimentos o nitrogênio e o potássio são os macronutrientes mais consumidos e o fósforo e nitrogênio os mais exportados.

em relação ao consumo. McNEAL et al. (1968) mostram que apesar do acúmulo de nitrogênio, em cultivos com irrigação ser superior a cultivar sem irrigação, a exportação relativa deste nutriente nas últimas é maior.

Quadro 22 - Eficiência na utilização de nutrientes na produção de grãos de duas cultivares de trigo cultivadas em duas disponibilidades de água

Nutrientes	Disponibilidade de água			
	Cultivar BH 1146		Cultivar IAC 24-Tucuruí	
	Sequeiro	Irigado	Sequeiro	Irigado
← kg grão/kg nutriente →				
Nitrogênio	36,83	19,09	37,41	21,64
Fósforo	568,58	268,03	638,49	236,15
Potássio	53,09	27,19	66,78	25,92
Cálcio	397,87	207,05	424,20	217,55
Magnésio	392,31	279,10	494,15	221,70
Enxofre	176,97	112,45	258,77	107,27
← kg grão/g nutriente →				
Boro	55,11	24,81	46,58	39,16
Cobre	191,90	81,44	139,80	83,45
Ferro	2,91	0,77	2,49	1,00
Manganês	8,77	6,14	10,08	5,18
Zinco	42,78	18,44	60,72	17,29

5.2 - Eficiência na utilização de nutrientes

Para estudo da eficiência de utilização de nutrientes minerais pelas cultivares de trigo nas duas disponibilidades de água estudadas, foi estabelecido o quociente obtido entre produção de grãos e consumo de nutriente na maturação final (Quadro 22). Em regime de sequeiro a cultivar IAC 24-Tucuruí mostrou maior eficiência na utilização de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, manganês e zinco e a cultivar BH 1146 na utilização de boro, cobre e ferro. No tratamento com irrigação a cultivar BH 1146 utilizou mais eficientemente o fósforo, potássio, magnésio, enxofre, manganês e zinco e a cultivar IAC 24-Tucuruí o nitrogênio, cálcio, boro, cobre e ferro. Com relação às cultivares, ambas foram mais eficientes na utilização de todos os nutrientes, quando cultivadas em regime de sequeiro. Esta eficiência das duas cultivares em sequeiro pode ser explicado por sua adaptabilidade as condições de deficiência hídrica, as quais têm alcançado altos rendimentos, conforme mostram SOUSA et al. (1984) e SOUSA et al (1986). Resultados semelhantes foram obtidos por GIUDICE et al. (1983) que, trabalhando com a cultivar de arroz IAC 1246, com boa capacidade de resposta a deficiência hídrica, constataram maior eficiência na utilização de nutrientes em condições de sequeiro do que nos tratamentos com suprimento de água intermitente e inundação permanente.

6 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

A produção de matéria seca por planta e por unidade de área, assim como a produção de grãos nas duas cultivares sofreram redução com a diminuição da disponibilidade de água, comprovando a alta capacidade do trigo em responder a suprimentos adequados de água durante o seu desenvolvimento. No entanto o rendimento de grãos por unidade de área em regime de sequeiro foi superior à produtividade média nacional. Isto mostra a boa adaptabilidade desta cultura à deficiência hídrica, desde que haja boa unidade para estabelecimento da cultura e o suprimento de água em estádios críticos da planta.

Quadro 21 - Consumo e exportação de nutrientes através das culturas de arroz, milho e trigo

Nutrientes	Arroz ⁽¹⁾				Milho ⁽²⁾				Trigo ⁽³⁾			
	Disponibilidade de água											
	Irrig. interm.		Irrig. submersão		Sequeiro		Irrigado		Sequeiro			
	Consumo	Exportação	Consumo	Exportação	Consumo	Exportação	Consumo	Exportação	Consumo	Exportação	Consumo	Exportação
	← kg/ha →											
Nitrogênio	76,3	46,5	102,8	66,8	156,1	127,5	122,8	80,1	47,3	30,5		
Fósforo	15,7	10,7	28,4	22,4	28,1	25,7	10,0	7,9	2,9	2,4		
Potássio	104,8	14,7	236,6	33,1	103,6	38,6	94,8	12,2	29,7	3,5		
Cálcio	16,9	2,0	27,7	3,3	23,1	0,9	11,8	1,0	4,3	0,3		
Magnésio	15,1	5,1	19,5	9,9	34,3	11,3	10,3	4,3	4,0	1,3		
Enxofre	15,2	6,2	19,0	15,2	16,3	11,3	22,9	7,8	6,3	2,4		
	← g/ha →											
Cobre	25,0	14,7	53,9	31,8	108,4	32,0	30,4	13,6	11,0	5,5		
Ferro	1121,8	168,3	1453,8	334,4	1386,1	207,5	2840,5	109,0	662,1	24,6		
Manganês	551,5	110,3	885,7	190,4	484,6	89,0	450,6	67,3	187,8	22,9		
Zinco	276,5	94,0	467,7	163,7	307,8	199,0	141,1	92,3	35,0	26,2		
Produção (kg/ha)	1642		5283		6292		2590		1770			

(¹) Resultado de GIUDICE et al. (1983); (²) ANDRADE et al. (1972); (³) Dados deste trabalho.

O consumo e exportação de nutrientes através das culturas de arroz, milho e trigo, em diferentes disponibilidades de água são apresentados no Quadro 23. Para este estudo comparativo foram considerados os valores médios de duas cultivares de arroz, cinco de milho e duas de trigo. O consumo de nutrientes pelo trigo com irrigação é menor que o consumo através do arroz com irrigação por submersão contínua e o milho em sequeiro. Faz-se exceções ao N que o trigo tem maior consumo em relação ao arroz e o S e Fe em relação às duas espécies. Entre as três culturas, o trigo mostra-se a menos exigente e o milho a mais exigente.

Com relação a exportação de nutrientes, o trigo exporta apenas em maior quantidade o N.

A quantidade de nutrientes exportados pelas culturas, além de ser dependente da exigência das mesmas é mais dependente da produção final das partes colhidas. Assim, como o milho apresentou maior produção por área, a sua exportação de nutrientes também mostrou maiores valores, o que significa que com o uso de melhores técnicas de cultivo empregadas na cultura de trigo, como cultivares mais produtivas e de melhor resposta a irrigação, houve maior exportação de nutrientes.

As necessidades de nutrientes pelas plantas são supridas pela solução do solo, cujos nutrientes são fornecidos pelas reservas minerais ou por fertilizantes aplicados. Para satisfazer as deficiências nutricionais das plantas são feitas aplicações ao solo, com base em indicações oriundas dos órgãos de pesquisa (Quadro 24). As quantidades recomendadas são baseadas nas necessidades da planta e estudos de adubação com diferentes doses de fertilizantes. As recomendações de P e K, comparadas ao consumo, são suficientes, no entanto em solos com baixa disponibilidade nestes nutrientes nas culturas irrigadas devem ser tomados cuidados especiais. A recomendação de N está abaixo do consumo, principalmente em cultivo irrigado, havendo necessidade de maior dosagem, principalmente em solos com baixo teor de matéria orgânica e com o uso de cultivares de alto potencial de produção com irrigação. Cuidados semelhantes devem ser tomados com relação aos micronutrientes, principalmente com o Zn e Cu, pois estes são bastante exportados pelos grãos, e mesmo que, com o uso de melhores adubações com P, Ca e Mg, diminuam suas disponibilidades para a planta no solo.

A maior eficiência na utilização de nutrientes, expressa em produção de grãos pelas plantas, em regime de sequeiro, mostra que com o uso

Quadro 24 - Recomendações de adubação nitrogenada, fosfatada e potássica para solos com teores médios de P e K nos Estados de Mato Grosso do Sul (MS) e São Paulo (SP)

Estado	Nutrientes a aplicar			
	Na semeadura			Em cobertura
	N	P	K	N
	←-----kg/ha-----→			
MS ⁽¹⁾	5 - 12	20 - 26	25,0	0 - 35 ⁽³⁾
SP ⁽²⁾	20	26	25,0	20 - 40 ⁽⁴⁾

(¹) Recomendações da EMBRAPA (1985); (²) CAMARGO, C.E.O. (1985)²; (³) Em função do teor de matéria orgânica no solo.; (⁴) Trigo em sequeiro não aplicar e com irrigação aplicar 40kg/ha de N, 30-40 dias após a emergência e para cultivares de ciclo médio a tardio dividir a dose em duas partes, aplicando a segunda 50-60 dias após a emergência.

da irrigação é necessária a utilização de outras tecnologias, principalmente cultivares com alto potencial produtivo, para garantir elevadas produções por unidade de área. Isto garante maior quociente da produção de grãos por consumo final de cada nutriente.

7 - CONCLUSÕES

7.1 - Crescimento da planta

a) O tratamento com irrigação proporcionou os maiores pesos de matéria seca por planta e matéria seca por área, nas duas cultivares e em todas as épocas analisadas.

b) O número de plantas por área considerando as cultivares, apresentou variações durante o ciclo, no entanto na maturação, ambas as cultivares apresentaram maior número com irrigação.

7.2 - Absorção e acúmulo de nutrientes

a) As concentrações mínimas de macronutrientes nas duas cultivares em duas disponibilidades de água ocorreram na maturação ou no estágio de grão leitoso e as de micronutrientes entre os estádios de floração e grão leitoso, geralmente próximos ou após ocorrer o máximo acúmulo de matéria seca.

b) Em regime de sequeiro, a cultivar BH 1146, na maturação, acumulou em 3282kg de matéria seca, 46kg de N, 3kg de P, 32kg de K, 4kg de Ca, 4kg de Mg, 9kg de S, 30g de B, 9g de Cu, 579g de Fe, 191g de Mn e 39g de Zn por hectare, ao passo que a IAC 24-Tucuruí acumulou em 3303kg de matéria seca, 50kg de N, 3kg de P, 28kg de K, 4kg de Ca, 4kg de Mg, 7kg de S, 40g de B, 13g de Cu, 745g de Fe, 184g de Mn e 30g de Zn por hectare.

c) Com irrigação, a cultivar BH 1146, na maturação acumulou em 9136kg de matéria seca, 117kg de N, 8kg de P, 82kg de K, 11kg de Ca, 8kg de Mg, 20kg de S, 90g de B, 27g de Cu, 2899g de Fe, 363g de Mn e 121g de Zn por hectare. A cultivar IAC 24-Tucuruí, acumulou em 10178kg de matéria seca, 129kg de N, 12kg de P, 107kg de K, 13kg de Ca, 12kg de Mg, 26kg de S, 71g de B, 33g de Cu, 2872g de Fe, 538g de Mn e 161g de Zn por hectare.

d) Nas partes da planta das duas cultivares, independente da disponibilidade de água, o maior acúmulo proporcional de matéria seca, K, S e B ocorreu nos colmos; de Ca, Fe e Mn nas folhas e de N, P, Mg, Cu e Zn nos grãos.

7.3 - Produção de grãos e exportação de nutrientes

a) A produção de grãos foi diminuída nas duas cultivares com a restrição de água. A cultivar BH 1146 em sequeiro produziu 1683kg/ha (75%) e com irrigação 2230kg/ha (100%). A cultivar IAC 24-Tucuruí em sequeiro produziu 1858kg/ha (66%) e com irrigação 2789kg/ha (100%).

b) O tratamento em sequeiro reduziu o peso de mil sementes na cultivar BH 1146 e não afetou o peso do hectolitro. Na cultivar IAC 24-Tucuruí

não afetou os pesos de mil sementes e do hectolitro.

c) A exportação percentual de nutrientes através dos grãos segue a ordem:

$P > N > Mg > S > K > Ca > Zn > Cu > B > Mn > Fe$.

d) As duas cultivares apresentaram maior eficiência na utilização de todos os nutrientes, através do tratamento em sequeiro. Com este tratamento a cultivar BH 1146 mostrou maior eficiência na utilização de N, P, K, Ca, Mg, S, Mn e Zn. Com irrigação a BH 1146 utilizou mais eficientemente o P, K, Mn e Zn.

LITERATURA CITADA

ALSTON, A.M. Response of wheat to deep placement of nitrogen and phosphorus fertilizers on a soil high in phosphorus in the surface layer. Australian Journal Agriculture Research, Melbourne, 31:13-24, 1980.

ANDRADE, A.G. de.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. de. & SARRUGE, J.R. Acumulação diferencial de nutrientes em cinco cultivares de milho. II - Acumulação de micronutrientes. In: Acumulação diferencial de nutrientes em cinco cultivares de milho. Piracicaba, ESAIQ/USP, 1977. p.59-92.

BAKER, J.M. & TUCKER, B.B. Critical N, P and K levels in winter wheat. Communications in Soil Science and Plant Analysis, Madison, 4(5):347-358, 1973.

BANCO DO BRASIL S.A. Comercialização de trigo nacional. Curitiba. Área cultivada e produtividade de trigo nos diferentes Estados do Brasil. Curitiba, 1986. 1p. (Publicação avulsa)

- BASSIRI, A.J. & NNAWAPETIAN, A. Differences in concentrations and interrelationships of phosphate, phosphorus, magnesium, calcium, zinc and iron in wheat varieties grown under dryland and irrigate conditions. *Journal of Agricultural Chemistry, Shiraz*, 25(5):1118-1122, 1977.
- BATAGLIA, O.C.; CAMARGO, C.E. de O.; CAMARGO, O.F. de.; NAGAI, V. & RANOS, V.J. Resposta a calagem de três cultivares de trigo com tolerância diferencial ao alumínio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas*, 9:139-147, 1985.
- BATISTA, C.M. Absorção e distribuição de micronutrientes (Cu, Zn, B, Mn) no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.): efeitos da densidade e época de plantio. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1974. Tese (Mestrado)
- BONTWRIGHT, G.O. & HAAS, H.J. Development and composition of spring wheat as influenced by nitrogen and phosphorus fertilization. *Agronomy Journal, Madison*, 53:33-36, 1961.
- BRAR, M.S. & SEKHON, G.S. Effect of zinc and copper application on the yield and micronutrient content of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Indian Society Soil Science, New Delhi*, 26(1):84-86, 1978.
- BRASIL. Divisão de Pesquisa Pedológica. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Sul do Estado de Mato Grosso. Rio de Janeiro, 1971. 839p. (Bol. téc., 18)
- BRASIL. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Anuário Estatístico do Brasil - 1984. Rio de Janeiro, 1985. 1104p.
- CALHEIROS, R. de O.; AOKI, R.T.; SILVA, C.A.S. da.; SOUSA, P.G. & ROTOLI, S. L. Competição de cultivares de trigo irrigado. In: REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO-SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 2., Dourados, EMBRAPA. Resultados de Pesquisa com Trigo obtidos pela UEPNE de Dourados - EMBRAPA em 1985. 1986, p.86-96.

CAMARGO, C.E.O. Recomendações de adubação e calagem para trigo. In: RALJ, B. van; N.M. da SILVA, O.C. BATAGLIA et al. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agronômico, 1985. p.26-27. (Bol. técnico, 100)

CAMPBELL, C.A.; DAVIDSON, H.R. & WARDER, F.G. Effects of fertilizers N and soil moisture on yield, yield components, protein content and N accumulation in the aboveground parts of spring wheat. Canadian Journal of Soil Science, Ottawa, 57:311-327, 1977.

CARROL, M.D. & LONERAGAN, J.F. Response of plant species to concentrations of zinc in solution. I - growth and zinc content of plants. Australian Journal Agriculture Research, Melbourne, 19:859-868, 1968.

CHAUDHRY, F.M. & LONERAGAN, J.F. Effects of nitrogen, copper, and zinc fertilizers on the copper and zinc nutrition of wheat plants. Australian Journal Agriculture Research, Melbourne, 21:865-879, 1970.

COX, M.C.; CALVIN, O.Q. & RAINS, D.W. Genetic variation for nitrogen assimilation and translocation in wheat. I. Dry matter and nitrogen accumulation. Crop Science, Madison, 25:430-435, 1985.

DAY, A.D. & INTALAP, S. Some effects of soil moisture on the growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). Agronomy Journal, Madison, 62:27-29, 1970.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, Passo Fundo. Contribuição do CNPT/EMBRAPA ao treinamento sobre a cultura do trigo. Dourados, EMBRAPA, v.1., 1983. p.334-379.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, Passo Fundo. Trigo - Resumos Informativos. Brasília, EMBRAPA -DOT, v.1., 1984. p.257-293.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Coletânea Bibliográfica 1974-1980. Rio de Janeiro, 1981. 197p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual, Dourados. Trigo - Recomendações técnicas para Mato Grosso do Sul, safra 1985. Dourados, 1985. 45p.
- FAGERIA, N.K. Solos alagados - disponibilidade de nutrientes e seu modelo de adubação da cultura de arroz irrigado. In: Adubação e Nutrição Mineral da Cultura de Arroz. EMBRAPA/Ed. Campus, Goiânia/Rio de Janeiro. Cap. 6, 1984. p.189-218.
- FUELL, D.L.; PAULSEN, G.M. WALTER, T.L. & LAWLESS, J.R. Relationship among nitrogen and phosphorus contents of vegetative parts and agronomic traits of normal and high protein wheats. Journal of Plant Nutrition, New York, 7(7):1093-1102, 1984.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Wheat. Production Yearbook. Rome, 38:110-111, 1984.
- FURLANI, P.R.; BATAGLIA, O.C. & FURLANI, M.C. Composição química inorgânica de três cultivares de arroz. Bragantia, Campinas, 36(8):110-115, 1977.
- GALLO, J.R.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O.C. & ALCOVER, M. Teores de alumínio, manganês, fósforo, potássio, cálcio e magnésio em sessenta variedades de trigo e sua relação com o "crestamento". Bragantia, Campinas, 31:XXXV-XLII, 1972.
- GALRÃO, E.Z.; SUET, A.R. & SOUSA, D.M.G. Efeito de micronutrientes no rendimento e composição química do arroz (*Oryza sativa* L.) em solo de cerrado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 2:129-132, 1978.
- GALRÃO, E.Z. & SOUSA, D.M.G. de. Resposta do trigo à aplicação de cobre em um solo orgânico. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 9: 149-153, 1985.

- GAMA, M.V. Efeito do azoto e do potássio na composição mineral do trigo "imeto" e do tomate "roma". *Agronomia Lusitana*, Lisboa, 38(2):111-121, 1977a.
- GAMA, M.V. Um caso provável de deficiência de enxofre em trigo cultivado em vasos. *Agronomia Lusitana*, Lisboa, 38(2):123-126, 1977b.
- GARGANTINI, H. & BLANCO, H.G. Absorção de nutrientes pelo trigo. *Bragantia*, Campinas, 32(16):285-307, 1973.
- GASSER, J.K.R. & THORBURN, M.A.P. The growth, composition and nutrient uptake of spring wheat - Effects of fertilizer-N, irrigation and CCC on dry matter and N, P, K, Ca, Mg and Na. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 78:393-404, 1972.
- GIODARNO, P.M. & MOKSVEDT, J.J. Rice response to zinc in flooded and nonflooded soil. *Agronomy Journal*, Madison, 64:521-524, 1972.
- GIUDICE, R.M. del.; HAAG, H.P.; THIÉBAUT, L.T.L. & DECHEN, A.R. Absorção cumulativa de nutrientes minerais em duas variedades de arroz (*Oryza sativa* L.), cultivadas em três diferentes níveis de disponibilidade de água. *Campinas, Fundação Cargill*, 1983. 115p.
- GRANHAM, R.D.; DAVIES, W.J. & ASCHER, J.S. The critical concentration of manganese in field-grown wheat. *Australian Journal Agriculture Research*, Melbourne, 36:145-155, 1985.
- GREGORY, P.J.; CRAWFORD, D.V. & MCGOWAN, M. Nutrient relations of winter wheat: 1. Accumulation and distribution of Na, K, Ca, Mg, P, S and N. *Journal of Agriculture Science, Cambridge*, 93:485-494, 1979.
- GUJATI, K.L.; OSWAL, M.C. & NAGPAL, K.K. Effect of concentration of boron in the uptake and yield of tomato and wheat at different levels of irrigation. *Plant and Soil, Netherlands*, 54:479-484, 1980.

- KALKMANN, R.E. & PILCZER, M.M. O solo e adubação do trigo em Santa Catarina. In: Solo e adubação do trigo. Pelotas, Ministério da Agricultura, Instituto de Pesquisas e Experimentação Agronômica do Sul, 1966. p.35-40. (Publicação avulsa)
- KARLEN, D.L. & WHITNEY, D.A. Dry matter accumulation, mineral concentrations, and nutrient distribution in winter wheat. *Agronomy Journal*, Madison, 72:281-288, 1980.
- LUCAS, R.E. & KNEZEK, B.D. Climatic and soil conditions promoting micronutrient deficiencies in plants. In: MORTVEDT, J.J.; GIORGANO, P.M. e LINDSAY, W.L., ed. *Micronutrients in Agriculture*. Madison, Soil Science Society American, Cap. 12, 1972. p.265-283.
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F. & BRASIL SOBRINHO, M.O.C. Nutrição mineral e adubação de cereais diversos. In: *Nutrição Mineral e Adubação de Plantas Cultivadas*. São Paulo, Pioneira, Ed., Cap. 7, 1974. p. 325-419.
- MAZAHRI, A. Preparation and use of azometine-H for colorimetric determination of boron. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, 7(3):331-334, 1976.
- MENEAL, F.H.; BERG, M.A. & WATSON, C.A. Nitrogen and dry matter in five spring wheat varieties at successive stages of development. *Agronomy Journal*, Madison, 58:605-608, 1966.
- MENEAL, F.H.; BONIWRIGHT, G.O.; BERG, M.A. & WATSON, C.A. Nitrogen in plant parts of seven spring wheat varieties at successive stages of development. *Crop Science*, Madison, 8:535-537, 1968.
- MOTA, F.S. da. Clima e zoneamento para a triticultura no Brasil. In: *FUNDAÇÃO CARGILL, Trigo no Brasil*. Campinas, Fundação Cargill, v.1, 1982. p.29-58.

- MUZILLI, O. & HOEPNER, M.A. Adubação do trigo no Estado do Paraná. In: IAPAR. Cultura do trigo no Estado do Paraná. Londrina, 1984. p.35-56. (Circular técnica 22)
- NAMBIAR, E.K.S. Genetic differences in the copper nutrition of cereals. II. Genotypic differences in response to copper in relation to copper, nitrogen and other mineral contents of plants. Australian Journal Agriculture Research, Melbourne, 27:465-477, 1976.
- ORFANAKIS, P.I. & KRENTOS, U.D. Concentration of N, P and K in leaves, straw and grain of wheat and barley as influenced by N and P fertilizers under semi-arid conditions. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 94:551-556, 1980.
- OSÓRIO, E.A. Variedade e melhoramento. In: Fundação Cargill. Trigo no Brasil. Campinas, Fundação Cargill, 1982. p.147-175.
- PAGE, M.B.; SMALLEY, J.L. & TALIBUDEEN, O. The growth and nutrient uptake of winter wheat. Plant and Soil, Netherlands, 49:149-160, 1977.
- PETERSON, R.F. Wheat - Botany, cultivation, and utilization. New York, Leonard Hill Book ed., 1965. 417p.
- RASMUSSEN, P.E.; RUMIG, R.E.; ALMARAS, R.R. & SMITH, C.M. Nitrogen-sulfur relations in soft white winter wheat. II. Initial and residual effects of sulfur applications on nutrient concentration, uptake, and N/S ratio. Agronomy Journal, Madison, 67(2):224-228, 1975.
- REMY, T.H. Fertilization in its relationship to the course of nutrient absorption by plants. Soil Science, New Jersey, 46(3):187-209, 1938.
- RENNIE, D.A. Variations in percentage phosphorus and protein content of wheat, as induced by fertilizer treatment, soil type, and season. Canadian Journal of Agricultural Science, Ottawa, 36:490-504, 1956.

- ROBSON, A.D.; LONERAGAN, J.F.; GARTRELL, J.W. & SNOWBALL, K. Diagnosis of copper deficiency in wheat by plant analysis. Australian Journal of Agriculture Research, Melbourne, 35(3):347-358, 1984.
- SARFAGE, R.P. & HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ/USP, 1974. 56p. (Publicação avulsa)
- SHARMA, R.P.; RAY, S. & PARSHAR, K.S. Studies on agrotechniques for reducing irrigation requirement with better utilization of nutrients by irrigated wheat. Indian Journal Agronomy, Haryana, 26(4):387-392, 1981.
- SHIMSHI, D. & KAFKAFI, U. The effect of supplemental irrigation and nitrogen fertilization on wheat (*Triticum aestivum* L.). Irrigation Science, New York, 1:27-38, 1978.
- SILVA, A.R. da. Trigo no sul de Mato Grosso. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura - INPEA, 1971. 24p.
- SILVA, A.R. da. A cultura do trigo irrigado nos cerrados do Brasil Central. Brasília, CPAC/EMBRAPA, 1976. 70p. (Circular Técnica CPAC)
- SILVA, C.A.S. da.; SOUSA, P.C.; FARIA, N.B.; RIBEIRO, M.G.; ARAUJO, P.R.A.; PEREIRA, C. & VENTURINE, E. Competição de cultivares de trigo irrigado. In: Reunião da Comissão Norte Brasileira de Pesquisa de Trigo, 8., Belo Horizonte. Resultados da Pesquisa com Trigo obtidos na UEPAE de Dourados-EMBRAPA em 1981. 1982. p.43-53.
- SINGH, A.P.; SAKAL, R.; THAKUR, K.N. & SINHA, H. Response of wheat to zinc and its critical level in old alluvium soils. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 95:175-179, 1980.
- SINGH, N.T.; VIG, A.C.; SINGH, R. & CHAUDHARY, M.R. Influence of different levels of irrigation and nitrogen on yield and nutrient uptake by wheat. Agronomy Journal, Madison, 71:401-404, 1979.

SINGH, S.D. & AGGARWAL, R.K. Yield and nitrogen utilization by wheat in relation to moisture and fertility levels. *Annals of Arid Zone*, Jodhpur, 15(1,2):43-52, 1976.

SOUSA, P.G.; LAZZAROTTO, C.; TAVELLA, C.M.; AOKI, R.T.; PERALTA, M.R. & RUMIATTO, M. Ensaio estadual de cultivares. In: Reunião da Comissão Centro-Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo, 2., Dourados, Resultados de Pesquisa com Trigo obtidos pela UEPAE de Dourados - EMBRAPA em 1985. 1986, p.22-29.

SOUSA, P.G.; SONEGO, D.R.; TAVELLA, C.M.; PITOL, C. & LAZZAROTTO, C. Ensaio estadual de cultivares de trigo. In: Reunião da Comissão Norte Brasileira de Pesquisa de Trigo, 10. Campinas, Resultados de Pesquisa com Trigo obtidos pela UEPAE de Dourados - EMBRAPA em 1983. 1984, p.12-19.

TOMASINI, R.G.A. Evolução histórica e aspectos econômicos. In: Fundação Cargill. Trigo no Brasil. Campinas, Fundação Cargill, v.1, 1982. p. 3-26.

WLADYEN, R.P. & FLOWERDAY, A.D. Growth stages and distribution of dry matter, N, P and K in winter wheat. *Agronomy Journal*, Madison, 71: 391-397, 1979.



IMPRESSO NA
PAPELARIA E LIVRARIA CENTRAL
Elisabeth de Moraes Pires & Cia. Ltda.
Rua Ferreira Pantaleão, 573 - Fone 2-7623 Centro
CAMPINAS - SP