



CAAP

Canadian Agricultural Adaptation Program

Rapport Final

Amélioration génétique du panic érigé sur des terres marginales afin de rehausser sa valeur commerciale
Titre du projet

6604
Numéro du projet

REAP-Canada
Nom de l'applicant

Juin 1, 2011-Novembre 30, 2013
Période concerné dans ce rapport

Roger Samson, Erik Delaquis, Gail MacInnis
Auteurs

January 10, 2014
Date de soumission

Le rapport final envoyé au CDAQ en fichier Word et en copie imprimé doit inclure:

- Les résultats énumérés dans Appendis C du contrat financier*
- Les documents de soutien, numérotées et écrites dans le document Financing Plan and Expenditure Reconciliation;*
- Les copies des documents de dissémination qui mentionnent la contribution de CAAP selon les règles du programme.*



Agriculture et Agri-Food Canada (AAFC) est dédiée à travailler avec les partenaires d'industrie. Les opinions dans ce document sont celles de l'applicant et ne sont pas nécessairement celles de l'AAFC et le CDAQ.

Table des Matières

1. OBJECTIFS	4
1.1. Objectifs Générales.....	4
1.2. Objectifs Spécifiques.....	4
2. RÉSULTATS ET ANALYSES	4
2.1. Résultats achevés et analyses.....	4
2.2. Dissémination des Résultats.....	14
3. CONCLUSION	17
4. SOMMAIRE DES RÉSULTATS DU PROJET	19
5. PLAN FINANCIER ET RÉCONCILIATION DES DÉPENSES	21
ANNEXE I – Méthodologie de sélection du panic érigé.....	23
ANNEXE II – Analyse des données de performance.....	31

1. OBJECTIFS

1.1. Objectifs Générales

Augmenter la viabilité commerciale du panic érigé au Québec en établissant un programme de sélection afin d'améliorer la performance agronomique et la diversité des cultivars de panic érigé disponibles aux producteurs Québécois(es) pour utilisation sur des terres marginales.

1.2. Objectifs Spécifiques

Objectif 1: Développer six nouvelles populations de panic érigé pouvant produire des rendements élevés sur des terres marginales et/ou dans des zones agricoles du Québec à faible unité thermique.

Objectif 2: Améliorer l'émergence des pousses et l'établissement des parcelles pendant la première saison suivant l'ensemencement en favorisant une augmentation du poids des semences et un tallage réduit.

Objectif 3: Rendre disponible les nouvelles populations pour des essais d'évaluation au Québec et pour la multiplication des semences chez un producteur Québécois.

Objectif 4: Diffuser les progrès et les résultats du projet.

2. RÉSULTATS ET ANALYSES

2.1. Résultats achevés et analyses

Le projet a été majoritairement mis en œuvre tel que planifié, et tous les principaux objectifs ont été accomplis. L'objectif principal, soit la production de 6 nouvelles populations avancées de panic érigé, a été atteint. Les techniques d'établissement et de sélection ont été améliorées significativement, et les populations avancées développées dans le cadre de ce projet ont été mises à la disponibilité du CEROM dès les premier et deuxième cycles de sélection. Des activités de diffusion ont été menées à la Ferme Norac (conférences et ateliers) ainsi que sur le site web de REAP-Canada.

Une réalisation importante de ce projet a été le développement d'un programme de sélection simplifié qui a permis de faire d'important progrès. Nous avons amélioré tous les aspects de notre programme de sélection, ce qui est une étape importante dans le développement de populations élites pour l'est du Canada. Nous avons effectivement produit des populations élites en un cycle de sélection phénotypique récurrente (RRPS – Recurrent Restricted Phenotype Selection) de 1-2 années. Ceci a été possible grâce à l'intégration de plusieurs techniques de sélection et en modifiant les pratiques de serre et de pépinière pour accélérer la

croissance et augmenter les pressions de sélection. La combinaison de sélection au niveau des semences, des pousses et des plantes adultes semble d'être l'approche la plus efficace. Nous croyons que les populations disponibles à la fin de 2013 sont des populations améliorées qui présentent une dormance et un tallage réduits avec un poids de semences et une hauteur augmentés. Ces résultats sont discutés en détail ci-dessous et dans les photos qui les accompagnent.

Table 2.1 Activités Complétées

<i>Activités</i>	<i>Date prévu</i>	<i>Date actuel</i>	<i>Raison</i>	<i>Notes</i>
Développement de 4 populations améliorées de panic érigé	Mai-Octobre 2012/2013	Mai-Octobre 2012/2013	Augmenter le rendement et l'adaptation aux régions marginales	Complété
Développement de 2 populations synthétiques de panic érigé	Octobre 2013	Octobre 2013	Augmenter l'adaptation aux régions froides et aux sols humides	Succès des croisements reste à confirmer
Améliorer l'émergence et l'établissement	Mai 2011;2012;2013	Mai 2011;2012;2013	Augmenter le poids des semences et l'émergence	Complété
Multiplication, traitement et distribution des semences	Octobre 2011/Octobre 2012	Octobre 2011/Octobre 2012	Évaluation par le CEROM et usage par la Ferme Norac	Les semences produites pendant les 1 ^{ère} et 2 ^{ème} années ont été distribuées et celles des 3 ^{ème} ont été récoltées
Données sur performance évaluées	Octobre 2011; 2012	Octobre 2011; 2012	Évaluation au champ du potentiel d'établissement, de rendement et de croissance	Complété
Développement d'un programme d'amélioration variétale du panic érigé	Octobre 2013	Octobre 2013	Optimisation des techniques de sélection pour l'adaptation et la vigueur	Complété
Diffusion des résultats du projet	Automne / Hiver 2011; 2012; 2013	Automne / Hiver 2011; 2012; 2013	Augmenter les connaissances et le savoir général sur la culture	Une diversité d'activités complétées, incluant des journées de champ, conférences et diffusion à partir du site web

Résultat 1 – Semences des sélections améliorées

Dès le début du projet des parcelles de reproduction de Cave-in-Rock II (CIR II), Cave-in-Rock early maturity (CIR-EM), Tecumseh II and Blue Jacket II ont été établies. Les plants ont été transplantés au printemps 2009 et ont grandi vigoureusement pendant 2009 et le printemps/été de 2010. Ceci nous a permis de soumettre les populations à deux cycles de sélection avant la fin du projet, créant ainsi Cave-in-Rock IV, Cave-in-Rock III EM, Tecumseh IV et Blue Jacket IV. Nous avons récolté les semences de toutes ces populations en Octobre 2013 et les semences seront triées et disponibles au RPBQ pour des essais de cultivar lors de la prochaine saison d'évaluation.

Les deux pépinières de croisement ont été évaluées et récoltées en Octobre 2013. Les plants des pépinières de Cave-in-Rock IV et de High Tide II (CIR IV x HT II) étaient parmi les plus hauts (Fig. 2.1), cependant la réussite de ce croisement devra être évaluée puisque les variétés ancestrales de CIR III sont matures 5-10 jours plus tôt que les parents de High Tide II (Table 2.3). Les semences récoltées en 2013 seront donc évaluées afin de confirmer le succès de ce croisement. Nous croyons, cependant, que ce croisement est très prometteur. Les pépinières Blue Jacket III et Cave-in-Rock EM (Blue Jacket III x CIR EM II) ont rencontré des défis plus sérieux. Les plants de CIR EM II étaient trop compétitifs comparativement aux plants de Blue Jacket III. Les plants de CIR ont démontré un fort potentiel de développement racinaire à la surface du sol, un départ plus hâtif au printemps ainsi qu'une plus grande hauteur comparativement aux plants de Blue Jacket III, ce qui a eu un effet néfaste sur ces derniers. Ce projet nous a donc permis d'apprendre qu'afin de réussir des croisements entre variétés au champ nous devons synchroniser les périodes de floraison et réduire la compétition entre les variétés. Pour certaines variétés, la largeur de 55cm entre les rangées était insuffisante, causant trop de compétition entre les racines et trop d'ombrage par les variétés hâtives. Cependant, nous avons réussi à faire un autre cycle de sélection en récoltant les meilleures semences des plantes CIR EM II dans cette pépinière. Nous allons continuer d'améliorer notre technique de sélection et les méthodes de croisement, possiblement en utilisant des espaces plus larges entre les rangées afin de réduire la compétition entre les variétés. Il faut également considérer les périodes de floraison : ces périodes pour la population parentale de CIR EM II et Blue Jacket III sont respectivement de 147 et 136 jours (Table 2.3).



Figure 2.1. Une plante de CIR III d'une hauteur de 3m dans une pépinière CIR III x HT II âgée de 2 ans à la Ferme Norac

Résultat 2 – Semences améliorées pour essais de cultivar

Dès Novembre 2013 nous avons produit des semences de 7 populations avancées de panic érigé avec une taille de semence et une hauteur de plant accrues ainsi qu'un tallage réduit (Cave-in-Rock IV, Cave-in-Rock Early Maturity III, Tecumseh IV, Blue Jacket IV, High Tide III et synthétiques de Cave-in-Rock IV x High Tide II et Cave-in-Rock Early Maturity II x Blue Jacket III). Ces populations adaptées ont été mises à la disponibilité des chercheurs du RPBQ pour des essais de cultivars à 5 sites.



Figure 2.2. Semences de Summer et CIR (population d'origine) et de Bluejacket (2^e cycle de sélection).

Augmentation du poids des semences – Le poids des semences a été augmenté comparativement à celui de la population d’origine. Après 3 cycles de sélection, nous avons une augmentation de 19% du poids des semences chez Blue Jacket III et Cave-in-Rock III comparativement à leur population d’origine soit Sunburst et Cave-in-Rock. Cette différence est calculée entre les semences des populations standards et les plus pesantes semences des populations dérivées des parcelles plantées et sélectionnées. Nous avons également observé, une augmentation de 22% du poids des semences entre Cave-in-Rock et Cave-in-Rock Early II, de 30% entre Summer et Tecumseh II, de 30% entre Cave-in-Rock et le croisement Cave-in-Rock x High Tide, et de 10% entre High Tide et High Tide III (Table 2.2). Veuillez noter que les semences provenant des populations sélectionnées ont été récoltées sur des plants provenant des pépinières espacées, tandis que les semences provenant des populations d’origine ont été récoltées dans des champs en production. Seul des essais incluant les populations d’origine ainsi que les populations sélectionnées nous permettrons de valider le progrès réalisé sur la taille des semences.

Une augmentation en poids des semences peut partiellement expliquer l’amélioration en émergence que nous avons détectée dans nos nouvelles populations. La sélection pour le poids des semences est extrêmement importante pour l’émergence, surtout sur les sols argileux. Par exemple, le Tecumseh a des semences de petite taille et a souvent de la difficulté à s’établir sur des sols très argileux. En moyenne, le premier cycle de sélection initié au printemps 2013 a produit des semences qui étaient approximativement 18% plus lourdes que les semences commerciales. En général, les sélections Cave-in-Rock et Blue Jacket ont des semences de taille plus importante que les autres cultivars. Tecumseh et High Tide sont parmi les variétés ‘upland’ ayant les plus petites semences (Elberson 2001) et pourraient être avantagées par une amélioration de ce caractère. Il a été rapporté qu’une augmentation de la taille des semences à 0.200g par 100 semences peut avoir des bénéfices importants sur l’établissement. Des parcelles de panic érigé semées avec des semences pesant 0.200g par (pour) 100 semences ont démontré une germination plus robuste, moins de jours avant l’émergence et un pourcentage plus important d’émergence que des semences de 0.100g par 100 semences (Kneebone et Cremer 1955).

Table 2.2. Poids de 100 semences. Le poids de 100 semences des variétés d'origine (Sunburst, CIR, Summer, High Tide) représente la moyenne entre les données des parcelles utilisées pour développer les populations sélectionnées et celles mesurées par Elbersen (2001). Le poids de 100 semences des populations sélectionnées (Blue Jacket III, CIR III, CIR II EM, CIR III x HT II, HT III) représente le poids du 2% des semences les plus lourdes récoltées en août 2012 dans les pépinières.

<i>Cultivar</i>	<i>Poids de 100 semences (g)</i>	<i>Augmentation (%)</i>
Sunburst	0.197	
Blue Jacket III	0.242	18.6
Cave-in-Rock	0.187	
Cave-in-Rock III	0.230	18.7
Cave-in-Rock	0.187	
Cave-in-Rock Early II	0.241	22.4
Summer	0.108	
Tecumseh III	0.154	29.6
Cave-in-Rock	0.187	
Cave-in-Rock III x High Tide II	0.266	29.7
High Tide	0.120	
High Tide III	0.134	10.4

Résultat 3—Établissement de champs de production de semences

Des champs de production de semences ont été récoltés et ensemencés à la Ferme Norac pour Tecumseh II et Cave-in-Rock II. La superficie récoltée en août 2011 était approximativement de 0.2 ha pour Cave-in-Rock II et de 0.3 ha pour Tecumseh II. Ces semences ont été réensemencées à la Ferme Norac au printemps 2012 et 2013 pour atteindre une superficie finale de 0.75 ha pour Tecumseh II et de 1.5 ha pour Cave-in-Rock II. Ces champs ont été récoltés en août 2013 et 150-200 kg/ha de semences devraient être produits. Le principal problème rencontré dans les champs de multiplication a été la présence de mauvaises herbes soit principalement le chiendent et la sétaire géante. Il est maintenant reconnu qu'une stratégie compréhensive est nécessaire dans les champs de multiplication pour diminuer la présence des mauvaises herbes. Celle-ci devrait inclure des rotations de cultures précédant l'année du semis et un taux de semis d'au moins 5 kg/ha afin d'assurer un établissement adéquat. Nous avons observé une moins grande pression des mauvaises herbes dans le champ de CIR II comparativement au champ de Tecumseh II. Ceci pourrait être dû à la hauteur des plants ainsi qu'à la largeur des feuilles qui sont plus importantes chez la variété CIR II ainsi qu'à la grande quantité de feuilles dans le bas des plants qui pourrait réduire la croissance des mauvaises herbes. Tecumseh II est une variété plus érigée, ce qui permet à la lumière de pénétrer jusqu'au sol.

Résultat 4 – Analyses de Performance

La hauteur, le poids des semences, les stades de développement et le rendement ont été analysés à deux sites pour les populations CIR II, Blue Jacket II, Tecumseh II, et CIR Early

(Annexe II). Les résultats ont démontré que les populations sélectionnées produisaient des rendements significativement plus élevés que les cultivars parentaux CIR et Sunburst. Il y avait un gain moyen de 11.9% et de 15.5% respectivement entre le deuxième cycle de sélection de Blue Jacket et Sunburst et entre le deuxième cycle de sélection de CIR II et CIR. Il a été noté que la dynamique de tallage diffère entre les variétés. Au début de la saison les plantes produisent beaucoup de tiges, mais les tiges qui sont à l'ombre meurent et se décomposent pendant la saison. Donc, au cours de la saison de croissance, les plantes atteignent un équilibre du nombre de leurs tiges. La sélection pour une réduction du tallage en début de saison est probablement une technique intéressante afin de rediriger l'énergie de la plante vers la production d'un moins grand nombre de tiges qui sont plus larges, augmentant ainsi le rendement.

En utilisant cette technique de sélection, il nous a été possible d'améliorer l'établissement et la croissance des plantes dès la première année, ce qui nous a permis de récolter des semences lors de cette même année. Ceci n'était pas possible avant l'implémentation des méthodes que nous avons développées dans la serre et en pépinières.

Le développement des variétés et des populations sélectionnées a également été suivi en 2011 et 2012 afin de déterminer les différences en maturité des sélections. Ceci afin de confirmer l'adaptabilité des populations sélectionnées aux zones du Québec à faible unité thermique et de synchroniser la floraison des variétés au champ. Il a été observé que le nombre de jours supplémentaires pour atteindre la floraison augmente de 3-5 jours entre les variétés d'origine et les populations sélectionnées. Blue Jacket est la variété la plus hâtive, Summer et CIR sont intermédiaires soit environ 7 et 14 jours respectivement après BJ et High Tide est tardive, soit 26 jours après BJ (Table 2.3). Cependant, une différence en maturité à l'intérieur de chaque population a été observée, ce qui a compliqué l'analyse. De plus, l'échantillonnage a été moins fréquent en 2012 (3 fois) comparativement à 2011 (6 fois), ce qui pourrait également contribuer à une mesure moins précise.

La grande différence en maturité (11 jours) entre les populations de Blue Jacket et CIR Early peut expliquer les difficultés que nous avons rencontrées lorsque nous avons croisé la pépinière CIR E II x Blue Jacket III.

Table 2.3. Moyenne du nombre de jours pour se rendre à maturité. Le matériel parental à gauche représente les populations d'origine utilisées pour établir la sélection à droite. La moyenne du nombre de jours a été calculée à deux sites après deux cycles de sélection.

Moyenne du nombre de jours à maturité		Moyenne du nombre de jours à maturité	
Matériel parental		Sélection	
Sunburst	133	Blue Jacket II	136
Summer	140	Tecumseh II	142
Cave-in-Rock	146	Cave-in-Rock II	153
Cave-in-Rock	146	Cave-in-Rock Early	147
High Tide	158*	High Tide	N/A

*estimé de Cortese & Bonos, 2013



Figure 2.3. Gauche: Variété Sunburst (matériel parental de Blue Jacket); Droite: Blue Jacket II

Résultat 5 – Développement d'un programme de croisement et sélection améliorée

L'objectif du nouveau programme était de réduire le cycle de sélection à une année, d'améliorer la vigueur des jeunes plantes et de réduire le taux de tallage des sélections de panic érigé. Les techniques de sélection se sont améliorées au cours du projet et du gain d'expérience de l'équipe. Les principaux succès ont été l'amélioration de l'établissement au champ pendant la première année et l'optimisation des techniques de sélection. En utilisant les méthodes décrites par Smart et al. (2003; 2004) de concert avec celles développées dans le cadre de ce projet nous avons mis au point une méthode de sélection très efficace pour le panic érigé. Les populations résultantes de cette sélection ont démontré une croissance améliorée dès l'année d'établissement et étaient mieux adaptées aux conditions de l'est du Canada. Au terme du projet, nous avons réussi à développer des populations très avancées comparativement aux variétés d'origine, nous pourrions donc produire de la semence dans la prochaine année.

Une description détaillée du système de sélection utilisé ainsi que sa mise à jour se retrouve en ANNEXE I.

Résultat 6 – Communication et dissémination du projet

Le projet a utilisé plusieurs stratégies pour diffuser ses résultats, telles que conférences, visites de champ et démonstrations commerciales ceci dans le but de présenter les résultats au Québec, en Ontario, aux États-Unis et en Europe.

REAP a présenté lors de l'exposition et de la réunion annuelle du « Guelph Organic Conference and Expo » en février 2012, 2013, et présentera également en 2014. Cet événement réunit plusieurs parties prenantes intéressées dans la production et l'utilisation de graminées. Cela nous permet également de créer des liens avec divers groupes composés de fermiers, de chercheurs et de représentants commerciaux.

Nous avons aussi présenté les données à des réunions techniques concernant la production de biomasse et de panic érigé. Ceci inclus une présentation au 'Switchgrass II', une conférence à Madison (Wisconsin), le 10-12 Septembre, dans lequel Roger Samson a été invité à donner une présentation orale sur le développement des variétés de panic érigé au Canada. Cette conférence a permis de rapprocher des chercheurs travaillant sur le panic érigé afin de discuter de l'état du secteur et des opportunités de collaboration. Cet événement est le plus important de son type en Amérique du Nord et est tenu tous les deux ans. Cela a également permis à Roger Samson de passer plusieurs jours avec Annie Claessens d' Agriculture Canada afin de discuter des possibilités de collaboration.

Des présentations orales sur le rendement, la performance et l'aspect morphologique des sélections développées par REAP-Canada ont été présentées par le chercheur associé Erik Delaquis. M Delaquis a fait une présentation à la ville de Québec lors de la 81^{ème} réunion de l'Association Francophone pour le Savoir (ACFAS) en mai 2013 et une deuxième lors du 21st European Biomass Conference and Exhibition en Copenhague, Danemark en juin 2013. Ce dernier est un événement mondial majeur dans le secteur de la biomasse.

Roger Samson a fait une présentation au Ontario Biomass Producers Group (OBPG) à Guelph, Ontario le 4 février 2013 sur le sujet du programme d'amélioration génétique de REAP-Canada et a souligné les nouvelles techniques de sélection. M Samson a aussi présenté une affiche sur ces recherches à l'OMAFRA Ontario Bioeconomy Workshop à Guelph (Ontario), le 26 novembre 2013. Cet événement a fourni une opportunité pour renforcer les liens avec les chercheurs travaillant sur la production et l'utilisation de la biomasse ainsi que l'opportunité de discuter sur les marchés possibles avec les institutions présentes telles que Mushrooms Canada, les producteurs de granules et les producteurs de biocomposites.

La proximité de nos pépinières de reproduction des grands champs commerciaux de panic érigé nous a convaincu de réduire les activités de diffusion organisées à la Ferme Norac en 2013 afin d'éviter les risques de contamination. En remplacement du site de la Ferme Norac, nous avons inclus le site de l'Université McGill lors de plusieurs visites au champ. Une journée au champ de RPBQ a eu lieu en mai 2013 sur le site de recherche de Ste-Anne-de-Bellevue. Le site a été visité par le MAPAQ, le CEROM, Ag-Canada, l'Université McGill et REAP-Canada. Dans le cadre

d'autres évènements de diffusion, les sites de la Ferme Norac et de Ste-Anne-de-Bellevue ont été visités par des organisations commerciales incluant Ernst Conservation Seeds, Ontario Biomass Producers Group, La Coop Fédérée et Lafarge cement.

Une autre visite de champ a été tenue récemment pour les chercheurs d'Ag-Canada du centre de recherche de Québec afin de faire l'évaluation automnale de notre matériel. Des opportunités de collaboration ont été examinées attentivement, ce qui a abouti au développement d'une proposition dans le cadre du programme Agri Innovation de Ag-Canada. Proposition qui a pour thème : «le développement du panic érigé pour la production de biomasse et de fibres».

Finalement nous avons réalisé qu'il y avait des limitations importantes à utiliser uniquement les sites existants (ouest du Québec) comme champ de démonstration. En 2013 nous avons décidé d'entrer en partenariat avec La Coop Fédérée afin de planter plusieurs de nos nouvelles sélections dans des parcelles de démonstration à (au?) Mont Saint Hilaire (Québec). Ce partenariat est une excellente opportunité d'augmenter la visibilité de notre programme de sélection en utilisant un site qui est central et accessible aux producteurs actuels et potentiels. Nous avons aussi sensibilisé des producteurs lors d'une démonstration sur le terrain à Woodstock, en Ontario, en 2012 et 2013. Le président de REAP, Don Nott, et le vice-président, Urs Eggimann, ont fait une présentation au nom de REAP et ont distribué des documents sur les bénéfices du panic érigé dans l'est du Canada.

Le site web de REAP a aussi permis de présenter nos travaux sur l'amélioration génétique des graminées et aussi d'augmenter notre visibilité. Toutes les présentations, démonstrations et ateliers mentionnés ici sont aussi disponibles sur le site web comme installations du blog de REAP-Canada. Les 23 stagiaires qui ont travaillé à REAP ont aussi écrit sur leur blog personnel produit des publications.

2.2. Dissémination des Résultats

TABLE 2.3 DISSÉMINATION DES RÉSULTATS

<i>Activités programmées dans APPENDIX A</i>	<i>Activités Complétées</i>	<i>Description (thème, titre, location, etc.)</i>	<i>Date complétée</i>	<i>n^{bre} de personnes sensibilisées</i>	<i>Promotion de CAAP (logo ou mentionnée)</i>
Conférences/Présentations					
31 st & 32 nd Annual Guelph Organic Conference & Expo	Présentation	<i>Organic & sustainable Agriculture Expo,; Guelph, ON</i>	<i>Fév. 2012 et 2013</i>	300	<i>Logo ; Mentionné</i>
81 ^{ème} Congrès de l'ACFAS	Présentation : Performance de 11 sélections de panic érigé adaptées au sud du Québec.	<i>Démonstration de recherche francophone; Université Laval, Québec, Québec</i>	<i>du 6 au 10 Mai 2013</i>	20-30	<i>Mentionné</i>
21 st European Biomass Conference and Exhibition	Présentation: Assessing cultivars of switchgrass in a Northern Environment	<i>Conférence internationale sur la recherche dans le domaine de la biomasse et de la bioénergie et des politiques de développement de ces technologies. Un des évènements majeurs mondial dans le cadre de la biomasse; Copenhague, Danemark</i>	<i>du 3 au 7 Juin 2013</i>	200 -250	<i>Mentionné</i>

<i>Activités programmées dans APPENDIX A</i>	<i>Activités Complétées</i>	<i>Description (thème, titre, location, etc.)</i>	<i>Date complétée</i>	<i>n^{bre} de personnes sensibilisées</i>	<i>Promotion de CAAP (logo ou mentionnée)</i>
Switchgrass II Conference	Présentation: 'Development of improved switchgrass selections in a northern environment'	<i>Une conférence sur le panic érigé et autres graminées pour présenter les résultats et l'avenir de la recherche</i>	<i>du 10 au 12 Sept 2013</i>	80	<i>Logo; Mentionné</i>
OMAFRA Ontario Bioeconomy Day	Présentation d'une affiche sur le développement du panic érigé dans l'est du Canada	<i>La réunion annuelle ontarienne pour faire l'exposition des innovations dans le cadre de la production de biomasse et des recherches (ou de la recherche) sur l'économie bio</i>	<i>le 26 Nov 2013</i>	200	<i>Logo; Mentionné</i>
Visites de champ	7 visites de champ	<i>Visite du CEROM avec des spécialistes pour évaluer et discuter sur les populations améliorées</i>	<i>de Mai à Nov. 2013</i>	15	<i>Mentionné</i>
		<i>RPBQ, CEROM, Ag-Canada, MAPAQ, McGill Lods Agronomy Research farm, Ste-Anne-de-Bellevue</i>	<i>de Mai 2013 à Nov. 2012</i>	15-20	<i>Mentionné</i>

<i>Activités programmées dans APPENDIX A</i>	<i>Activités Complétées</i>	<i>Description (thème, titre, location, etc.)</i>	<i>Date complétée</i>	<i>n^{bre} de personnes sensibilisées</i>	<i>Promotion de CAAP (logo ou mentionnée)</i>
		<i>Foire agricole Woodstock, ON</i>	<i>Sept. 2012 Sept 2013</i>	<i>300</i>	<i>Logo; Mentionné</i>
		<i>COOP Fédérée; visite des parcelles et évaluation des recherches</i>	<i>Nov. 2012</i>	<i>Potentiell ement 100/an</i>	<i>Mentionné</i>
		<i>Ontario Biomass Producers Cooperative</i>	<i>Nov. 2013</i>	<i>2</i>	<i>Mentionné</i>
		<i>Lafarge Cement & Ag-Canada</i>	<i>Mai 2013</i>	<i>10</i>	<i>Mentionné</i>
<i>Web sites & Blogs</i>	<i>Plusieurs blogs d'actualités et éléments postés sur le site Internet, le blog et sur l'intranet de REAP</i>	<i>Événements de dissémination, mise-à-jours sur l'état du projet, perspectives des stagiaires sur les travaux et programme</i>	<i>En cours</i>	<i>5400</i>	<i>Mentionné; Logo</i>
<i>Journées de démonstration</i>	<i>Semences plantées au niveau du site de démonstration de La COOP Fédérée- Le Domaine de Rouville</i>	<i>Les semences des sélections avancées développées par REAP-Canada ont été plantées pour une exposition publique permanente au site de démonstration de La COOP Fédérée au Mont Saint Hilaire (Québec).</i>	<i>Juin 2013; en cours</i>	<i>200 annuellem ent</i>	<i>Mentionné</i>

3. CONCLUSION

La méthodologie de sélection a graduellement été améliorée au cours du projet. Le temps nécessaire afin d'effectuer un cycle de sélection a été grandement écourté grâce au perfectionnement des techniques de sélection pour la taille des semences, l'augmentation de la vigueur des plantules, la transplantation et le maintien des plants ainsi que les croisements.

Bénéfices à court terme

Le développement de variétés de panic érigé à haut rendement et adaptées à l'est du Canada est une opportunité majeure pour le secteur agricole. Les champs de multiplication de semences des variétés prometteuses ainsi que les pépinières situées à McGill et à la Ferme Norac sont aussi des étapes importantes pour l'essor d'une industrie de production commerciale de semences de panic érigé au Québec. De plus, le développement d'une méthode de sélection efficace et requérant peu de main d'œuvre permettrait de développer des variétés mieux adaptées aux zones à faible unité thermique et aux sols humides.

Bénéfices à moyen terme

Un des bénéfices à moyen terme de ce projet est l'expansion de l'industrie de la production des semences de panic érigé en Ontario et au Québec. Le développement des populations améliorées pourra accélérer l'implantation de cette espèce dans l'est du Canada et fournir des quantités importantes de biomasse pour faciliter l'adoption de cette culture et la diversification des marchés. Les recherches aideront au développement du panic érigé comme une alternative intéressante aux cultures utilisant beaucoup d'intrants sur des terres marginales. Ces terres pourraient être imparfaitement drainées ou dans des zones froides avec de faibles CHU (<2500). L'introduction du panic érigé dans ces zones améliorera la fertilité des sols et réduira les risques de production dans ces zones marginales. Les activités de communication et de dissémination résulteront en une sensibilisation et une reconnaissance publique des utilisations du panic érigé sur des terres marginales. Ceci peut mener à des opportunités pour la commercialisation de la culture comme une source d'énergie renouvelable, de fibre ainsi que pour d'autres industries agricoles. L'approche de sélection développée ici pourrait aussi être adaptée pour d'autres espèces de graminées indigènes pour diversifier les herbes pérennes cultivées au Canada.

Bénéfices à long terme

À long terme ce programme d'amélioration augmentera le revenu des producteurs canadiens. Le développement de variétés à haut rendement et à établissement plus rapide pourrait augmenter la rentabilité de ces cultures pour les producteurs, encourageant l'adoption de la culture. Ceci contribuera à l'augmentation de la superficie cultivée et par le fait même à l'augmentation de la confiance des industries majeures dans cette source de biomasse pour alimenter les usines de conversion. Ce projet a également permis d'identifier une nouvelle opportunité pour le panic érigé comme source de fibres. L'augmentation de la rigidité de la

fibre du panic érigé pourra créer de nouvelles applications pour cette espèce dans des marchés émergents.

Recommandations

Nous croyons que le projet a démontré la pertinence d'utiliser un programme d'amélioration génétique intégrant plusieurs stratégies de sélection afin de domestiquer le panic érigé comme une culture commerciale dans l'est du Canada. Un progrès rapide peut être accompli en utilisant la méthode de sélection développée dans le cadre de ce projet. Le poids des semences peut être augmenté effectivement d'un cycle à l'autre, et la sélection pour l'émergence rapide réduit les problèmes de dormance. La sélection pour un tallage réduit augmente la hauteur des plantes et selon la littérature augmenterait les rendements en biomasse. Une priorité majeure est de réduire la mortalité des tiges chez les plantes adultes dans un champ en sélectionnant pour un tallage réduit des jeunes plantes. La sélection à ce stade de développement aide aussi à réduire la dormance en choisissant les plantes qui émergent le plus rapidement. Nous croyons que le raffinement de ces techniques peut servir à répondre aux besoins des producteurs et entrepreneurs qui cherchent à utiliser des matériaux à base de produits naturels. Nous croyons également que d'autres graminées pérennes devraient être développées dans l'est du Canada afin de produire des fibres de plus hautes qualités que le panic érigé ou qui pourraient réduire les risques de produire du panic érigé en monoculture.

Durabilité du Project

Nous collaborons souvent avec le «Ontario Biomass Producers Cooperative», les producteurs de panic érigé du Québec et de l'Ontario, le CÉROM, La Coop Fédérée et les consommateurs commerciaux de biomasse afin de garder en vue les priorités des parties prenantes. Le fait que ce projet s'associe directement avec les producteurs de semences pour multiplier les nouvelles variétés assure aux producteurs un approvisionnement en semence durable.

Le programme de sélection développé dans le cadre de ce projet nous a permis d'avoir une meilleure compréhension de la physiologie du panic érigé et de comment continuer à améliorer la qualité de la biomasse produite. En développant une biomasse mieux adaptée à la bioconversion on augmente la durabilité des applications commerciales et l'acceptabilité des consommateurs. De plus, le développement de variétés mieux adaptées aux terres marginales permettrait d'augmenter la superficie dédiée à la production de plantes à biomasse tout en réduisant l'impact de cette nouvelle industrie sur l'industrie alimentaire.

Dans l'est de l'Amérique du Nord, le développement de superficies importantes de panic érigé pourrait être réalisé pour répondre à la diversité des besoins commerciaux qui apparaissent avec l'introduction des nouveaux marchés. Il existe aussi une possibilité importante pour le panic érigé comme substitut pour la litière de paille pour le bétail. Le panic érigé est moins humide que la paille de céréale, et sa concentration élevée en cellulose lui confère une bonne absorption. L'industrie de production de champignons est un

utilisateur important de paille dans l'est de l'Amérique du Nord et manque actuellement de substrat. Le panic érigé intéresse ces producteurs à cause de la longueur de la paille et car sa rigidité facilite les processus de compostage aérobie. Le prix est également moins cher que pour la paille de céréale grâce à une production plus constante.

Suivi du Projet

Nous avons déjà soumis une proposition dans le cadre du programme Agri-Innovation d'Agriculture et Agroalimentaire Canada afin de poursuivre le progrès accompli dans le cadre de ce projet. La prochaine étape est de continuer d'adapter nos populations aux besoins des marchés émergents. Le développement des variétés développées pendant ce projet va se poursuivre en mettant l'accent sur la qualité de la fibre et le rendement. Nous comptons atteindre cet objectif en augmentant la proportion tiges :feuilles et le nombre de tiges reproductives. Outre l'utilisation du panic érigé comme fourrage pour le bétail, le développement de variétés avec des qualités de fibre plus prometteuses peut accroître les applications de cette biomasse dans plusieurs marchés émergents. Le développement du marché de l'énergie renouvelable tels les granules ou l'éthanol cellulosique pourra également bénéficier de ces qualités dans l'avenir. La valeur énergétique peut être améliorée en réduisant le contenu en cendre et en augmentant le contenu en cellulose. Nous croyons que le panic érigé émergera comme la première culture majeure introduite dans l'est du Canada dans les 10 prochaines années.

4. SOMMAIRE DES RÉSULTATS DU PROJET

Ce projet répond au besoin criant de développer de nouvelles cultures énergétiques à haut rendement, permettant aux producteurs de diversifier leur production sur des terres marginales. L'acceptabilité du panic érigé selon les producteurs est grande, mais ils demandent des variétés qui seront plus facile et rapide à établir, avec moins de verse, des rendements plus élevés et mieux adaptées au climat frais de l'est du Canada. Nous avons développé ce projet pour adresser ce manque criant qui ne bénéficiait d'aucun programme de sélection dans la région.

L'activité principale était le développement de quatre populations avancées de panic érigé et de deux populations synthétiques avec des qualités agronomiques améliorées. Les semences de ces sélections ont été multipliées dans au champ par la Ferme Norac, un producteur commercial de semences de panic érigé, localisé à Valleyfield, Québec. Dans le cadre de ce projet, nous avons travaillé afin d'augmenter le poids des semences pour améliorer le taux de germination et l'émergence. Nous avons également sélectionné pour un tallage réduit, ce qui diminue le problème de verse et augmente les rendements.

Le projet a identifié et raffiné des méthodes pour effectivement permettre la sélection des populations de panic érigé au niveau des jeunes plantes et des plantes adultes. Cette nouvelle

approche permet de réduire la durée d'un cycle de sélection de 3-4 années à 1-2 années, tout en améliorant l'efficacité et en réduisant le coût du travail.

Les buts principaux du programme d'amélioration génétique des graminées indigènes sont :

- 1) Travailler avec les producteurs de semences de panic érigé pour multiplier les populations les plus prometteuses pour permettre l'accès à ce matériel à une base de producteurs plus importante
- 2) Aider à l'expansion de la viabilité commerciale de cette culture et l'impact positif dans l'est du Canada
- 3) Continuer l'amélioration génétique du panic érigé et du barbon de Gérard pour les applications industrielles et
- 4) Continuer de développer des méthodes efficaces et moins chers en améliorant les techniques de sélection.

L'évaluation de ces nouvelles populations sera effectuée par le PRVQ au Québec et par l'Université de Guelph en Ontario afin de confirmer leurs zones d'adaptation en l'Ontario et au Québec. Nous anticipons que les superficies implantées avec des graminées dédiées à la biomasse pourra s'agrandir de 30% par année grâce aux efforts des programmes d'amélioration génétique de ces cultures et aux développements d'applications industriels dans plusieurs marchés.



Figure 2.3 Normand Caron de Ferme Norac et Erik Delaquis dans une parcelle de recherche

5. PLAN FINANCIER ET RÉCONCILIATION DE DÉPENSES

Fill and forward the Financing Plan and Expenditure Reconciliation (linked to Appendix B of the financial contribution agreement), a copy of which you have received electronically in MS Excel format.

You must join all invoice copies related to the budgetary items. Contributions from the applicant and partners must also be justified. **No payment will be made before the paid supporting documents are submitted.**

Refer to the *instructions* available in the first sheet of the Excel worksheet entitled ***Financing Plan and Expenditure Reconciliation***.

Any project can be submitted to an audit.

In accordance with the contribution agreement, you must keep the CDAQ informed of changes to the project and the financing plan.

Last update of the form by CDAQ : March 17, 2010

[Bibliographie]

Burton. 1982. Improved recurrent restricted phenotypic selection increases Bahia grass forage yields. *Crop Sci.* 22: 1058–1061

Cortese, Laura M., and Stacy A. Bonos. (2013). Bioenergy Traits of Ten Switchgrass Populations Grown in the Northeastern/Mid-Atlantic USA. *BioEnergy Research* 1-11.

Elbersen, H. W., Christian, D. G., El Basseem, N., Yates, N. E., Bacher, W., Sauerbeck, G., ... & van den Berg, D. (2001). 5 Switchgrass variety choice in Europe⁴. *Switchgrass (Panicum virgatum L.) as an alternative energy crop in Europe Initiation of a productivity network Final Report for the period from 01-04-1998 to 30-09-2001*, 33.

Kneebone, W.R., and C.L. Cremer. (1955). The relationship of seed size to seedling vigor in some native grass species. *Agron. J.* 47:472-477

Raynor, G. S., Ogden, E. C., & Hayes, J. V. (1972). Dispersion and deposition of timothy pollen from experimental sources. *Agricultural Meteorology*, 9, 347-366.

Rose IV, L. W., Das, M. K., Fuentes, R. G., & Taliaferro, C. M. (2007). Effects of high-vs. low-yield environments on selection for increased biomass yield in switchgrass. *Euphytica*, 156(3), 407-415.

Smart, A. J., Vogel, K. P., Moser, L. E., & Stroup, W. W. (2003). Divergent selection for seedling tiller number in big bluestem and switchgrass. *Crop science*, 43(4), 1427-1433.

Smart, Alexander J., Lowell E. Moser, and Kenneth P. Vogel. Morphological characteristics of big bluestem and switchgrass plants divergently selected for seedling tiller number. *Crop science* 44.2 (2004): 607-613.

Taliaferro. 2002. Breeding and selection of new switchgrass varieties for increased biomass production. USDE Report: ORNL/SUB-02-19XSY162C/01

Watrud, L. S., Lee, E. H., Fairbrother, A., Burdick, C., Reichman, J. R., Bollman, M., ... & Van de Water, P. K. (2004). Evidence for landscape-level, pollen-mediated gene flow from genetically modified creeping bentgrass with CP4 EPSPS as a marker. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(40), 14533-14538.

Méthodologie de sélection du panic érigé

Le système de cycle de reproduction utilisé par le passé était vulnérable aux conditions climatiques rendant incertain la possibilité de compléter un cycle sur une période de deux ans. Les retards engendrés par la méthodologie originale pouvaient se traduire par la perte d'une année de recherche. La transplantation en champ des plantes et le développement des parcelles de deuxième année ont été affectés par les conditions météorologiques défavorables de la saison de croissance 2011 (printemps frais suivi d'un début d'été sec). Par la suite, nous avons fait les modifications nécessaires afin d'améliorer la croissance des plantes durant l'année d'implantation afin de rendre les plantes moins vulnérables à la sécheresse lors de la deuxième année de croissance. L'approche combinant le travail en serre à celui de la sélection en champ s'est révélé efficace pour améliorer rapidement les caractéristiques importantes d'une population. Le nombre de plantes à manipuler au champ a été réduit en effectuant une première sélection sur la base de la grosseur du grain et du tallage.

1. Sélection des semences

Les grains ont été récoltés à l'automne au sein de populations de panic érigée parvenues à maturité. Au printemps, les semences ont été conditionnées, criblées et nettoyées avec un séparateur à air. Les semences les plus grosses et les plus lourdes ont été utilisées pour la suite des travaux. Un appareil de séparation des semences de plus grande capacité a également été développé permettant une meilleure régulation du débit de l'air. Cet appareil a été utilisé pour les travaux de sélection et son efficacité a également été évalué dans un contexte de production de semences (Ferme Norac).

2. Les plantations en serre

Le substrat de culture utilisé était constitué d'un mélange 50% PRO-MIX[®] HP-CC[™] sol à base de tourbe de haute porosité et 50% PRO-MIX[®] BX[™] sol à base de tourbe à usage général. Nous avons observé que ce mélange fournit un lit de semence optimal ainsi qu'un drainage idéal pour la croissance des semis. Chaque cellule a été remplie jusqu'à environ 1 cm du bord avec le mélange de terreau. Environ 10 à 15 des graines sélectionnées ont été déposées dans chaque cellule d'un plateau de 38 cellules (26 plateaux par population). Les plateaux ont ensuite été recouverts de terre et comprimés pour créer un lit de semence ferme. Le sol a été maintenu humide en arrosant tous les 1-2 jours et en prenant soins de ne pas détremper le substrat afin de maintenir l'oxygénation adéquate du sol.

2013 – Dates de plantation en serre et dates d'émergence

<i>Population</i>	<i>Date plantée dans la serre (j/m/a)</i>	<i>Date d'émergence (j/m/a)</i>
Blue Jacket IV	04/04/2013	22/04/2013
Cave-in-Rock IV	02/04/2013	16/04/2013
Cave-in-Rock Early Maturity III	02/04/2013	16/04/2013
Cave-in-Rock IV x High Tide II	03/04/2013	17/04/2013
Tecumseh IV	02/04/2013	17/04/2013

3. Sélection des semis

Les plantules émergent environ deux semaines après le semis. Elles sont ensuite éclaircies lorsque qu'elles atteignent 1 cm, en prenant soin de conservé la plus vigoureuse des plantules. En effectuant cette sélection précoce, les géotypes qui présentent une faible dormance du grain et une germination rapide sont favorisé. Ces deux caractères sont reconnues comme associé à la vitesse d'implantation en condition normal de culture en champ.



Sélection des semis après semaine de croissance – la plus vigoureuse des plantules est la seul conservée

4. Sélection pour taillage réduite

L'acte de choisir les semis pour le taillage réduit peut créer un rendement plus élevé par tige et une mortalité inférieure par tige chez les plantes matures (Smart et al 2003; 2004). Cela étant donné, après 8 semaines, chaque population subit une sélection pour le taillage réduit. Les 200 plantes ayant le moins de tiges dans chaque population sont sélectionnées.

Auparavant, une fois les sélections faites, les semis étaient transplantés directement au champ. La transplantation de ces jeunes plants causait du stress considérable aux semis et les rendaient vulnérables au vent. De plus, un travail considérable était nécessaire pour arroser les jeunes greffes vulnérables.

5. Transplantation dans la serre

Les 200 plantes sélectionnées dans chaque population sont maintenant transplantées dans des pots de $\frac{3}{4}$ de gallons et sont laissées en développement en serre pendant deux semaines supplémentaires. L'année dernière, nous avons déterminé les dates idéales de plantation et la durée de croissance supplémentaire en serre afin d'atteindre une croissance optimale. Il a été constaté qu'une croissance supplémentaire en serre de deux semaines réduit les chocs champ-transplantation, améliore l'établissement de la plante, la croissance de la plante, le potentiel de production des semences, et réduit la durée du cycle de reproduction. L'amélioration de l'établissement de la plante nous a permis d'identifier les plantes les plus vigoureuses et bien développées pendant la première ou la deuxième année. Au cours des cycles précédents où il y avait des conditions climatiques non optimales, comme un printemps froid ou un temps sec, les plantes supérieures n'étaient pas faciles à distinguer jusqu'à la deuxième et parfois troisième année.



Semis de panic érigé dans la serre – après avoir été transplantées dans les pots individuels les semis sont prêt pour aller dans le champ.

6. Réduction de superficie des feuilles

Grâce aux observations des dommages dus au vent, sur les jeunes semis, après la transplantation au champ, il a été décidé que les feuilles doivent être coupées plus courtes avant de les transplanter au champ. Nous avons donc coupé les feuilles les plus longues de chaque plante à une hauteur d'environ 2 pieds. Cela a réduit les dommages dus au vent (durant l'établissement de la plante au champ) et a diminué à la fois les stressés associé à le séchage.



À gauche: sélection avec taillage forte; à droite: sélection avec une tige principale et aucune taillage.

7. Pépinière de plantes matures espacées

Les 200 plantes sélectionnées sont transplanté dans des pépinières isolées l'une de l'autre. Les plants ont été planté au 40 cm sur 8 rangs (25 plantes / rang, 55 cm d'entre-rang). Cette disposition laisse la possibilité à la compétition entre les plantes de s'exprimer et permet l'identification des génotypes les plus intéressants. Le maintien de ce genre de pépinière est plus facile car il y a moins de désherbage tout en laissant un espace suffisant pour circuler.

En 2012, la Ferme Norac a ensemencé 15 hectares de panic érigé Cave-in-Rock à environ 150 mètres au sud-est de la pépinière de sélection. Il faut savoir qu'une contamination génétique peut survenir lorsque deux populations d'une même espèce sont situés à moins de 2 km (Raynor et al 1972; Watrud et al 2004). La quantité de pollen générée sur 15 hectares et la proximité de cette source ont forcé la recherche d'un nouveau site afin d'assurer le contrôle de la pureté génétique de nos populations. Au dernier cycle, un nouveau site de recherche isolé de toutes sources externes de panic érigé a été identifié à la ferme de recherche en horticulture de l'Université McGill.



20 Juin, 2013 - Pépinière de Cave-in-Rock IV nouvellement transplantée

Table 3: Dates de transplantation aux pépinières

<i>Population</i>	<i>Date planté dans la pépinière</i>
Cave-in-Rock Early Maturity III	19 Juin, 2013
Cave-in-Rock IV	20 Juin, 2013
Tecumseh IV	20 Juin, 2013
Cave-in-Rock IV x High Tide II	21 Juin, 2013
Blue Jacket IV	25 Juin, 2013



Pépinière de sélection de Cave-in-Rock IV, trois semaines après la plantation.

8. Sélection dans le champ et récolte

Les pépinières sont continuellement surveillées et vers la fin de la saison (Septembre-Octobre), les meilleures plantes sont visuellement sélectionnées et identifiées. Toutes les sélections d'élevage sont faites en vertu d'un système d'entrée relativement simple pour minimiser l'influence de l'herbicide et de la compaction de la part des véhicules sur les plantes individuelles.

Les parcelles de reproduction fraîchement semées sont maintenues relativement exemptes de mauvaises herbes par le désherbage mécanique avec une houe de roue et par la main. L'engrais No-N est utilisé afin d'appliquer une pression de sélection qui favorise les plantes ayant l'adaptabilité à des sols faibles en azote. Des recherches antérieures ont montré qu'il existe une réponse positive à la sélection dans des environnements bénéficiant de peu d'intrants (Rose et al 2007). Toutes les semences et la biomasse sont récoltées à la main pour une analyse à la fin de la saison (Septembre - Octobre). Des semences sont récoltées en sélectionnant 10 à 30 têtes de graine par plante, en fonction de la quantité de taillage dans l'ensemble de la population. Toutes les semences sont récoltées à partir des plantes déjà étiquetées comme supérieures.



Pépinière espacée de Cave-in-Rock IV – première année. La deuxième plant à la gauche démontre une forme excellente; droit et haut avec peu de taillage, feuilles érigés, et la plupart des tiges sont reproductifs.

Table 3: Dates de récolte en automne

Population	Date récoltée
Tecumseh IV	7 Octobre, 2013
Blue Jacket IV	11 Octobre, 2013
Cave-in-Rock Early Maturity III	15 Octobre, 2013
Cave-in-Rock IV	17 Octobre, 2013
Cave-in-Rock IV x High Tide II	21 Octobre, 2013

9. Transplantation au prochain cycle de reproduction

Il a été décidé de recycler les meilleures plantes (environ 5%) de chaque population au prochain cycle, ce qui contribue à maintenir la génétique supérieure dans les populations subséquentement développées.

Ces plantes sont sélectionnées visuellement et étiquetées pour la transplantation dans le cycle de reproduction suivant. Il a été constaté que, pour réduire la quantité de travail et le stress des plantes, il était préférable de ne retirer qu'un quart de la plante au lieu de déplacer la plante entière. Le processus de déplacement d'une plante entière a requis un travail plus exigeant et, en plus, les plantes étaient sensibles au choc de transplantation, sauf si elles ont été irriguées régulièrement.

La croissance et la production de semences ont été fortement diminuées si les plantes n'étaient pas constamment entretenues. Par conséquent, un coin de la plante mature sélectionnée est déterré et mis dans un pot de deux gallons (américain). Les plantes sont coupées à une hauteur correspondant à au moins trois nœuds sur la tige, c'est la hauteur qui a abouti à la recroissance la plus rapide. Cette plante est ensuite laissée en développement dans la serre avec un arrosage régulier pendant environ deux semaines, après laquelle elle pourra être transplantée au prochain cycle tout en ayant vécu un choc de transplantation minimale.



Pépinière espacée de Blue Jacket III après la première année

