

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SEMENTES**



**APLICAÇÃO DE AG3 NA REDUÇÃO DE SENESCÊNCIA PRECOCE DE
LINHAGENS DE MILHO GENETICAMENTE MODIFICADAS**

AUGUSTO HOFMEISTER PICH

PELOTAS - 2014

AUGUSTO HOFMEISTER PICH

**APLICAÇÃO DE AG3 NA REDUÇÃO DE SENESCÊNCIA PRECOCE DE
LINHAGENS DE MILHO GENETICAMENTE MODIFICADAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Luís Omar Braga Schuch, Dr., como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, para obtenção do título de Mestre em Ciências.

PELOTAS – 2014

Catálogo na fonte

Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

P592a Pich, Augusto Hofmeisteriegler

Aplicação de AG3 na redução de senescência precoce de linhagens de milho geneticamente / Augusto Hofmeisteriegler Pich; Luis Osmar Braga Schuch, orientador — Pelotas, 2014.

35 f. : il.

Dissertação de Mestrado (Ciência e Tecnologia de sementes) — Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. 2014.

AUGUSTO HOFMEISTER PICH

**APLICAÇÃO DE AG3 NA REDUÇÃO DE SENESCÊNCIA PRECOCE DE
LINHAGENS DE MILHO GENETICAMENTE MODIFICADAS**

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do título de Mestre Profissional, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 11/08/2014

BANCA EXAMINADORA

Prof. Luis Osmar Braga Schuch, Dr.

Eng° Agr° Dr. Geri Eduardo Meneghello

Bióloga Dra. Andréia da Silva Almeida

Eng° Agr° Dra. Jucilayne Fernandes Vieira

DEDICATÓRIA

*A minha esposa Raquel.
As minhas filhas Ana Laura e Luisa.
Pelo amor, compreensão,
Incentivo e apoio em todos os momentos.*

AGRADECIMENTOS.

À Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel - UFPEL e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes e a Fundação Pró-Sementes.

Ao Professor Luis Osmar Braga Schuch, pela orientação do trabalho. A todos os professores do Programa de Ciência e Tecnologia de Sementes que tanto se empenham para manter o programa de Mestrado Profissional funcionando de forma a levar este conhecimento a outras partes deste país continental.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes e da Fundação Pró-Sementes pelo apoio em todos os níveis.

A todos os amigos que fizemos durante o período do curso, que apoiaram e que por muitas vezes foram o suporte para levar adiante o projeto.

Agradeço a Syngenta que me liberou para poder realizar o curso de Mestrado Profissional em todos os módulos em especial aos Gestores Jose Carlos Novaes e Thiago Alves.

Agradeço em especial ao colega de trabalho Lindomar Bernardes que em todos módulos do curso me substituiu, permitindo que estivesse ausente do trabalho para estudar, sem prejuízos para Syngenta.

Agradeço em especial a todo departamento de PPT (Production e Processing Technology) da Syngenta que me deu apoio e o suporte para realizar toda parte de experimentação e implementação de ensaios.

RESUMO

PICH, Augusto Hofmeister. **Aplicação de AG3 na redução de senescência precoce de linhagens de milho geneticamente modificadas**. 2014. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. Orientador: Prof. Dr. Luis Osmar Braga Schuch.

As novas tecnologias OGM (Organismos Modificados Geneticamente) foram desenvolvidas para aumentar o potencial produtivo das culturas. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência da aplicação de ácido giberélico na redução ou superação da senescência precoce das linhagens de milho amarelo geneticamente modificadas, estabelecendo a dose de AG3 mais adequada a ser aplicada. Para tanto foram feitos experimentos em duas épocas, onde foram avaliadas a produtividade e umidade de colheita. Na primeira época de plantio (outubro 2012) foram utilizadas cinco doses (0, 50, 100, 150, 200 mg/planta) de PRO-GIBB (100 g/Kg de AG3), aplicadas em dois períodos, quando as plantas estavam em estágio V10 e VT. Na segunda época de plantio (abril 2013) foram utilizadas 4 doses (0, 10, 30, 50 mg/planta) de PRO-GIBB (100 g/Kg de AG3), aplicadas em quatro períodos, quando as plantas estavam em estágio V10, VT, R2 e R4. Foram utilizadas duas linhagens da Syngenta Seeds LTDA NPBXXX6 e NPBXXX9 que foram semeadas com equipamento mecânico (trator e semeadora a vácuo). A população final de 85.000/ha foi obtida após realização de desbaste, este realizado 20 dias após emergência. Foram instaladas quatro repetições e cada parcela foi constituída de 4 linhas de 4 metros, sendo que o espaçamento utilizado entre as linhas foi de 0,70 metros. Em laboratório foi determinado o rendimento por unidade de área (Kg ha^{-1}) e a umidade foi determinada utilizando aparelho portátil Dickey John modelo Multi-Grain. Conclui-se que para a linhagem NPBXXX6 a aplicação de 40 mg/planta de PRO-GIBB (340 gramas de AG3/há) parceladas em quatro aplicações de 10 mg/planta (85 gramas de AG3/há) aumenta a sua produtividade em até 33% em relação à testemunha.

Para linhagem NPBXXX9 a aplicação da mesma dose de PRO-GIBB parcelada em quatro aplicações aumenta a sua produtividade em até 45% em relação à testemunha.

Quanto à redução ou superação da senescência precoce houve aumento na umidade de colheita com aplicação de 40 mg/planta de PRO-GIBB (340 gramas de Ag3/há) parceladas em quatro aplicações somente para linhagem NPBXXX9 indicando aumento no ciclo da linhagem.

Palavras-chave: *Zea mays L.*, época de aplicação, PRO-GIBB, AG3.

ABSTRACT

PICH, Augusto Hofmeister. **Application of GA3 in reducing premature senescence of strains of genetically modified corn. 2014 Thesis (MA)** - Graduate Program in Science and Technology of Seeds. Federal University of Pelotas, Pelotas. Advisor: Prof. Dr. Luis Braga Osmar Schuch.

New GMOs (Genetically Modified Organisms) technologies were developed to increase the yield potential of crops. This study aims to evaluate the influence of the application of gibberellic acid in reducing or overcoming premature senescence of strains of genetically modified yellow corn, establishing the most appropriate dose of GA3 to be applied. For both experiments in two seasons, where productivity and harvest moisture were evaluated were made. In the first planting season (October 2012) 5 doses were used (0, 50, 100, 150, 200 mg / plant) of PRO-GIBB (100 g / kg GA3) applied in two periods, when the plants were in V10 and VT stadium. In the second growing season (April 2013) 4 doses (0, 10, 30, 50 mg / plant) of PRO-GIBB (100 g / kg AG3) were used, applied in four periods, when the plants were in V10 stadium, VT, R2 and R4. Two strains of Syngenta Seeds LTD NPBXXX6 NPBXXX9 and sown with mechanical equipment (tractor and seeder vacuum) were used. The final population of 85,000 / ha was obtained after performing thinning, this made 20 days after emergence. 4 replicates were installed and each plot consisted of four rows of four meters, and the spacing used between rows was 0.70 meters. In the laboratory the yield per unit area (kg ha⁻¹) and moisture was determined was determined using John Dickey Model Multi-Grain handset. We conclude that for strain NPBXXX6 the application of 40 mg / plant-PRO GIBB (340 grams AG3 / ha) applied in four applications of 10 mg / plant (85 grams of AG3 / no) increases your productivity by up to 33% compared to control. For lineage NPBXXX9 the application of the same dose of PRO-GIBB split in four applications increases your productivity by up to 45% compared to control. As for the reduction or overcoming premature senescence there was an increase in moisture crop with application of 40 mg / plant-PRO GIBB (Ag3 340 grams / ha) applied in four applications only for lineage NPBXXX9 indicating an increase in the strain cycle.

Keywords: *Zea mays* L., timing of application, PRO-GIBB, AG3.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Variação da Produtividade das linhagens NPBXXX6 e NPBXXX9 após introdução de eventos OGM	4

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 Descrição dos Tratamentos Realizados na Primeira Época de Semeadura	11
Tabela 2 Descrição dos Tratamentos Realizados na Segunda Época de Semeadura	12
Tabela 3 População de plantas (pl.ha^{-1}) produtividade (kg.ha^{-1}), produtividade corrigida pela população de plantas (kg.ha^{-1}) e umidade de colheita (%) da linhagem de milho NPBXXX9, em função de doses de AG3, em duas épocas de semeadura.....	14
Tabela 4 População de plantas (pl.ha^{-1}) produtividade (kg.ha^{-1}), produtividade corrigida pela população de plantas (kg.ha^{-1}) e umidade de colheita (%) da linhagem de milho NPBXXX6, em função de doses de AG3, em duas épocas de semeadura.....	15

LISTA DE ANEXOS

	Página
Anexo 1 Estádios Fenológicos da Cultura do Milho	21
Anexo 2 Escala Fenológica Planta de Milho	22

SUMÁRIO

	Página
COMISSÃO EXAMINADORA.....	iii
DEDICATÓRIA	iv
AGRADECIMENTOS.....	v
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE ANEXOS.....	x
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	06
3 MATERIAL E MÉTODOS	10
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5 CONCLUSÕES.....	17
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18
7 ANEXOS.....	21

1 INTRODUÇÃO

A projeção para 2050 é que existirão mais de nove bilhões de pessoas no planeta colocando todo o nosso sistema produtivo sob grande pressão na produção de alimentos. A prosperidade de nações emergentes exige maior produção agrícola, mas cada vez existe menos área possível de ser utilizada para produção de alimentos, área esta perdida principalmente para urbanização. Cada vez mais existem pessoas saindo do meio rural e realizando o êxodo para as grandes cidades. Peske (2011) escreveu que, em 1960, 1 hectare de terra alimentava 2 pessoas, em 1995, 1 hectare alimentava 4 pessoas e em 2025 este mesmo hectare alimentará 5 pessoas. Vendo esta situação, as novas tecnologias desenvolvidas para a cultura do milho (*Zea mays L.*) contribuem imensamente para alcançar maiores produtividades numa mesma área cultivada.

A cultura do milho é de importância mundial, sendo uma das culturas de maior área de cultivo no mundo, além disso, é uma das principais fontes de alimentos seja para utilização humana ou animal. Desta forma assume importante papel socioeconômico, impulsionando o agronegócio brasileiro que está em expansão. Atua também na balança comercial brasileira assumindo papel importante na exportação de grãos. No ano de 2012 a cultura alcançou praticamente 20.000.000 de ton. exportadas (Conab, 2014), sendo que destino principal são os países asiáticos (Japão, Coreia do Sul) e Estados Unidos.

No Brasil 80 % de todo milho produzido tem como destino a ração animal, seja em grãos ou como silagem (são cultivados aproximadamente um milhão de há nas bacias leiteiras do país). O consumo in natura é outra finalidade para o milho, onde aproximadamente 50 mil há são cultivados para este fim. (PESKE, 2014).

O MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) (2012) projeta para o Brasil um aumento de 19,11 milhões de toneladas de milho entre as safras 2008/2009 e 2019/2020, números estes que irão ajudar o Brasil nas suas exportações. Enquanto a produção de milho irá aumentar 2,67%, a área cultivada aumentará somente 0,73%. Segundo a CONAB (2014) estima que a primeira safra de milho 2013/2014 atingirá 6,42 milhões de ha refletindo um decréscimo de aproximadamente 4,7% comparado a ano anterior.

Este decréscimo ocorre principalmente pela competição com a soja, que tem sido bastante atraente para os agricultores pela maior facilidade de comercialização e devido aos custos de produção de milho ser mais elevados do que a cultura da soja.

Nos Estados Unidos da América é fundamental para produção de biocombustíveis, onde a cada ano que passa é destinada uma maior parte da produção desta cultura para este fim.

Nestes quase 20 anos de cultivos com culturas OGMs os benefícios para a humanidade vão se confirmando, não apenas agrônômico ou ambiental e sim para a sociedade como um todo. Isto pode ser verificado pela rapidez com que a tecnologia foi adotada pelos agricultores sejam pequenos, médios ou grandes. No ano de 2012 foram cultivados mais de 170 milhões de hectares utilizando tecnologia OGM, por mais de 17 milhões de agricultores em 28 países. O país onde houve o maior aumento da adoção de OGMs foi o Brasil, seguido do Canadá, Paraguai e África do Sul. Neste período, o aumento da área cultivada com materiais OGM passou de 1,7 milhões de há para mais de 170 milhões de ha. Este é o maior aumento já ocorrido para adoção de qualquer tecnologia já desenvolvida. Existem indícios que teremos aumentos na utilização da tecnologia OGM mundialmente. Estes indícios são principalmente: o aumento de países que adotarão a tecnologia (continente africano) aumento de eventos piramidados (mais de um evento presente em um mesmo material) e aprovação de feijão OGM. No início da utilização da tecnologia OGM, houve muita discussão a respeito de causar danos a saúde, as quais com o passar da adoção da tecnologia foram deixando de existir (CLIVE JAMES, 2012).

Por estes motivos têm sido realizadas diversas pesquisas ao longo das últimas décadas para aumentar o potencial produtivo da cultura do milho, com tecnologia comumente chamada de OGM (Organismo Geneticamente Modificado). Neste quesito pode-se citadas várias pesquisas, entre elas a tolerância à lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* (Smith) e a tolerância ao herbicida glifosato. Hoje temos disponíveis eventos piramidados (mais de um evento presente na mesma planta, como tolerância a herbicida e resistência a insetos). Tal pesquisa tem como objetivo o aumento na produtividade, assim como facilitar o manejo e redução da utilização de produtos químicos durante o processo produtivo desta cultura, levando a ter um benefício para o meio-ambiente. Hoje pode-se verificar que a produtividade

da cultura do milho no Brasil ainda é baixa quando comparada com a produtividade de outros países, mas vem crescendo nos últimos anos, muito em virtude dos resultados obtidos nas pesquisas com OGM. Grande parte deste ganho de produção é devido ao fito melhoramento e que nos últimos anos foram obtidos aumento de produção ao redor de 50% (PESKE, 2011). Em 1990 a produtividade média das lavouras brasileiras de milho eram de 1,95 T/há⁻¹. Segundo PESKE (2014) atualmente a média de produção das lavouras brasileiras atingiram 5 T/há⁻¹, enquanto que nos EUA está ao redor das 10 T./há⁻¹. Esta diferença deve-se a diversos fatores, como manejo agrônômico, nutrição de plantas, genética. As pesquisas que tiveram como pioneira a cultura da soja, são na maioria de empresas multinacionais, dentre as principais podemos citar Monsanto, Syngenta, Dow Agrosiences e Dupont Pioneer.

Anos de pesquisa são dedicados para se chegar com a tecnologia pronta para ser utilizada pelos inúmeros produtores de grãos no vasto território brasileiro. Existem várias etapas de produção que antecedem a disponibilidade de híbridos comerciais, e uma delas é a multiplicação de linhagens (aumento das linhas progenitoras dos híbridos comerciais). A semente produzida pelas linhagens é chamada de semente genética, que possuem alto valor agregado, e é utilizada para produzir os híbridos comerciais de uma empresa produtora de sementes. Posterior à introdução de genes (OGM) podem ocorrer problemas de produção que podem afetar de forma mais branda, ou mais severa no processo produtivo. Os problemas de produção das linhagens após conversão OGM são a diminuição no volume de pólen, falta de sincronia no florescimento (pendão e estigma), suscetibilidade a doenças e a senescência precoce, onde ocorre a redução do ciclo do milho afetando grandemente o rendimento (Kg ha⁻¹).

A senescência precoce trouxe mudanças nos tamanhos das sementes, originando na sua maioria peneiras pequenas, ocasionando problemas de classificação e posteriormente de plantabilidade destas sementes. Em muitos casos após a fase de R3 ocorre a reabsorção de grãos que haviam sido fertilizados não originando sementes. Neste contexto, os híbridos comerciais mais afetados são os chamados Híbridos Simples, os quais são oriundos da hibridação entre duas linhagens endogâmicas. Peneiras pequenas são menos aceitas pelos produtores,

dificulta a plantabilidade, sendo necessário ter um equipamento semeador a vácuo para sua melhor distribuição nas linhas de plantio.

Desta maneira houve um aumento no descarte de sementes comerciais devido a não se enquadrar nos padrões de classificação de peneiras, trazendo aumento de custos e necessidade de plantios de mais áreas para alcançar a necessidade de sementes comerciais solicitadas pelo mercado.

Ao longo da introdução de eventos GMs nas linhagens pode ser observado que as perdas são significativas, muito evidenciadas para a linhagem NPBXXX9 onde a queda de produtividade chegou a 50% (figura 1). Para linhagem NPBXXX6 houve queda significativa também, mas menor, podendo ser influência dos demais eventos presentes nesta linhagem (triplo stack). Houve casos onde a introdução de eventos OGM melhorou a produtividade, como pode ser visto para linhagem NPBXXX6 onde o evento TG (Tolerância a Glifosate) aumentou a sua produtividade (Figura 1).

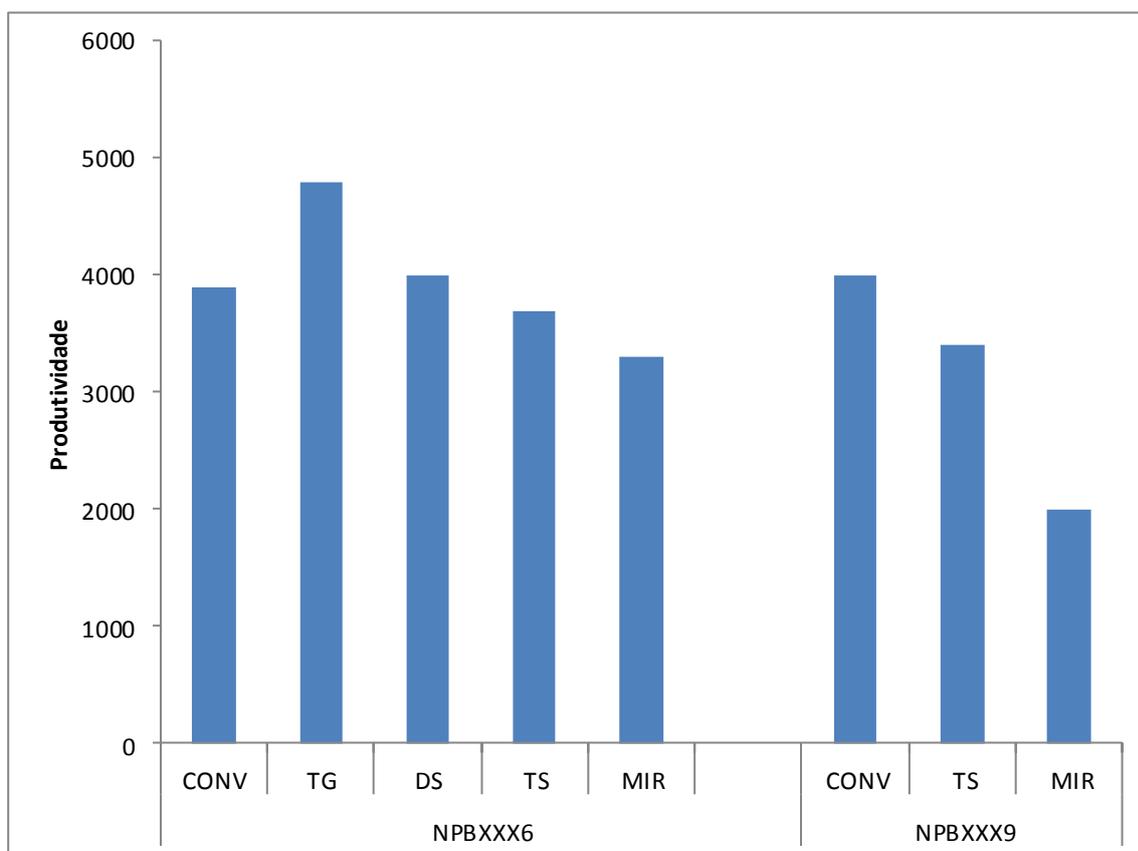


Figura 1 – Variação de Produtividade das linhagens NPBXXX6 e NPBXXX9, nas versões Convencional (Conv), Tolerante a Glifosate (TG), Tolerante a Glifosate e

Lagartas (DS), Tolerante a Glifosate e Lagartas (BT11 e MIR 162) (TS) e Tolerante a Lagartas (MIR). (Syngenta 2014)

Foram identificadas duas alternativas na tentativa de superar ou reduzir a senescência precoce na produção de linhagens OGM, a primeira foi a nutricional, a qual foi descartada uma vez que, pelas análises de solo e foliar, não houve a indicação de falta ou excesso de nutrientes. A segunda alternativa foi à fisiológica, onde se testou a aplicação de ácido giberélico em diferentes épocas e doses, em duas linhagens que entram no processo produtivo de sementes, tentando desta maneira “-corrigir-” um possível desbalanço hormonal da linhagem de milho que poderia ser a causa da aceleração da senescência. (Syngenta 2012)

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da aplicação de ácido giberélico na redução ou superação da senescência precoce das linhagens de milho amarelo geneticamente modificado, bem como possíveis benefícios na produtividade, estabelecendo a dosagem de AG3 mais adequada a ser aplicada.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O milho (*Zea mays* L.) é uma Poaceae, sendo provavelmente a planta comercial mais importante com origem no Novo Mundo. Existem indícios que a sua origem seja no México, América Central. É uma das culturas mais antigas do mundo, havendo indícios de ser cultivada há mais de 5000 anos. Esta cultura está amplamente espalhada sendo cultivada desde o nível do mar até altitudes superiores a 3000 metros. Após sua descoberta nas Américas por Cristóvão Colombo em 1493, foi levada para Europa, onde até o final do próximo século (XVI) já era cultivado em todos os continentes e nos mais variados ecossistemas. Com o passar dos anos o milho foi domesticado pelos nativos antecessores dos Astecas, onde selecionavam as espigas mais fáceis de serem colhidas e armazenadas. (Guia do Milho, 2006).

O processo de desenvolvimento de linhagens ou linhas puras oriundas do processo de autopolinização (pólen da planta fecunda a si mesma) das plantas de milho por vários anos e o vigor híbrido resultante do cruzamento entre linhagens foram responsáveis pelo impulso do melhoramento genético. (Guia do milho, 2006).

Shull (1909) idealizou o primeiro esquema de produção de sementes híbridas. Ele mostrou que ao promover a autopolinização (fecundação com o próprio pólen) gerava descendentes menos vigorosos e com a repetição deste procedimento por 6 a 8 gerações conseguia fixar características agrônômicas. As plantas que geravam filhos geneticamente semelhantes e iguais às mães, passaram a ser chamadas de linhas puras. Este notou que ao promover o cruzamento entre duas linhagens puras de milho ocorria a produção de descendentes com grande vigor, o milho híbrido.

As giberelinas foram descobertas pelos cientistas japoneses, ao constatarem que no cultivo do arroz havia uma doença causada por um fungo, onde a planta infectada desenvolvia-se excessivamente, sendo conhecida como planta-boba ou Bakanae. Fitopatologistas japoneses ao estudarem a doença verificaram que o fungo secretava um composto que induzia o crescimento da planta infectada, dando a este composto o nome de Giberelina. Somente em 1950 dois grupos (um na estação experimental do Imperial Chemical Industries, na Grã-Bretanha e outro no Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), em Peoria, Illinois)

obtiveram sucesso na purificação dos filtrados das culturas de fungos denominando de ácido giberélico. Assim o ácido giberélico tornou-se disponível para os fisiologistas, que puderam começar a testá-lo numa grande variedade de plantas. Comercialmente o uso de giberelinas está associado, sejam aplicadas por aspersão ou imersão: na maltagem de cevada, no aumento da produção de açúcar em cana-de-açúcar e na produção de frutas. Na maltagem da cevada a giberelina é utilizada como acelerador deste processo. Na produção de uvas é utilizada para o crescimento do pedúnculo permitindo que as uvas cresçam mais pela diminuição da compactação promovendo o alongamento do fruto. Na produção de cana-de-açúcar a sua aplicação pode promover incrementos de produtividade devido ao alongamento dos entrenós. (TAIZ E ZEIGER, 2004).

As plantas produzem substâncias orgânicas, comumente chamadas de hormônios, porém isto ocorre em quantidades muito pequenas influenciando no desenvolvimento das plantas. Existia até pouco tempo cinco grupos conhecidos de hormônios: auxinas, citocininas, giberelinas, etileno e ácido abscísico. Entretanto, recentemente foram descobertos novos grupos de hormônios que são os brassinoesteróides, os jasmonatos, os salicilatos e as poliaminas. Destes grupos os mais importantes para as plantas são as auxinas, citocininas e giberelinas. Hoje, a produção moderna procura cada vez mais atingir alto rendimento financeiro, através da utilização de tecnologia, melhoramento genético, utilização de melhor balanço nutricional aliado à proteção das plantas. Um dos manejos fitotécnicos que mais vem crescendo na produção de grãos é a utilização de reguladores ou biorreguladores vegetais (ALMEIDA 2011). Os biorreguladores são definidos como substâncias sintéticas que podem ser aplicadas nas plantas e que possuem um efeito similar aos dos hormônios presentes nas plantas, com o objetivo de aumento no rendimento da cultura ao qual se está trabalhando, atuando de varias formas: uniformização de lavouras, estimulando o crescimento radicular e assegurando o enchimento de grãos. São exemplos de substâncias sintéticas com atividades similares aos dos hormônios vegetais, o ácido indolbutírico (AIB), a cinetina e o ácido giberélico.

Segundo este mesmo autor na cultura da cana-de-açúcar a utilização de biorreguladores tem gerado um aumento no rendimento de 1,3 a 3,4 toneladas de açúcar/ha, onde vários aspectos foram observados, como uma lavoura mais

uniforme, menos falhas, maior número de colmos e produção de maior quantidade de açúcar. Hoje devido às pressões cada vez maiores por alimentos, com os custos de produção elevados é necessário lavouras com alto potencial produtivo e financeiro.

Os biorreguladores funcionam de maneira semelhante aos hormônios vegetais presentes nas plantas, podendo ser ministrados diretamente sobre as plantas, assim diminui o stress contribuindo para o melhor equilíbrio da parte aérea e sistema radicular auxiliando a planta alcançar novos patamares produtivos.

Segundo os autores Martins e Castro (1999), citados por Marcelo Mendes (2011) biorreguladores (auxinas, citocininas e giberelinas) são substâncias eficientes quando aplicadas em pequenas doses, favorecendo o bom desempenho dos processos vitais da planta, permitindo obter maiores e melhores colheitas, mesmo sob condições ambientais adversas. Para estes mesmos autores os biorreguladores, cujos efeitos são similares aos hormônios vegetais conhecidos, desempenham um papel importante podendo uniformizar a germinação, estimular o desenvolvimento radicular e o perfilhamento, melhorar o enchimento de grãos e antecipar ou atrasar a maturação.

Segundo trabalho realizado por Mendes (2011) na cultura do trigo verificou-se incremento de 15 sc/há^{-1} com a utilização de biorreguladores (na sua composição havia giberelina), quando utilizados em duas aplicações, sendo uma no tratamento das sementes e posteriormente no florescimento.

Segundo Fancelli (2010) a utilização de biorreguladores via foliar pode contribuir para uma melhor relação raiz/parte aérea, uma maior concentração de reservas no colmo e melhor translocação de fotoassimilados para os grãos, resultando em maiores produtividades (aumento de rendimento). O uso de biorreguladores, compostos por auxinas, citocininas e giberelinas, quando utilizados no tratamento de sementes ou aplicados em V4 trariam aumentos de produção na ordem de $13,8 \text{ sc/ha}^{-1}$ e $16,4 \text{ sc/ha}^{-1}$ respectivamente, na cultura do milho. Portanto, o uso de biorreguladores se torna uma ferramenta imprescindível para agricultura moderna e competitiva auxiliando a planta a atingir o máximo de produção como também a superação de situações de stress.

Segundo Castro e Vieira (2001), citado por Fancelli (2010) a aplicação conjunta de citocinina e giberelina ocasionaram retardamento da senescência na cultura da soja.

Uma das funções da giberelina na planta seria a passagem da fase juvenil para a reprodutiva, assim como a fixação do fruto (Taiz & Zeiger 2004). Para esses mesmos autores, os hormônios são substâncias que controlam a relação fonte/dreno de assimilados em plantas. Provavelmente, quando o biorregulador é aplicado, serve como um facilitador para a liberação e/ou remobilização de carboidratos, influenciando positivamente na produtividade.

Para Dourado Neto, et al. (2004) a aplicação de fitorreguladores que tenham na sua composição ácido giberélico aumentam o rendimento da cultura do milho. O efeito da aplicação de reguladores de crescimento, na formulação de citocinina (0,135 g) + ácido indol-butílico (0,075 g) + ácido giberélico (0,075g), em tratamento de sementes, aumentou o rendimento de grãos. Segundo estes autores a aplicação do fitorregulador é mais eficiente quando executada no tratamento de sementes, em comparação com a pulverização na linha de semeadura e pulverização aos 43 dias após a semeadura.

Para Bertolin (2010) a utilização de bioestimulantes que tenham na sua composição, ácido giberélico tem efeito no incremento de produtividade na cultura da soja, tanto quando utilizadas no tratamento de sementes, quanto aplicados durante o estágio vegetativo, embora seja mais efetivo quando aplicado no estágio reprodutivo.

Para Grohs et al. (2012) a utilização de ácido giberélico em arroz irrigado em diferentes sistemas de cultivo ocasionou o estiolamento inicial com reflexos na estatura da planta, perfilhamento e deposição de biomassa.

Segundo Castro (2010) com o desenvolvimento da biotecnologia, bioquímica e fisiologia vegetal, novos compostos foram identificados nos vegetais, sendo que a inovação tecnológica tem permitido a síntese de novas moléculas, as quais tem mostrado importância no processo produtivo, quando aplicadas nas plantas estão trazendo melhora na produtividade.

São os biorreguladores, bioestimulantes, bioativadores. A utilização de biorreguladores se tornou indispensável para que seja atingindo altas produções com qualidade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em duas épocas de semeadura na área experimental de PPT (Production and Processing Technology) da Syngenta Seeds LTDA, situado em Planaltina-DF, em área irrigada por pivô central, nas seguintes coordenadas geodésicas S: 15.92033°/ W: 47.48163°. As avaliações foram feitas no laboratório de Análise de Sementes da Syngenta Seeds LTDA localizado na BR 452 no município de Uberlândia/MG.

Foram utilizadas sementes de duas linhagens da Syngenta Seeds LTDA, cujos códigos são NPBXXX6 (linhagem com eventos piramidados) e NPBXXX9 (linhagem com evento de tolerância a lagarta). O evento de tolerância a lagartas é o mesmo para as duas linhagens. As semeaduras ocorreram na primeira quinzena de outubro de 2012 (primeira época) e na primeira quinzena de abril de 2013 (segunda época), utilizando espaçamento entre plantas de 0,70 metros e população de 85.000 plantas/ha. Para uniformização das parcelas e padronização da população foi feito desbaste 20 dias após a semeadura.

Adubação foi alcançada os seguintes valores nutricionais finais: 210 kg ha⁻¹ de N, 160 kg/ha⁻¹ P₂O₅ e 250 kg/ha⁻¹ de K₂O.

A dessecação das plantas invasoras foi realizada antes da semeadura, utilizando glifosato na dosagem de 4 litros/há⁻¹. O manejo de plantas invasoras durante a condução do experimento foi feito utilizando Primestra Gold (Atrazina+S-Metolacloro) na dosagem de 3 litros/há⁻¹ o qual foi aplicado logo após a realização do plantio. Na pós-emergência inicial foi utilizado Atrazina na dosagem de 3 litros/há⁻¹ o qual foi aplicado quando as plantas de milho estavam no estagio V1. Para manter o controle de invasoras nas entrelinhas das parcelas foi usado Gramoxone (Paraquat) na dosagem de 1 litro/há⁻¹ atentando para que não ocorresse deriva de produto entre as parcelas.

Não houve necessidade de aplicação de produtos químicos para o controle da lagarta da espiga (*Helicoverpa zea*), lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*), *Ostrinia nubialis* e *Striacosta albicosta* devido ao fato das linhagens serem OGMS com tolerância para estes insetos. Como não foi feito tratamento prévio das sementes utilizadas no plantio foram realizadas duas aplicações de inseticidas utilizando Clorpirifos na dosagem de 2 litros/há⁻¹ para

controle de pragas de solo (lagarta-rosca, grilos, lagarta-elasma) com objetivo de assegurar o stand inicial. A primeira aplicação foi realizada imediatamente após a realização da semeadura dos experimentos e a segunda aplicação sete dias após a semeadura.

Para o controle de doenças (*Phaeosphaeria*, Cercosporiose, *Physopella zae*) foram realizadas aplicações de Propiconazole na dose 500 ml/ha-1 nos estágios V4, V8, V12, R2 e R4, e Azoxistrobina + Ciproconazol na dose de 300 mL/ha-1 nos estágios V4, V8, V12, Pré-VT e R2. Foi utilizado na dose de 300 mL/ha-1 óleo mineral parafínico nos estágios V4, V8, V12, Pré-VT, R2 e Nonil Fenoxi Poli Etanol na dose de 60 mL/ha-1 no estágio R4, segundo Weismann (2007) (apêndice 1 e apêndice 2). As aplicações foram feitas utilizando equipamento pulverizador costal na vazão de 200 litros/ha-1.

As aplicações de AG3 foram feitas utilizando o produto comercial PRO-GIBB, cuja concentração de Ingrediente ativo é de 100g/Kg de AG3 (10 % m/m). Para tanto produto foi diluído em água e pulverizado utilizando equipamento pulverizador costal na vazão de 200 litros/ha⁻¹.

Para primeira época de plantio foram estipulados os seguintes tratamentos conforme tabela abaixo:

Tabela 1 Descrição dos Tratamentos Realizados na Primeira Época de Semeadura por aplicação:

Tratamento	Dose Pro-gibb por planta	Dose de Pro-gibb /há	Dose AG3/há
Primeira época de plantio			
1	0 mg	0,000	0,000
2	50 mg	4,250	0,425
3	100 mg	8,500	0,850
4	150 mg	12,750	1,275
5	200 mg	17,000	1,700

As aplicações dos tratamentos da primeira época de plantio foram realizadas quando a planta estava em V10 e uma segunda aplicação foi realizada quando estava em VT (Anexo I e Anexo II).

A colheita foi realizada despalhando a espiga manualmente na primeira quinzena de fevereiro de 2013 (10/02/2013) onde foram colhidas as 2 linhas centrais de cada repetição. As espigas foram acondicionadas em sacos de aniagem e secas no secador da Pré-Básica em Uberlândia

Para segunda época de semeadura foram realizados os seguintes tratamentos:

Tabela 2 Descrição dos Tratamentos Realizados na Segunda Época de Semeadura por aplicação:

Tratamento	Dose PRO-GIBB por planta	Dose de PRO- GIBB /há	Dose AG3/há
Segunda época de plantio			
1	0 mg	0,00	0,00
2	10 mg	0,85	0,085
3	30 mg	2,55	0,255
4	50 mg	4,25	0,425

As aplicações dos tratamentos da segunda época de plantio foram realizadas quando a planta estava em V10, VT, R2 e R4 (Anexo I e Anexo II). A colheita foi realizada despalhando a espiga manualmente na primeira quinzena de setembro de 2013, onde foram colhidas as 2 linhas centrais de cada repetição. As espigas foram acondicionadas em sacos de aniagem e secas no secador da Pré-Básica em Uberlândia.

Foram avaliadas a variável umidade de colheita a qual foi determinada no momento da colheita utilizando aparelho Dickey John Multi-Grain e o rendimento da parcela colhida foi pesado em balança e anotado o seu peso em Kg. Os pesos foram corrigidos para 13% de umidade. Esses valores foram transformados em kg/ha^{-1} , sendo determinada a produção por área, de acordo com a população de cada tratamento. Como algumas parcelas do ensaio ficaram com população abaixo ou acima da população recomendada, para o cálculo do rendimento este foi corrigido como se todas as parcelas tivessem a população de 85.000 plantas/ha.

O delineamento experimental utilizado foi parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Quando os tratamentos foram significativos, as médias foram comparadas

pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A análise estatística dos dados foi realizada com auxílio do software Winstat versão 1.0

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira época de plantio do ensaio foram feitas aplicações somente no período vegetativo da linhagem, onde o produto PRO-GIBB foi aplicado quando a planta do milho estava em V10 e posteriormente aplicado quando estava em VT. Não foram feitas aplicações de PRO-GIBB durante o estágio reprodutivo. Para linhagem NPBXXX9 na primeira época de plantio não houve melhora no desempenho da variável produtividade quando utilizado diferentes doses de AG3 (Tabela 3). Nas dosagens mais altas de 150 e 200 mg/planta houve forte fito toxidez, causando necroses nas folhas e redução da sua área foliar. Este fato comprometeu a variável produtividade para dosagem de 200 mg/planta.

Na segunda época de plantio houve melhora no desempenho da variável produtividade quando foi utilizada a dose de 40 mg/planta parceladas em quatro aplicações de 10 mg/planta, aumentando o seu desempenho produtivo em 45% (Tabela 3).

Tabela 3 População de plantas (pl.ha^{-1}) produtividade (kg.ha^{-1}), produtividade corrigida pela população de plantas (kg.ha^{-1}) e umidade de colheita (%) da linhagem de milho NPBXXX9, em função de doses de AG3, em duas épocas de semeadura.

Tratamento	População (pl.ha^{-1})	Produtividade (kg.ha^{-1})	Produtividade Corrigida (kg.ha^{-1}) 85.000 pl	Umidade de Colheita (%)
Primeira época de plantio				
0	68.304	1.853	2.254 A	25.83 A
50	80.804	2.102	2.202 A	28.43 A
100	74.107	1.542	1.778 A	26.50 A
150	76.786	2.252	2.507 A	26.65 A
200	78.125	1.422	1.528 A	26.38 A
Média	75.625	1.834	2.054	26.76
CV%			28.73	6.09
Segunda época de plantio				
0	89.732	1.544	1.500 B	20.13 C
10	89.286	2.228	2.185 A	22.50 A
30	88.095	1.539	1.488 B	20.23 BC
50	92.262	1.421	1.309 B	21.97 AB
Média	89.844	1.683	1.621	21.21
CV%			9.34	3.12

Medias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade

Também para linhagem NPBXXX6 constata-se na primeira época de plantio não houve melhora no desempenho da variável produtividade quando utilizado diferentes doses de AG3 (Tabela 4). Para esta linhagem também ocorreu forte fitotoxidez quando foram utilizadas as doses de 150 e 200 miligramas/planta, causando necroses as folhas, diminuindo sua área e foliar e comprometendo a variável produtividade.

Na segunda época de plantio constata-se que também para esta linhagem ocorreu melhora no desempenho da variável produtividade quando foi utilizada a dose de 40 miligramas/planta, parceladas em quatro aplicações de 10 mg/planta, aumentando o seu desempenho produtivo em 33% (Tabela 4).

Tabela 4 População de plantas (pl.ha^{-1}) produtividade (kg.ha^{-1}), produtividade corrigida pela população de plantas (kg.ha^{-1}) e umidade de colheita (%) da linhagem de milho NPBXXX6, em função de doses de AG3, em duas épocas de semeadura.

Tratamento	População (pl.ha^{-1})	Produtividade (kg.ha^{-1})	Produtividade Corrigida (kg.ha^{-1}) 85.000 pl	Umidade de Colheita (%)
Primeira época de plantio				
0	80.804	2.425	2.527 A	26.53 A
50	76.786	1.868	2.059 AB	26,23 A
100	85.714	2.242	2.234 AB	27.23 A
150	76.786	1.325	1.490 B	26.20 A
200	77.679	1.777	1.917 AB	25.68 A
Média	79.554	1.927	2.043	26,37
CV%			22.19	4.05
Segunda época de plantio				
0	91.518	1.699	1.684 B	28.47 A
10	90.625	2.291	2.244 A	28.60 A
30	92.262	2.211	2.036 AB	29.97 A
50	91.964	1.817	1.735 B	30.10 A
Média	91.592	2.005	1.925	29.28
CV%			8.870	3.789

Medias seguidas pela mesma letra, na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

Este resultado difere de Zanuzo (2012) onde ao aplicar PROGGIB na dose de 30 mg L⁻¹ nos estágios V3 e V8 na cultura do milho não houve influencia no rendimento de grãos.

Para Albrecht et al. (2010) o manejo da cultura da soja com a utilização de biorreguladores foi determinante para o desempenho produtivo da cultura, contribuindo para a definição do numero de vagens e por decorrência na produtividade.

Para linhagem NPBXXX9 na primeira época de plantio não ocorreu alterações no desempenho da variável umidade quando utilizado diferentes doses de AG3 (Tabela 3). Mesmo a forte fitotoxidez ocorrida nas doses de 150 e 200 mg/planta, não contribuiu para aumento ou redução da variável umidade. Na segunda época de plantio constatou-se que a utilização de AG3 retardou a maturação nessa linhagem, indicado pelo maior teor de umidade das sementes por ocasião da realização da colheita, sendo que o maior retardamento ocorreu na dose de 40 mg/planta, parceladas em quatro aplicações de 10 mg/planta (Tabela 3). Dessa forma, essa dose de AG3 contribuiu para reduzir a senescência precoce normalmente apresentada por essa linhagem, o que provavelmente pode ter contribuído para o acréscimo da produtividade verificada nessa dose de AG3.

Para linhagem NPBXXX6 não foi constatada nenhuma alteração de umidade das sementes em função das doses de AG3 utilizadas, em nenhuma época de semeadura (Tabela 4), indicando que para essa linhagem não ocorreu alteração de ciclo. Assim, o uso do produto, não contribuiu para o retardamento da senescência dessa linhagem de milho. Mesmo a forte fitotoxidez também apresentada por essa linhagem nas doses de 150 e 200 mg/planta, não causaram alteração da umidade na colheita.

Segundo Castro e Vieira (2001) citado por Fancelli (2010) aplicação biorreguladores (composto de citocininas e giberelinas) teria efeito retardando a senescência na cultura da soja. Foi encontrado resultado semelhante na linhagem de milho NPBXXX9 quando utilizadas pequenas doses de AG3 sendo que o melhor resultado ocorreu quando aplicado 10 mg/planta.-.

5 CONCLUSÕES

- Aplicação de 40 mg/planta de PRO-GIBB parcelada em quatro aplicações de 10 mg/planta, que corresponde a 340 g/há de AG3 aumenta a produtividade das linhagens de milho amarelo geneticamente modificado, tendo elevado a produtividade em 45% na linhagem NPBXXX9 e em 33% na linhagem NPBXXX6;
- Aplicação da dose de 40 mg/planta de PRO-GIBB (340 g/há de AG3) parcelada em quatro aplicações contribuiu na superação ou redução da senescência precoce somente para linhagem NPBXXX9.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Marcelo. **Biorreguladores: Nova Tecnologia para Maior Produtividade e Longevidade do Canavial.** Publicado pela Stoller do Brasil/ Publicações em Setembro 2011. Disponível em <<http://www.stoller.com.br/stoller-do-brasil/publicacoes/2011/>>. Acesso em 19/01/2014.

ALBRECHT, L.P. et al. **MANEJO DE BIORREGULADOR NOS COMPONENTES DE PRODUÇÃO E DESEMPENHO DAS PLANTAS DE SOJA.** Disponível em <http://www.google.com.br/url?url=http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/download/7486/8110&rct=j&frm=1&q=&esrc=s&sa=U&ei=QLCcU4bWDfHLsQTE6YCQDg&ved=0CEMQFjAG&sig2=h21Q_pVnSr8Ow01UIN5E2g&usq=AFQjCNFc5HsgXR4ENbUVZqBtli2L6Zz4Zw> Acesso em 14/06/2014.

BERTOLIN, D.C. Et al. **Aumento da produtividade de soja com utilização de bioestimulantes.** *Bragantia*, Campinas, v. 69, n. 2, p. 339-347, 2010. Disponível em www.scielo.br/pdf/brag/v69n2/11.pdf. Acesso em 25/02/2014.

Biorreguladores em Cana de Açúcar. **Publicado pela Stoller do Brasil/ Publicações em Setembro 2011.** Disponível em <<http://www.stoller.com.br/stoller-do-brasil/publicacoes/2011/>>. Acesso em 19/01/2014.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. 2012 Disponíveis em <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/milho>>. Acesso 08/02/2014.

CASTRO, **Novos agroquímicos controle hormonal e outros fitoquímicos. 2010.** Disponível em http://www.agroanalysis.com.br/especiais_detalhe.php?idEspecial=64&ordem=10. Acesso 14/06/2014

CASTRO & VIEIRA (2001). In: FANCELLI, A.L. **Boas Práticas para uso eficiente de fertilizantes na cultura do milho.** 2010. p.04. Disponível em www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/issue/IA-BRASIL-2010-131. Acesso 29/12/2013.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos.** Quarto levantamento Janeiro/2014. Disponível em <www.conab.gov.br>. Acesso em 08/02/2014.

CLIVE, James. O Status Global dos Materiais GM 2012, **Revista SEEDNews**, Pelotas, Ano XVII, no3, p.08-10, 2013.

DOURADO Neto, D. et al. Aplicação e Influência do Fitorregulador no Crescimento das Plantas de Milho. **Revista FZVA**. 2004. Disponível em <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/faced/ojs/index.php/fzva/article/view/2183>>. Acesso em 11/06/2014.

GROHS, Mara et al. **Desempenho de cultivares de arroz com uso de reguladores de crescimento, em diferentes sistemas de cultivo**. *Pesq. agropec. bras.* [online]. 2012, vol.47, n.6 [cited 2014-02-25], pp. 776-783. Acesso em 26/01/2014.

FANCELLI, A.L. (2005). In: FANCELLI, A.L. **Boas Práticas para uso eficiente de fertilizantes na cultura do milho**. 2010. p.04. Disponível em www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/issue/IA-BRASIL-2010-131. Acesso 29/12/2013.

FANCELLI, A.L. (1986). In: FANCELLI, A.L. **Boas Práticas para uso eficiente de fertilizantes na cultura do milho**. 2010. p.05-06. Disponível em www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/issue/IA-BRASIL-2010-131. Acesso 29/12/2013.

Guia do milho CIB, 2006 Versão PDF. Disponível em www.cib.org.br//guia_do_milho_CIB.pdf . Acesso fevereiro 2014.

MARTINS & CASTRO. (1999) IN: MENDES, Marcelo. **Biorreguladores: Uma nova tecnologia para aumento da produtividade do Trigo**. Publicado pela Stoller do Brasil/ Publicações em Setembro 2011. Disponível em <<http://www.stoller.com.br/stoller-do-brasil/publicacoes/2011/>>. Acesso em 19/01/2014 2014.

MENDES, Marcelo. **Biorreguladores: Uma nova tecnologia para aumento da produtividade do Trigo**. Publicado pela Stoller do Brasil/ Publicações em Setembro 2011. Disponível em <<http://www.stoller.com.br/stoller-do-brasil/publicacoes/2011/>>. Acesso em 19/01/2014 2014.

Milho Tecnologia do Campo a Mesa. **Guia do milho CIB, 2006** Versão PDF, p.06. Disponível em www.cib.org.br//guia_do_milho_CIB.pdf. Acesso 25/02/2014.

PESKE, S.T. Sementes de Milho. **Revista Seednews**, Reportagem da capa do mês maio/junho, Pelotas, 2014. Disponível em http://www.seednews.inf.br/html/site/content/reportagem_capa/index.php?edicao=9. Acesso em 11/06/2014.

PESKE, S.T. A Semente e os Desafios da Agricultura. **Revista Seednews**, Reportagem da Capa do mês set/out, Pelotas, 2011. Disponível em http://www.seednews.inf.br/html/site/content/reportagem_capa/index.php?edicao=5. Acesso em 11/06/2014.

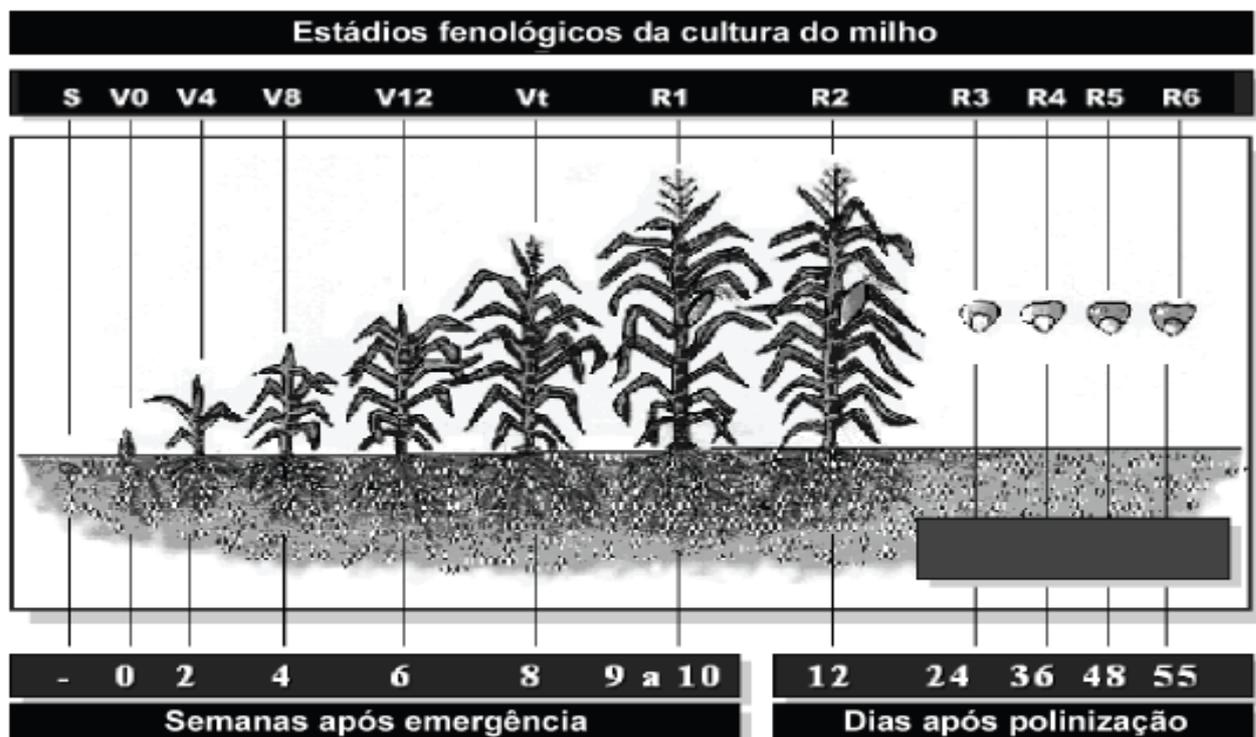
SHULL, G.H. A pure line method of corn breeding. **Amer.Breed.Assoc.Rep.**V.5, p.51-59, 1909

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

ZANUZO, Marcio. **Influência do Uso de Ácido Giberélico (AG3) no Desenvolvimento e Rendimento de Milho Safrinha. 2012.** Disponível em <http://revistas.unopar.br/index.php/uniciencias/article/view/793/734>. Acesso em 15.06.2014.

7 ANEXOS

Anexo I Estádios Fenológicos da cultura do milho. Adaptado por Fancelli 1986.



Esquema 1. Estádios fenológicos do milho.

Fonte: Fancelli (1986).

Anexo II Escala Fenológica da cultura do milho. Adaptado por Fancelli 1986.

Quadro 1. Escala fenológica do milho.	
Estádio	Caracterização do estágio
Fase vegetativa	
V0	Geminação/emergência
V2	Emissão da segunda folha
V4	Emissão da quarta folha ¹
V6	Emissão da sexta folha ²
V8	Emissão da oitava folha ³
V12	Emissão da 12ª folha ⁴
V14	Emissão da 14ª folha
Fase reprodutiva	
Vt	Emissão do pendão e abertura das flores masculinas
R1	Florescimento pleno ⁵
R1	Grãos leitosos
R3	Grãos pastosos
R4	Grãos farináceos
R5	Grãos farináceos duros
R6	Maturidade fisiológica ⁶

¹ Início da definição do potencial produtivo;
² Início da definição do número de fileiras na espiga;
³ Início da definição da altura de planta e da espessura do colmo;
⁴ Início da definição do número e tamanho de espiga;
⁵ Início da confirmação da produtividade;
⁶ Máxima produtividade (máximo acúmulo de matéria seca) e máximo vigor da semente (aparecimento do ponto preto na base do grão).

Fonte: Fancelli (1986).