

1.8 GIUSEPPE CIUFFREDA<sup>1</sup>, MARCO SANDONÀ<sup>2</sup>, ROMANO GIOVANARDI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>BETA, Via Conca 75, I – 44123 Ferrara

<sup>2</sup>Università di Udine – DISAA, Via delle Scienze 208, I – 33100 Udine

*Original language: English*

## **AN ASSESSMENT OF ENERGY INPUTS AND GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN PO VALLEY: COMPARISON AMONG SUGAR BEET, CORN AND TOMATO**

### **ABSTRACT**

Climate change is one of the biggest challenges that agriculture will face in the near future, both for the vulnerability of the sector, both for its role in the mitigation of greenhouse gas emissions. Agriculture, following the IPCC standard, is mainly responsible for emissions of two greenhouse gases accounted by the Kyoto Protocol: methane and nitrous oxide. Sugar beet has been for a long time and in many cropping systems of the Po Valley, the mainstay of crop rotation. The significant reduction in beet acreage due to the effects of the sugar reform poses environmental considerations about the substitution of the crop with other competitors such as maize and tomato. The main objective of this study was to evaluate the impact of this change through energy and CO<sub>2</sub> balances. The criteria used for determining the energy balance are those of the life cycle analysis (LCA – Life Cycle Assessment). In order to calculate the emission of CO<sub>2</sub> conversion factors of energetic inputs into CO<sub>2</sub> emissions have been used. The preparation of the balances has included every single step from seeding or transplant to harvest, including the transport of the products to a storage or processing plants. The average distance considered (round trip) was 10 kilometers for corn, 35 km for sugar beet and 70 km for tomato. Three different levels of inputs, in crop protection and irrigation, have been considered for sugar beet. In these cases, different sugar yields per hectare were considered (9 t/ha, 10.5 t/ha and 12 t/ha). Among the three crops, sugar beet has showed the best energy performance (net production of energy and energy efficiency) and greater ability to sequester carbon from the atmosphere thanks to its high productivity.

---

## **UNE ESTIMATION DES ENTRANTS ENERGETIQUES ET DES EMISSIONS A EFFET DE SERRE DANS LA VALLEE DU PO: COMPARAISON ENTRE BETTERAVE A SUCRE, MAÏS ET TOMATE**

### **RÉSUMÉ**

Le changement climatique est un des plus grands défis auquel l'agriculture doit faire face dans le futur prochain, soit pour la vulnérabilité du secteur, soit pour son rôle dans la mitigation des émissions de gaz à effet de serre. L'agriculture, d'après le standard IPCC, est surtout responsable pour les émissions de deux gaz à effet de serre considérés dans le Protocole de Kyoto: méthane et protoxyde d'azote. La betterave à sucre a été pour un long temps la principale culture dans l'assolement des plusieurs systèmes culturels de la Vallée du Pô. La réduction significative des

surfaces betteravières à cause de la réforme du marché du sucre pose des problèmes environnementaux quant à la substitution de la culture avec d'autres compétiteurs tels que le maïs et la tomate. Le but principal de cette étude a été d'évaluer l'impact de ce changement à travers les bilans de l'énergie et de la CO<sub>2</sub>. Les critères utilisés pour le calcul du bilan énergétique sont ceux de l'analyse du cycle de vie (LCA – Life Cycle Assessment). Afin de calculer les émissions de CO<sub>2</sub>, des facteurs de conversion des entrants énergétiques en émissions de CO<sub>2</sub> ont été utilisés. L'élaboration des bilans a compris chaque passage du semis ou de la transplantation jusqu'à la récolte, en comprenant le transport de produits à un site de stockage ou de transformation. La distance moyenne considérée (allée – retour) a été 10 kilomètres pour le maïs, 35 km pour la betterave et 70 km pour la tomate. Trois différents niveaux d'entrants, dans la protection phytosanitaire et dans l'irrigation, ont été pris en compte pour la betterave à sucre. Dans ceux cas-là, différents rendements sucre à l'hectare ont été envisagés (9 t/ha, 10.5 t/ha et 12 t/ha). Parmi les trois cultures, la betterave à sucre a montré la meilleure performance énergétique (production nette et efficacité énergétique) et une meilleure capacité d'entraîner le carbone de l'atmosphère au sol grâce à sa haute productivité.

## **BEWERTUNG DER ENERGIEINPUTS UND TREIBHAUSGASEMISSIONEN IN DER POEBENE: VERGLEICH ZWISCHEN ZUCKERRÜBEN, MAIS UND TOMATEN**

### **KURZFASSUNG**

Der Klimawandel ist eine der größten Herausforderungen für die Landwirtschaft in der nahen Zukunft, sei es angesichts der Anfälligkeit des Sektors als auch hinsichtlich dessen Rolle in der Verringerung der Treibhausgasemissionen. Die Landwirtschaft, gemäß den IPCC Standards, ist hauptsächlich für die Emissionen zweier vom Kyoto-Protokoll definierten Treibhausgase verantwortlich: Methan und Stickstoffoxid. Zuckerrüben wurde für eine lange Zeit und in vielen Anbausystemen der Poebene in der Fruchtfolge verwendet. Die signifikante Verringerung der Zuckerrübenanbaufläche aufgrund der Auswirkungen der Zuckermarktreform stellt ökologische Fragen über den Ersatz der Kulturpflanze durch andere Konkurrenten wie Mais und Tomate. Das Hauptziel dieser Studie war es, die Auswirkungen dieses Wandels durch Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen zu bewerten. Die Kriterien für die Energiebilanzen basieren auf Life Cycle Assessments (LCA). Um die CO<sub>2</sub>-Emission zu berechnen, wurden Umrechnungsfaktoren energetischer Inputs in CO<sub>2</sub> Emissionen verwendet. Bei Aufstellung der Bilanzen wurde jeder einzelne Schritt berücksichtigt, von der Aussaat oder Pflanzung bis zur Ernte, sowie den Transport des Produktes zum Lager oder Aufbereitungsanlage. Die durchschnittliche berücksichtigte Entfernung (Hin- und Rückfahrt) betrug 10 Kilometer für Mais, 35 km für Zuckerrüben und 70 km für Tomate. In der Untersuchung wurden drei verschiedene Inputlevels (Pflanzenschutz und Bewässerung) berücksichtigt. In diesen Fällen wurden verschiedene Zuckrerträge pro Hektar (9 t/ha, 10.5 t/ha und 12 t/ha) berücksichtigt. Im Vergleich zu den anderen Kulturpflanzen zeigte die Zuckerrübe die beste Energieleistung (Nettoproduktion der Energie und Energieeffizienz) und eine größere Fähigkeit, dank der hohen Produktivität, Kohlenstoff aus der Atmosphäre zu sequestrieren.