

VEGETABLE PRODUCTION

Production végétale / Producción vegetal



Combining the benefits of ecovio® in both compostable bags and soil biodegradable mulch film – A move towards a more Circular Economy in China

Combiner les avantages d'ecovio® dans les sacs compostables et dans les films de paillage biodégradables dans le sol — un pas vers une économie plus circulaire en Chine

Combinando los beneficios de ecovio® tanto en bolsas compostables como en el film de acolchado biodegradable en el suelo - Un movimiento hacia una Economía más Circular en China

Rowan **Williams**¹, Katharina **Schlegel**¹, Kim **Russel**², David **Ugalde**²

¹ BASF

² Fundación StumpJump

INTRODUCTION

In 2014, the official Chinese news agency Xinhua stated that 40% of Chinese arable land suffer from degradation which clearly is decreasing the capacity of food production in the country with the world biggest population. Reason for the degradation can be multiple, from e.g. soil erosion, pollution by chemicals and heavy metals or a reduced biological activity. In rural China, soil organic matter (SOM) has dramatically reduced in the past decades.

Besides massive loss of SOM, many regions suffer from accumulation of polyethylene (PE) residues brought into the soil by using non-biodegradable mulch films (1). The use of mulching films in agriculture has been known since the 1950s as a tool to e.g. control weeds, water use efficiency, nutrient leaching, or soil temperature. The most widely used plastic mulch consists of PE, which must be completely removed from soils after use as residues may accumulate within the soil. To overcome this labor-intensive work of removal and to prevent environmental risks, biodegradable mulch film made from materials such as ecovio® (BASF) have been designed. ecovio® mulch films are certified soil biodegradable and can be plowed after harvest (2).

Sponsored by China Association of Circular Economy, a joint project by Pingyuan authorities, Chinese academics, StumpJump Foundation, and

INTRODUCTION

En 2014, l'agence de presse officielle chinoise Xinhua a déclaré que 40 % des terres arables chinoises souffraient de dégradation, qui réduit clairement la capacité de production alimentaire dans le pays ayant la plus nombreuse population. Les raisons de cette dégradation sont multiples, de l'érosion des sols, à la pollution par des produits chimiques ou des métaux lourds ou une activité biologique réduite. En Chine rurale, la matière organique du sol (MOS) a considérablement diminué dans les dernières décennies.

Parallèlement à la perte massive de MOS, de nombreuses régions souffrent de l'accumulation de résidus de polyéthylène (PE) entrés dans le sol avec l'utilisation de films de paillage non biodégradables (1). L'utilisation de films de paillage en agriculture est connue depuis les années 1950 comme un outil pour contrôler entre autres les mauvaises herbes, l'efficacité en matière d'utilisation de l'eau, le lessivage des nutriments et la température du sol. Le paillage plastique le plus couramment utilisé est composé de PE, qui doit être complètement retiré du sol après utilisation puisque les résidus peuvent s'accumuler dans le sol. Pour éviter la tâche nécessitant beaucoup de main-d'œuvre de retirer le film et pour prévenir les risques environnementaux, des films de paillage biodégradables fabriqués à partir de matériaux comme ecovio® (BASF) ont été conçus. Les films de paillage eco-

INTRODUCCIÓN

En 2014, la agencia de noticias oficial china Xinhua declaró que el 40% de las tierras cultivables chinas sufre una degradación que claramente está disminuyendo la capacidad de producción de alimentos en el país más poblado del mundo. La razón de la degradación puede ser múltiple, por ejemplo, por la erosión del suelo, la contaminación por productos químicos y metales pesados o una actividad biológica reducida. En la China rural, la materia orgánica del suelo (MOS) se ha reducido drásticamente en las últimas décadas.

Además de la pérdida masiva de MOS, muchas regiones sufren la acumulación de residuos de polietileno (PE) introducidos en el suelo mediante el uso de films de acolchado no biodegradables (1). El uso de films de acolchado en la agricultura ha sido conocido desde la década de 1950 como una herramienta para, por ejemplo, controlar las malas hierbas, la eficiencia en el uso del agua, la lixiviación de nutrientes o la temperatura del suelo. El plástico de acolchado más utilizado es el PE, que debe ser eliminado completamente de los suelos después de su uso ya que los residuos pueden acumularse en el suelo. Para acometer este trabajo de eliminación que requiere mano de obra intensiva y para prevenir los riesgos ambientales, se han diseñado films de acolchado biodegradables hechos de materiales como el ecovio® (BASF). Los films de acolchado ecovio® están certificados como biodegradables en el suelo y pueden ser ara-

VEGETABLE PRODUCTION

Production végétale / Producción vegetal

BASF has been conducted to solve both problems.

By combining the benefits of certified compostable food waste bags, and biodegradable mulch film, both made with ecovio® from BASF, the objective was to improve degraded soils. This should be achieved by raising soil carbon content, improving micro and macro biological content of the soils and by proving that the biodegradation of the mulch film, in situ, all combined, had no adverse effect on the yield, production or growth of the crop.

MATERIAL

The mulch film from ecovio was from M 2351 standard grade and the waste bags were from standard ecovio® 2311, common garden variety. Mulch was produced by Qingdao Hngda and bags came from a standard Chinese converter.

METHOD

The objective of the project was to show the full value of ecovio in sustainable agriculture, by improving degraded soils in China. The project involved the following steps:

- Source separation of food waste and collection of organic recycling (composting) in certified compostable ecovio® waste bags.
- The production of clean, pathogen free, weed free organic soil amendment (compost) from the source separated food waste in a commercial scale composting unit, technology provided by UTV in Guangzhou and operated by a third-party partner.
- The application of this organic soil amendment to heavily degraded agricultural / horticultural soils in Pingyuan, China as no organic recycling was available, in that county.
- The additional laying out of biodegradable mulch film made from ecovio® across the top of the applied organic soil amendment (compost) in different application rates.

For scientific purposes, various iterations were conducted, some with PE film, nil compost, biodegradable mulch film, and various application rates

vio® sont certifiés biodégradables dans le sol et peuvent être labourés après la récolte (2).

Parrainé par l'association chinoise pour une économie circulaire, un projet commun des autorités de Pingyuan, d'académiques chinois, du groupe d'aide humanitaire StumpJump Foundation et de BASF a été mené pour résoudre les deux problèmes.

En combinant les avantages des sacs de déchets alimentaires certifiés compostables et les films de paillage biodégradables, deux produits fabriqués à partir d'ecovio® de BASF, l'objectif était d'améliorer les sols dégradés. Ceci devrait se faire en augmentant la teneur en carbone du sol, en améliorant la teneur macro et microbiologique des sols et en prouvant que la biodégradation du film de paillage, combiné in situ, n'a pas d'effet négatif sur le rendement, la production et la croissance des cultures.

MATÉRIEL

Le film de paillage d'ecovio était de catégorie standard M 2351 et les sacs à déchets étaient du modèle standard ecovio® 2311, la variété la plus courante. Le film de paillage était produit par Qingdao Hngda et les sacs provenaient d'un transformateur chinois standard.

MÉTHODES

L'objectif du projet était de montrer la pleine valeur d'ecovio en matière d'agriculture durable en améliorant les sols en Chine. Le projet comportait les étapes suivantes :

- La séparation à la source des déchets alimentaires et la collecte du recyclage organique (compostage) dans des sacs à déchets certifiés compostables ecovio®.
- La production d'un amendement organique du sol (compost) propre, exempt de pathogènes et de mauvaises herbes à partir des déchets alimentaires séparés à la source dans une unité de compostage à échelle commerciale, une technologie fournie par UTV à Guangzhou et exploitée par un partenaire tiers.

dos después de la cosecha (2).

Patrocinado por la Asociación China de Economía Circular, se ha realizado un proyecto conjunto de las autoridades de Pingyuan, de académicos chinos, de la Fundación StumpJump y de BASF para solucionar ambos problemas.

Al combinar los beneficios de las bolsas compostables de residuos de comida certificadas y films de acolchado biodegradables, ambos hechos con ecovio® de BASF, el objetivo fue mejorar los suelos degradados. Esto debería lograrse elevando el contenido de carbono del suelo, mejorando el contenido micro y macro biológico de los suelos y demostrando que la biodegradación del film de acolchado, in situ, todo ello combinado, no ha tenido efectos adversos sobre el rendimiento, la producción o el crecimiento del cultivo.

MATERIAL

El film de acolchado de ecovio era de nivel estándar M 2351 y las bolsas de residuos eran de estándar ecovio® 2311, variedad de jardín común. El acolchado fue producido por Qingdao Hngda y las bolsas vinieron de un transformador chino estándar.

MÉTODO

El objetivo del proyecto era demostrar el valor total de ecovio en una agricultura sostenible, mediante la mejora de los suelos degradados en China. El proyecto consistió en los siguientes pasos:

- La separación en origen de residuos alimentarios y la recogida de reciclaje orgánico (compostaje) en bolsas de residuos compostables certificadas de ecovio®.
- La producción de una sustancia orgánica de acondicionamiento del suelo limpia, libre de patógenos y libre de malezas (compost) obtenida de los residuos alimentarios separados en origen en una unidad de compostaje a escala comercial, con tecnología proporcionada por UTV en Guangzhou y operada por un socio externo.
- La aplicación de este acondicionador orgánico del suelo a los suelos agrícolas / hortícolas fuertemente degradados en Pingyuan, China, ya que no se disponía

of the organic soil amendment across the farm. The results were measured of this combined approach of application of organic soils amendment, biodegradable mulch film and various control, differing application rates and so forth across the farm.

Trial Design

For a throughout evaluation of biodegradable mulch film and the use of compost the project centered around two major experimental set-ups. The project:

1. Tested the use of BASF ecovio® mulch film (12 µm thickness) in intensive polyhouse-grown watermelons compared with standard commercially available polyethylene-based mulch film (10 µm thickness) - using standard farmer practice and on-farm conditions, and

2. Tested the use of compost produced using source separated food waste which was collected using BASF ecovio® certified compostable waste collection bags in intensive polyhouse-grown watermelons using standard farmer practice. During the field experiments four set-ups for the addition of compost were tested.

1) No compost as control;

2) Addition of a medium rate of surface compost (rotary hoed to depth 15 cm - equivalent to 26 tonnes/ha compost within planting bed, or 17.5 tonnes/ha across total land area);

3) Addition of high rate of surface compost (rotary tilled to depth 15 cm - equivalent to 52 tonnes/ha compost within planting bed, or 35 tonnes/ha across total land area);

4) High rate surface compost + medium rate sub-surface compost (rotary tilled to depth 10 cm - equivalent to 52 tonnes/ha compost within planting bed, or 35 tonnes/ha across total land area placed

PLUS - equivalent to 17.5 tonnes/ha compost in 15 cm wide strip at 30 cm below the surface along the plant line and buried).

The project was conducted on the farm of Mr Cao Hongshun, 4 kms west of Pingyuan City from February to June 2015.

• L'application de cet amendement organique du sol sur des terres agricoles/ horticoles dégradées au Pingyuan en Chine, car aucun recyclage organique n'était disponible dans le comté.

• La pose supplémentaire de film de paillage biodégradable fabriqué à partir d'ecovio® à la surface de l'amendement organique (compost) du sol épandu à différents taux d'application. À des fins scientifiques, diverses répétitions ont été menées sur l'exploitation, certaines avec un film de paillage en PE, sans compost, avec un film de paillage biodégradable et des taux d'application variés d'amendement organique du sol. Les résultats de cette approche combinée de l'application d'amendement organique du sol, de films de paillage biodégradables et de différents témoins et de différents taux d'application ont été mesurés sur l'exploitation.

Conception de l'étude

Pour une évaluation continue du film de paillage biodégradable et de l'utilisation de compost, le projet s'est concentré sur deux dispositifs expérimentaux principaux. Le projet :

1. Test de l'utilisation du film de paillage ecovio® BASF (12 µm d'épaisseur) sur des cultures de pastèques intensives en tunnel par rapport au film de paillage en polyéthylène standard disponible dans le commerce (10 µm d'épaisseur) — en utilisant les pratiques agricoles standards et des conditions d'exploitations.

2. Test de l'utilisation de compost produit à partir de déchets alimentaires séparés à la source qui ont été recueillis dans des sacs de récupération de déchets certifiés compostables ecovio® BASF sur des cultures de pastèques intensives en tunnel selon les pratiques agricoles standards. Au cours des expériences en plein champ, quatre conditions ont été testées pour l'ajout de compost.

1) Pas de compost comme témoin;

2) Ajout d'un taux moyen de compost superficiel (binage rotatif à une profondeur de 15 cm - équivalent à 26 tonnes/ha de compost dans le lit de semis ou 17,5 tonnes/ha dans la zone totale);

de reciclado orgánico en ese condado.

• La colocación adicional de film de acolchado biodegradable hecho de ecovio® en la parte superior del acondicionador orgánico del suelo aplicado (compost) con diferentes tasas de aplicación.

Con fines científicos, se realizaron varias repeticiones, algunas con film de PE, sin compost, film de acolchado biodegradable y varias tasas de aplicación del acondicionador orgánico del suelo en toda la granja. Se midieron los resultados de esta estrategia combinada de aplicación de acondicionador orgánico del suelo, film de acolchado biodegradable y varios controles, diferentes tasas de aplicación y así sucesivamente en toda la granja.

Diseño del ensayo

Para una evaluación completa del film de acolchado biodegradable y el uso de compost, el proyecto se centró en dos configuraciones experimentales principales. El proyecto:

1. Analizó el uso de film de acolchado ecovio® de BASF (espesor de 12 µm) en sandías cultivadas intensivamente en invernadero con cobertura semicircular de polietileno en comparación con el film de acolchado estándar de polietileno disponible comercialmente (espesor de 10 µm) - utilizando la práctica común de los agricultores y las condiciones en la granja, y

2. Analizó el uso de compost producido utilizando residuos alimentarios separados en origen que se recolectaron utilizando bolsas de recolección de residuos compostables certificadas de ecovio® de BASF en sandías cultivadas intensivamente en invernadero con cobertura semicircular de polietileno utilizando la práctica común de los agricultores. Durante los experimentos de campo se probaron cuatro configuraciones para la adición de compost.

1) Sin compost a modo de testigo;

2) Adición de una tasa media de compost superficial (con escardado rotativo de una profundidad de 15 cm- equivalente a 26 toneladas/ha de compost dentro de la zona de plantación o 17,5 toneladas/ha de compost dentro del área total);

3) Adición de una tasa elevada de

Plant Establishment and Growth

Watermelon plants, grafted onto pumpkin rootstocks, were transferred to the polyhouse. Plant rows were 3 m apart. The plants were 28 to 30 cm apart within the rows. The plants received the first irrigation on day 4. Another 5 irrigations were applied during the growing season. Synthetic fertilizer (nitrogen as urea, potassium, phosphorus; 17%, 17%, 17%) was applied to the soil during the ground preparation before planting, and at two times as fertigation (water run) during crop development. Selective weedicide was applied 6 days after plantation. The booth was weeded manually as required after that. Pesticides and fungicides were applied regularly during the growing season as is the standard practice.

The most vigorous and healthy female flower was selected and manually fertilized. All other flowers and any other fruitlets were removed. The watermelons fruits were harvested on. 82 days after the young seedlings were transferred to the booth.

RESULTS

A wide range of measurements were taken relating to the soil, crop agronomic, harvest yield, and fruit quality to identify and describe the effects of the (1) the type of mulch film used and (2) additions of compost to the soil. In this article, we want to highlight the most relevant findings.

Physical performance

The production of watermelons is highly intensive with many workers tending to the crop during its development. In this study, ecovio® mulch film resisted mechanical damage better than the PE film used (Figure 1)

Crop development

No noticeable change in the rate or form of crop development or in the timing of onset of flowering as a function of type of mulch film and additions of compost could be observed.

3) Ajout d'un taux élevé de compost superficiel (labour rotatif à une profondeur de 15 cm - équivalent à 52 tonnes/ha de compost dans le lit de semis ou 35 tonnes/ha dans la zone totale);

4) Ajout d'un taux élevé de compost superficiel + un taux moyen de compost subsuperficiel (labour rotatif à une profondeur de 10 cm — équivalent à 52 tonnes/ha de compost dans le lit de semis ou 35 tonnes/ha dans la zone totale.

PLUS — équivalent de 17,5 tonnes/ha de compost en bandes de 15 cm de large 30 cm sous la surface le long de raie de plantes et enterré).

Le projet a été mené sur l'exploitation de M Cao Hongshun, 4 km à l'ouest de la ville de Pingyuan de février à juin 2015.

Établissement et croissance des plantes

Les plantes de pastèques greffées sur des porte-greffes de citrouilles ont été transférées dans le tunnel. Les rangs de plantes étaient séparés par 3 m. Les plantes étaient séparées de 28 à 30 cm dans les rangs. Les plantes ont reçu leur première irrigation le 4e jour. Cinq autres irrigations ont été pratiquées pendant la période de croissance. Un engrais synthétique (azote sous forme d'urée, de potassium, de phosphate; 17 %, 17 %, 17 %) a été appliqué sur le sol pendant la préparation avant de planter, et deux fois comme fertigation (avec de l'eau) pendant le développement des cultures.

Un désherbant sélectif a été appliqué 6 jours après la plantation. La parcelle a été désherbée à la main au besoin après cela. Des pesticides et fongicides ont été appliqués régulièrement pendant la période de croissance conformément à la pratique standard.

La fleur femelle la plus saine et vigoureuse a été sélectionnée et fécondée à la main. Tous les autres fleurs et autres petits fruits ont été enlevés. Les pastèques ont été récoltées 82 jours après que les jeunes plantes aient été transférées dans la parcelle.

compost superficiel (arado rotativo a una profundidad de 15 cm - equivalente a 52 toneladas/ha de compost dentro de la zona de la siembra, o 35 toneladas/ha a lo largo de la superficie total);

4) Tasa elevada de compost superficial + tasa media de compost subsuperficial (arado rotativo a profundidad de 10 cm - equivalente a 52 toneladas/ha de compost dentro de la zona de siembra, o 35 toneladas/ha a lo largo de la superficie total colocada).

ADEMÁS - equivalente a 17,5 toneladas/ha de compost en una banda de 15 cm a 30 cm por debajo de la superficie en toda la línea de la planta y enterrado).

El proyecto se llevó a cabo en la granja del señor Cao Hongshun, a 4 kms al oeste de la ciudad de Pingyuan de febrero a junio de 2015.

Establecimiento y Crecimiento de las Plantas

Plantas de sandía, injertadas sobre pies de calabaza, fueron transferidas al invernadero de polietileno. Las filas de las plantas estaban separadas 3 m. Las plantas estaban separadas entre 28 y 30 cm en las hileras. Las plantas recibieron el primer riego al cuarto día. Se aplicaron otros 5 riegos durante la temporada de crecimiento. Se aplicó fertilizante sintético (nitrógeno como urea, potasio, fósforo; 17%, 17%, 17%) al suelo durante la preparación del terreno antes de la siembra y dos veces como fertirrigación (agua de riego) durante el desarrollo del cultivo.

Se aplicó herbicida selectivo 6 días después de la plantación. La caseta fue escardada manualmente tal como es requerido después de ello. Los pesticidas y los fungicidas se aplicaron regularmente durante la temporada de crecimiento, dado que es la práctica habitual.

La flor femenina más vigorosa y saludable fue seleccionada y fertilizada manualmente. Todas las demás flores y otros pequeños frutos fueron retirados. Se cosecharon las frutas de sandía. 82 días después de que las plántulas jóvenes fueran transferidas a la caseta.

Figure 1: ecovio® mulch film (left) maintained much greater structural integrity than polyethylene mulch film (right) during the course of the trial. Workers are continually walking on the mulch film. For instance, there is an extensive spray program for pest and disease control, all flowers are fertilized by hand, and crop load is continually adjusted through picking unwanted fruitlets during crop development, and the developing watermelons are rotated as they develop. Therefore, the structural integrity of the mulch film during the planting season is of high importance to the farmer.

Figure 1 : le film de paillage ecovio® (gauche) a conservé une bien meilleure intégrité structurale que le film de paillage en polyéthylène (droite) au cours de l'étude. Les travailleurs marchent continuellement sur le film de paillage. Il y a par exemple un important programme de pulvérisations pour la lutte contre les ravageurs et les maladies, toutes les fleurs sont fécondées à la main, et la charge en fruit est ajustée continuellement en prélevant les petits fruits indésirables pendant le développement de la récolte, et les pastèques sont tournées pendant qu'elles se développent. Pendant la période de culture, l'intégrité structurale du film de paillage est donc très importante pour l'agriculteur.

Figura 1: el film de acolchado ecovio® (izquierda) mantuvo mucha mayor integridad estructural que el film de acolchado de polietileno (derecha) durante el transcurso de la prueba. Los trabajadores están continuamente caminando encima de los films de acolchado. Por ejemplo, hay un extenso programa para el control de plagas y enfermedades, todas las flores son fertilizadas a mano y la carga del cultivo se ajusta continuamente a través de la recolección de pequeños frutos no deseados durante el desarrollo del cultivo, y se giran las sandías en desarrollo durante su crecimiento. Por lo tanto, la integridad estructural del film de acolchado durante la temporada de siembra es de gran importancia para el agricultor.



RÉSULTATS

Une grande variété de mesures relatives au sol, à l'agronomie des cultures, aux rendements de récolte et à la qualité des fruits ont été faites pour identifier et décrire les effets (1) du type de films de paillage utilisé et (2) des ajouts de compost au sol. Dans cet article, nous voulons souligner les résultats les plus pertinents.

Performance physique

La production de pastèques est très intensive et nécessite une main-d'œuvre nombreuse pour s'occuper de la récolte pendant son développement. Dans cette étude, le film de paillage ecovio® a mieux résisté aux dégâts mécaniques que le film de PE utilisé (Figure 1).

Développement de la récolte

Aucun changement notable relatif au taux de développement des fruits ou à la forme des fruits, ou au moment du début de la floraison n'a été constaté

RESULTADOS

Una amplia gama de medidas fue tomada en relación con el suelo, el cultivo agronómico, el rendimiento de la cosecha y la calidad del fruto para identificar y describir los efectos de (1) el tipo de film de acolchado utilizado y (2) las adiciones de compost al suelo. En este artículo queremos destacar los resultados más relevantes.

Rendimiento físico

La producción de sandías es muy intensiva con muchos trabajadores ocupándose del cultivo durante su desarrollo. En este estudio, el film de acolchado ecovio® resistió a daños mecánicos mejor que el film de PE utilizado (Figura 1)

Desarrollo de los cultivos

No se pudo observar ningún cambio notable en la velocidad o en la forma de desarrollo del cultivo o en el momento del inicio de la floración, en función del tipo de film de acolchado y de las adiciones de compost.

Soil Changes and Nutrient Supply to the Developing Crop

The soils across all treatments have abundant amounts of nutrients supplied from the organic fertilizer prior to sowing and from the synthetic fertilizer supplied during the growing season, mostly as fertilizer added to the irrigation water. The soils had about 300 mg*kg⁻¹ alkali hydrolysable nitrogen, 180 mg*kg⁻¹ Olsen phosphorus, and 1000 mg*kg⁻¹ available potassium. These are all high values, ample for watermelon growth. There is no obvious difference in available nutrients as a result of the imposed treatments. This demonstrates that over a long time the farmers have added, and continue to add nutrients to a high level, indeed highly in excess. This excess gives rise to the potential of high nutrient loss to the environment, low nutrient-use-efficiency by the crop, and high input costs and reduced returns to the farmer.

The compost added to the soil was of high quality as a nutrient source with nitrogen 1.55% w/w, phosphorus 0.38% w/w, and potassium 1.11% w/w. Leaf total nitrogen values are in the order of 8.8% w/fresh blade weight and nitrate nitrogen are in the order of 70 mg*g⁻¹ fresh blade weight and independent of treatment. Both values are far in excess (twice) of what is required for healthy leaf function, again indicating that the practice with this production system is to super-saturate the crop with nutrients, certainly avoiding any potential for nutrient-induced production losses.

Summarizing, the mulch film material nor the compost had no effect on the soil nutrients or the leaf nitrogen values using the local agricultural system. The most dramatic effect caused by the addition of compost to the soil was observed in the values of total organic carbon which was measured to represent the soil organic matter. Total organic carbon content was measured in 10 cm depth segments through the soil profile; i.e. 0-10 cm, 10-20 cm, 30-40 cm, and 30-40 cm depth (Figure 2). The increased additions of surface

en fonction du type de film de paillage ou des ajouts de compost.

Modification du sol et apport de nutriment aux plantes en développement

Les sols de tous les traitements ont eu d'abondantes quantités de nutriments apportées par le fertilisant organique avant la semence et l'engrais synthétique apporté pendant la période de croissance, principalement sous forme d'engrais ajouté à l'eau d'irrigation. Les sols avaient environ 300 mg/kg d'azote hydrolysable alcalin, 180 mg/kg de phosphore extrait par la méthode Olsen, et 1000 mg/kg de potassium assimilable. Ces valeurs sont toutes élevées et suffisantes pour la croissance des pastèques. Il n'y avait pas de différence apparente dans les nutriments disponibles à la suite des traitements appliqués.

Cela démontre que pendant longtemps les fermiers ont ajouté et continuent d'ajouter des niveaux élevés de nutriments, effectivement en fort excès. Cet excès risque de favoriser une perte élevée en nutriments dans l'environnement, une faible efficacité d'utilisation des nutriments par les cultures, et un coût élevé des intrants et des rendements réduits pour l'agriculteur. Le compost ajouté au sol était une source de nutriments de bonne qualité, avec 1,55 % en poids d'azote, 0,38 % en poids de phosphore et 1,11 % en poids de potassium.

Les concentrations totales d'azote des feuilles sont de l'ordre de 8,8 % du poids frais de limbe et les concentrations d'azote nitrique sont de l'ordre de 70 mg/g de poids frais de limbe et indépendantes du traitement. Les deux valeurs sont très en excès (par un facteur de deux) par rapport à ce qui est nécessaire à une fonction foliaire saine, ce qui indique encore une fois que la pratique de ce système de production est de saturer la culture en nutriments, évitant de façon certaine toute perte de production liée aux nutriments.

En résumé, ni le matériel du film de paillage ni le compost n'a eu d'effet sur les nutriments du sol ou les concentra-

Cambios en el Suelo y Suministro de Nutrientes al Cultivo en Desarrollo

A través de todos los tratamientos, los suelos tienen abundantes cantidades de nutrientes suministrados por el abono orgánico antes de la siembra y por el abono sintético suministrado durante la temporada de crecimiento, sobre todo como fertilizante añadido al agua de riego. Los suelos tenían unos 300 mg*kg⁻¹ de nitrógeno hidrolizable alcalino, 180 mg*kg⁻¹ de fósforo Olsen y 1000 mg*kg⁻¹ de potasio disponible. Estos son todos valores elevados, suficientes para el crecimiento de la sandía. No hay diferencias obvias en nutrientes disponibles como resultado de los tratamientos aplicados. Esto demuestra que, durante mucho tiempo, los agricultores han añadido y continuarán agregando nutrientes a un nivel alto, de hecho en gran exceso. Este exceso da lugar a una alta pérdida de nutrientes potencial en el medio ambiente, una baja eficiencia de uso de nutrientes en el cultivo y un alto coste de factores productivos y resultados reducidos para el agricultor.

El compost añadido al suelo fue de alta calidad como fuente de nutrientes con 1,55% m/m de nitrógeno, 0,38% m/m de fósforo y 1,11% m/m de potasio.

Los valores de nitrógeno total en hoja son del orden de 8.8% m/peso de hoja fresca y nitrato de nitrógeno son del orden de 70 mg*g⁻¹ peso de hoja fresca e independientemente del tratamiento. Ambos valores son bastante excesivos (el doble) con respecto a lo que se requiere para la función sana de la hoja, indicando otra vez que la práctica con este sistema de producción es la de sobresaturar el cultivo con nutrientes, ciertamente evitando cualquier posibilidad de pérdida de producción inducida por nutrientes.

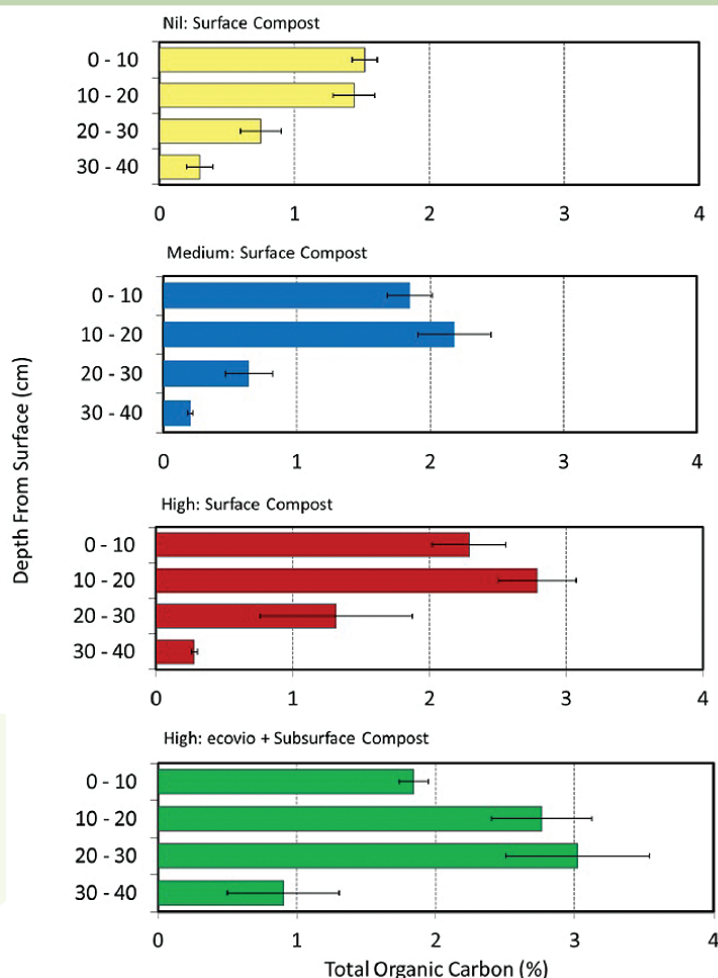
Resumiendo, ni el material del film de acolchado ni el compost tuvieron efecto sobre los nutrientes del suelo o los valores de nitrógeno de la hoja usando el sistema agrícola local.

El efecto más impresionante causado por la adición de compost al suelo fue observado en los valores de carbono orgánico total, que se midió para representar la materia orgánica del suelo. El

Figure 2: Total Organic Carbon (%) throughout the soil profile after harvest of the watermelon crop as a function of the compost treatment applied at the start. Mean + s.e. shown, $n = 4$. The compost treatments are as described in Section Trial Design, above.

Figure 2: Carbone organique total (%) sur le profil entier du sol après la récolte des pastèques en fonction du traitement avec du compost appliqué au départ. Moyenne + écart-type représenté, $n = 4$. Les traitements avec du compost sont décrits plus haut dans la section conception de l'étude.

Figura 2: Carbono Orgánico Total (%) en todo el perfil del suelo después de la cosecha del cultivo de sandía en función del tratamiento de compost aplicado al principio. Media + s.e. mostrado (error estándar), $n = 4$. Los tratamientos de compost son los que se describen en la sección precedente Diseño del Ensayo.



compost clearly increased the surface levels of total organic carbon.

Changes to Soil Health and Soil Biology

Holes about 30 cm x 60 cm were dug to a depth of 50 cm in the plots of different treatments, and earthworm numbers were estimated. Earthworms were difficult to find in the grower control plots with no added compost. Earthworms were rare. This treatment was allocated an earthworm score of one.

There were more earthworms with the surface added compost – the medium rate of surface compost had about twice the number of earthworms than the control, and was allocated a score of two. The high rates of surface compost had more earthworms again, and was scored at three.

In contrast, the treatment with sub-surface compost with high rates of

tions en azote des feuilles en utilisant le système agricole local.

L'effet le plus spectaculaire causé par l'ajout de compost sur le sol a été observé sur la concentration de carbone organique total qui a été mesurée pour représenter la matière organique du sol. La teneur en carbone organique total a été mesurée sur des segments de 10 cm d'épaisseur à travers le profil du sol; c'est-à-dire 0-10cm, 10-20 cm, 20-30 cm et 30-40 cm de profondeur (Figure 2). Les ajouts accrus de compost superficiel ont clairement augmenté les concentrations superficielles de carbone organique total.

Modification de la santé et de la biologie du sol

Des trous de 30 cm x 60 cm ont été creusés à une profondeur de 50 cm dans les parcelles des différents traitements, et le nombre de vers de terre a été estimé. Les vers de terre ont été

contenido de carbono orgánico total se midió en segmentos de 10 cm de profundidad a través del perfil del suelo; es decir, 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm y 30-40 cm de profundidad (Figura 2). El aumento de adiciones de compost superficial incrementó con claridad los niveles superficiales de carbono orgánico total.

Cambios en la Salud del Suelo y la Biología del Suelo

Se excavaron agujeros de alrededor de 30 cm x 60 cm con una profundidad de 50 cm en las parcelas con diferentes tratamientos y se efectuó una estimación de la cantidad de lombrices de tierra. Fue más difícil encontrar lombrices de tierra en las parcelas de control de cultivo sin compost añadido. Las lombrices de tierra eran escasas. A este tratamiento se le asignó una nota de lombrices de tierra de uno.

VEGETABLE PRODUCTION

Production végétale / Producción vegetal

surface compost plus medium rates of compost placed in a 15 cm wide strip 30 cm below the surface (see Trial Design for description) was absolutely teeming with earthworms, and on the same scale was allocated a score in excess of ten.

In only 7 month, the composting treatment tremendously increased the number of earthworm as well as earthworm channel clearly showing the improvement of soil health (Figure 3).

Pests and Diseases

No apparent effect of the compost or mulch film treatments on the propensity or sensitivity of the plants to pests and disease, or on the efficacy of the farmer's control program could be observed.

Water Supply to the Developing Crop

Soil moisture – as Volumetric Water Content (%) was measured weekly over five irrigation events on all 28 plots of the trial using a Campbell Scientific Hydrosense (Campbell Scientific) (capacitance probe). The farmer irrigated six times during the growing season, with the aim of ensuring that soil moisture was always kept within the 'luxury' range for the crop. The Soil Volumetric Water Content (%) of the soil, as a function of the application of compost was measured eight times during the growing season across a number of soil wetting and drying cycles (Figure 4). No difference was detected in the time-based volumetric water content between the composting treatments in this first crop after application of the compost.

Harvest Yield

Yields obtained averaged 52.9 tonnes*ha⁻¹ (3,528 kg*Mu⁻¹), equal to the best routinely obtained in the district, showing (again) that the composting treatments and the use of compostable film is fully compatible with standard farming practice for watermelons in Pingyuan.

difficiles à trouver dans les parcelles productrices témoins sans compost ajouté. Les vers de terre étaient rares. Un score de 1 a été donné à ce traitement.

Il y avait plus de vers de terre avec l'ajout de compost superficiel – le taux moyen de compost superficiel présentait deux fois le nombre de vers de terre que le témoin et a reçu un score de 2. Le taux élevé de compost superficiel avait encore plus de vers de terre et a reçu un score de trois.

En comparaison, le traitement avec du compost superficiel à un taux élevé, en plus d'un taux moyen de compost subsuperficiel, placé sur une bande de 15 cm de large 30 cm sous la surface (voir la conception de l'étude pour une description) regorgeait de vers de terre, et a reçu un score supérieur à 10 sur la même échelle.

En seulement 7 mois, le traitement avec du compost a considérablement augmenté le nombre de vers de terre ainsi que les galeries de vers de terre, indiquant clairement une amélioration de la santé du sol (Figure 3).

Ravageurs et maladies

Aucun effet apparent des traitements avec du compost ou des films de paille n'a été observé sur la tendance ou la sensibilité des plantes aux ravageurs et aux maladies, ou sur l'efficacité du programme de contrôle de l'agriculteur.

Approvisionnement en eau à la culture en développement

L'humidité du sol — comme la teneur volumétrique en eau (%) a été mesurée chaque semaine sur 5 événements d'irrigation sur les 28 parcelles de l'étude en utilisant un capteur Campbell Scientific Hydrosense (Campbell Scientific) (sonde capacitive). L'agriculteur a irrigué six fois pendant la période de croissance, afin d'assurer que l'humidité du sol reste dans la gamme « luxueuse » pour la culture. La teneur volumétrique en eau du sol (%), en fonction de l'application



Se encontraron más lombrices de tierra añadiendo compost superficial - con tasa media de compost superficial tenían aproximadamente el doble de lombrices de tierra que la parcela de control y se les asignó como nota un dos. Con tasas elevadas de compost superficial también tenían más lombrices de tierra y se les asignó como nota un tres. Por el contrario, el tratamiento con compost subsuperficial con tasas elevadas de compost superficial más tasas medias de compost en un ancho de banda de 15 cm situado 30 cm bajo la superficie (Ver Trial Design para la descripción) tenía lombrices de tierra en abundancia y sobre una misma escala se asignó una nota que superó los diez puntos. En sólo 7 meses, el tratamiento de compostaje incrementó enormemente la cantidad de lombrices de tierra, así como el canal de lombrices de tierra mostrando claramente la mejora de la salud del suelo (Figura 3).

Plagas y Enfermedades

No se pudo observar ningún efecto aparente de los tratamientos de compost o de film de acolchado en la propensión o la sensibilidad de las plantas a plagas y enfermedades, o en la eficacia del programa de control del agricultor.

Abastecimiento de Agua para el Cultivo en Desarrollo

La humedad del suelo – como Contenido Volumétrico en Agua (%) fue medida



Figure 3: High population density of earthworms from soil taken from the treatment with subsurface compost.

Figure 3 : Densité de population de vers de terre élevée dans le sol traité avec du compost subsuperficiel.

Figura 3: Alta densidad de población de lombrices de tierra extraídas del tratamiento con compost subsuperficial.

Appearance of the Fruit

The marketability of the fruit is dependent on the appearance of the product. Neither the mulch film material nor the compost addition had any effect on shape, shell color, striping, shell smoothness, shell blemish, dirt adherence, film adherence, or mottling.

Fruit Flesh Quality

A variety of parameters such as skin

de compost a été mesurée huit fois pendant la période de croissance et tout au long d'un certain nombre de cycles de périodes humides et sèches (Figure 4). Aucune différence n'a été détectée sur la teneur volumétrique en eau en fonction du temps entre les traitements avec du compost sur la première culture après l'application du compost.

Rendement de la récolte

Les rendements obtenus atteignaient en moyenne 52,9 tonnes/ha (3 528 kg/Mu), égal aux meilleurs rendements obtenus régulièrement dans la région, indiquant (une fois de plus) que les traitements au compost et l'utilisation de film compostable est complètement compatible avec les pratiques de culture standards de pastèque au Pingyan.

Apparence des fruits

La commercialisation du fruit dépend de l'apparence du produit. Ni le matériel du film de paillage, ni l'addition de compost n'ont eu d'effet sur la forme,

semanallement durant cinq arrosages dans les 28 parcelles de l'essai utilisant une Campbell Scientific Hydrosense (Campbell Scientific) (sonde de capacitance). L'agriculteur effectuait l'arrosage six fois durant la saison de croissance avec le but d'assurer que l'humidité du sol se maintienne dans des niveaux «confortables» pour la culture. Le Contenu Volumétrique en Eau (%) des sols, en fonction de l'application de compost, a été mesuré huit fois durant la saison de croissance à travers une série de cycles de sol mouillé et sec (Figure 4). On n'a détecté aucune différence entre le contenu volumétrique d'eau basé sur le temps entre les traitements du premier culture après l'application du compost.

Rendimiento de la Cosecha

Los rendimientos obtenidos llegaban a un promedio de 52,9 toneladas*ha-1 (3,528 kg*MU-1) [1 MU = 1/15 ha], igual al mejor rendimiento obtenido de forma regular en el distrito, lo que demuestra (de nuevo) que los tratamientos de com-

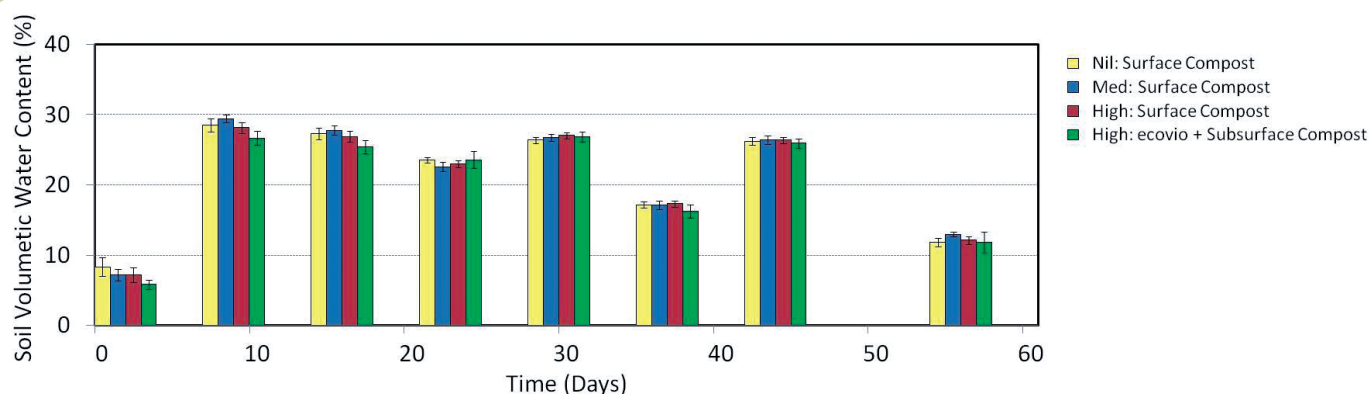


Figure 4: Soil Volumetric Water Content (%), as a function of the additions of compost for eight measurement times across a number of soil wetting and drying cycles. Day 0 represents the time the watermelon seedlings were transferred to the booth. The compost treatments are as described in Trial Design, above.

Figure 4 : La teneur volumétrique en eau du sol (%), en fonction de l'ajout de compost avec huit points de mesure effectués pendant un certain nombre de cycles de périodes humides et sèches. Le jour 0 représente le moment où les plants de pastèque ont été transférés sur la parcelle. Les traitements avec du compost sont décrits plus haut dans la section conception de l'étude.

Figura 4: El Contenido Volumétrico de Agua en el Suelo (%) en función de las adiciones de compost para ocho medidas temporales a lo largo de un número de ciclos de suelo mojado y seco. El día 0 representa el momento en que las plántulas de sandía fueron transferidas a la caseta. Los tratamientos de compostaje son los que se describen en la sección precedente Diseño del Ensayo.

thickness, flesh color, sugar content (Brix), flesh discoloration, seed cavities, Internal cracking breakdown or bruising were analyzed. There is absolutely no effect of the type of mulch film (ecovio® or polyethylene) or the addition of surface compost on any of the parameters determining flesh quality.

DISCUSSION

Within this study a broad range of experiments from determination of soil parameter to the crop analysis were performed. All experiments clearly showed, that the use of biodegradable ecovio® mulch film does not have any negative effect on the crop production. Although the film is biodegradable in the soil, it clearly is stable during the service life needed for crop production. There was no noticeable change to crop development or to the incidence or severity of pests and diseases with the use of ecovio® mulch film and compost. This shows that no the accumulation of potential pathogens or toxic substances occur due to the use of a biodegradable product. Our findings therefore are clearly in line with other scientific publication analyzing the safety of use of biodegradable mulch films in agricultural systems (3-7).

The addition of compost is a cost-efficient and sustainable fertilization method. Due to the elevated temperature during the composting process, potential pathogens are killed, which gives a substantial advantage over direct burial of e.g. agricultural waste in the soil. Within this study, no elevated concentration of nutrients could be measured after the addition of compost compared to the negative control. Standard agronomic and crop-management practice employed by the farmer is to provide water and nutrients to the developing crop at 'super-abundant' levels. This will of course prevent any nutrient shortage during the growth, but when applied at this level it substantially increases the cost of production and increases the potential of nutrient loss to the environment. Using compost as natural fertilizer will

la couleur de la peau, les rayures, la texture lisse et les défauts de la peau, l'adhérence de la terre et du film, ou l'apparition de tâches.

Qualité de la chair des fruits

Divers paramètres, comme l'épaisseur de la peau, la couleur de la chair, la teneur en sucre (Brix), la décoloration de la chair, les cavités des pépins, la rupture des fissures internes ou les meurtrissures ont été analysés. Il n'y avait aucun effet du type de films de paillage (ecovio® ou polyéthylène) ou de l'ajout de compost superficiel sur tous les paramètres déterminant la qualité de la chair.

DISCUSSION

Dans cette étude, un large éventail d'expériences allant de la détermination de paramètres du sol à l'analyse des fruits a été effectué. Toutes les expériences montrent clairement que l'utilisation du film de paillage biodégradable ecovio® n'a pas d'effet négatif sur la production de fruits. Bien que le film soit biodégradable dans le sol, il est manifestement stable pendant la durée de vie nécessaire à la production de fruits. Il n'y a eu aucun changement notable du développement des fruits ou de la fréquence ou de la gravité des ravageurs et des maladies avec l'utilisation du film de paillage ecovio® et du compost. Cela montre qu'aucune accumulation de pathogènes potentiels ou de substances toxiques ne se produit à la suite de l'utilisation d'un produit biodégradable. Nos résultats sont clairement en accord avec d'autres publications scientifiques analysant l'innocuité de l'utilisation de films de paillage biodégradables dans les systèmes agricoles (3-7).

L'ajout de compost est une méthode de fertilisation économique et durable. Grâce à la haute température pendant le processus de compostage, les pathogènes potentiels sont tués, ce qui donne un avantage important sur l'enfouissement direct dans le sol de déchets agricoles par exemple. Dans cette étude, les analyses n'ont pas

postage y el uso de film compostable son totalmente compatibles con las prácticas agrícolas comunes para las sandías en Pingyuan.

Aspecto de la fruta

La perspectiva de comercialización de la fruta depende del aspecto del producto. Ni el material del film de acolchado ni la adición de compost tuvo ningún efecto en la forma, color de la cáscara, rayas, suavidad de la cáscara, manchas de la cáscara, adherencia de suciedad, adherencia del film o moteado.

Calidad de la Pulpa de la Fruta

Se analizaron una variedad de parámetros como el grosor de la piel, el color de la pulpa, el contenido en azúcar (Brix), la decoloración de la pulpa, las cavidades de la semilla, fracturas o grietas internas u oscurecimientos. No hay absolutamente ningún efecto por el tipo de film de acolchado (ecovio® o polietileno) o la adición de compost superficial en ninguno de los parámetros de determinación de calidad de la pulpa.

DEBATE

Dentro de este estudio se realizó una amplia gama de experimentos, desde la determinación de parámetros del suelo hasta el análisis del cultivo. Todos los experimentos demostraron claramente que el uso de film de acolchado biodegradable ecovio® no tiene ningún efecto negativo en la producción de cultivos. Aunque el film es biodegradable en el suelo, es claramente estable durante la vida útil necesaria para la producción de cultivos. No hubo cambios notables en el desarrollo de los cultivos o a la incidencia o severidad de plagas y enfermedades con el uso de film de acolchado ecovio® y de compost. Esto demuestra que no se produce ninguna acumulación de patógenos potenciales o sustancias tóxicas por el uso de un producto biodegradable. Nuestros resultados por lo tanto están claramente en línea con otra publicación científica que analiza la seguridad del uso de films de acolchado biodegradables en los sis-

lower the needed amount of synthetic fertilizer and thereby lower the cost and environmental impact of the cropping system.

Major physical, chemical, and biological changes were observed in the soil as a function of the added compost over a period of time beyond this first watermelon crop (e.g. spread of increased organic matter content, increased occurrence of earthworms). These changes show that over time the additions of compost will improve substantially the soil structure and soil health. Undoubtedly these changes would also lead to increased capacity of the soil to supply water to the crop, hence possibly allowing for greater intervals between irrigations, and an increase in water use efficiency (8). Our method for measuring soil water in this trial was not sufficiently sensitive to demonstrate experimentally that the added compost indeed increased water use efficiency, but a further strengthening of that effect is clearly to be expected.

Summarizing our results, that waste from one process (agricultural residue and food waste) composted and returned to the soil improves soil health, secures the yield obtainable on the soil and prevents nutrient loss to the environment. At the same time work load and cost of the farmer can be decreased. The use of ecovio® biodegradable mulch film was proven to result in increased yield (compared to negative control) and all expected benefits of mulch film without any negative effect on crop production. At the same time, no labor-intensive recollection of the film has to be undertaken or potential residue accumulation in the soil occurs.

CONCLUSION

Taking together the presented data, positive effects of using ecovio® mulch film and compost in a watermelon production system in Pingyuan could be shown. The addition of the high-value compost leads to a higher biological activity within the soil meaning an increase in soil health. The rising number of earth worms and earth worm

révélé d'augmentation des concentrations en nutriments après l'ajout de compost supplémentaire en comparaison au témoin négatif. Les pratiques agronomiques et de gestion de la récolte standards utilisées par l'agriculteur consistent à fournir de l'eau et des nutriments aux cultures en développement à des niveaux surabondants. Cela empêche évidemment tout manque de nutriments pendant la croissance, mais appliqué à ce niveau, cela accroît sensiblement le coût de production et la perte en nutriments dans l'environnement. L'utilisation de compost comme engrais naturel permettra d'abaisser la quantité d'engrais synthétique nécessaire et donc d'abaisser le coût et l'impact sur l'environnement du système de culture. Des changements physiques, chimiques et biologiques importants ont été observés dans le sol en fonction de l'ajout de compost pendant une période s'étendant au-delà de cette première récolte de pastèque (par exemple, une diffusion de l'augmentation de la teneur en matière organique, une augmentation de l'apparition de vers de terre). Ces changements montrent qu'avec le temps les ajouts de compost amélioreront sensiblement la structure et la santé du sol. Ces changements entraîneront également sans aucun doute une capacité accrue du sol à approvisionner en eau les cultures, ce qui par conséquent permettra peut-être d'espacer dans le temps les irrigations et d'améliorer l'efficacité en matière d'utilisation de l'eau (8). Notre méthode pour mesurer l'eau du sol dans cette étude n'était pas assez sensible pour démontrer expérimentalement que le compost ajouté augmentait effectivement l'efficacité en matière d'utilisation de l'eau, mais un renforcement de cet effet est clairement escompté.

En résumé de nos résultats, les déchets d'un processus (déchets agricoles et alimentaires) compostés et retournés dans le sol améliorent la santé du sol, assurent le rendement disponible du sol et préviennent la perte en nutriments dans l'environnement. Parallèlement la charge de travail et le coût de l'agriculteur peuvent diminuer. L'uti-

temas agrícolas (3-7).

La adición de compost es un método de fertilización rentable y sostenible. Debido a la elevada temperatura durante el proceso de compostaje, se eliminan los patógenos potenciales, lo que da una ventaja sustancial sobre el enterramiento directo de residuos agrícolas, por ejemplo, en el suelo. En este estudio no se pudo encontrar ninguna concentración de nutrientes elevada después de la adición de compost comparada con el control negativo. La práctica agrícola y de gestión de cultivos habitual y empleada por el agricultor es la de proporcionar agua y nutrientes al desarrollo del cultivo a niveles «sobreabundantes». Esto evitará, evidentemente, cualquier tipo de escasez durante el crecimiento, pero cuando se aplica a este nivel incrementa significativamente el coste de producción y la posibilidad de pérdida de nutrientes en el entorno. El uso de compost como fertilizante natural disminuirá la cantidad necesaria de fertilizante y por lo tanto el coste y el impacto medioambiental del sistema de cultivo. Se observaron grandes cambios físicos, químicos y biológicos en el suelo en función del compost agregado durante un período de tiempo más allá de este primer cultivo de sandía (por ejemplo, aumento del contenido de materia orgánica, mayor aparición de lombrices de tierra). Estos cambios demuestran que, a lo largo del tiempo, las adiciones de compost mejorarán sustancialmente la estructura y la salud del suelo. Sin duda, estos cambios también llevarían a una mayor capacidad del suelo para abastecer agua al cultivo, permitiendo posiblemente, por lo tanto, mayores intervalos entre riegos, y un aumento en la eficiencia del uso de agua (8). Nuestro método para medir el agua del suelo en este estudio no fue suficientemente sensible para demostrar experimentalmente que el compost agregado incrementó realmente la eficiencia del uso de agua, pero un mayor fortalecimiento de este efecto es claramente previsible. Resumiendo nuestros resultados, los residuos de un proceso (residuos agrícolas y residuos alimentarios) compostados y devueltos a la tierra mejoran la salud del suelo, aseguran el rendimiento que se puede obtener en el suelo y evitan

channels together with the increase of organic carbon in the soil will lead to a higher nutrient-use efficiency and better water holding capacity of the agricultural soil and thereby secures the obtainable yields on the long run. Using biodegradable products, potential residue formation by conventional polymers such as polyethylene can be prevented which further secures the productivity of the soils. Within this study, the use of soil biodegradable ecovio® mulch film in agricultural applications proofed to be an alternative to PE films showing the same positive effects on yield, weed control, or irrigation but avoiding the labor-intensive work of film recovery or soil pollution.



REFERENCES/RÉFÉRENCES/REFERENCIAS

1. Liu EK, He WQ, & Yan CR (2014) 'White revolution' to 'white pollution'—agricultural plastic film mulch in China. *Environmental Research Letters* 9(9):091001.
2. Narayan R (2017) *Biodegradable and Biobased Plastics: An Overview. Soil Degradable Bioplastics for a Sustainable Modern Agriculture, Green Chemistry and Sustainable Technology*, ed Malinconico M (Springer, Berlin).
3. Malinconico M (2017) *Soil Degradable Bioplastics for a Sustainable Modern Agriculture* (Springer-Verlag, Berlin Heidelberg).
4. Muroi F, Tachibana Y, Kobayashi Y, Sakurai T, & Kasuya K-i (2016) Influences of poly(butylene adipate-co-terephthalate) on soil microbiota and plant growth. *Polymer Degradation and Stability* 129:338-346.
5. Sforzini S, Oliveri L, Chinaglia S, & Viarengo A (2016) Application of Biotests for the Determination of Soil Ecotoxicity after Exposure to Biodegradable Plastics. *Frontiers in Environmental Science* 4(68).
6. Touchaleaume F, et al. (2016) Performance and environmental impact of biodegradable polymers as agricultural mulching films. *Chemosphere* 144:433-439.
7. Kyrikou I & Briassoulis D (2007) Biodegradation of Agricultural Plastic Films: A Critical Review. *Journal of Polymers and the Environment* 15(2):125-150.
8. Haynes RJ & Naidu R (1998) Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: a review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 51(2):123-137.

lisation du film de paillage biodégradable ecovio® a permis un rendement accru (en comparaison au témoin négatif) et a présenté tous les avantages escomptés des films de paillage sans aucun effet négatif sur la production de la récolte. Parallèlement, aucune récupération du film nécessitant beaucoup de main-d'œuvre n'est nécessaire ou aucune accumulation potentielle de résidus ne se produit.

CONCLUSION

Prises ensemble, les données présentées montrent des effets positifs de l'utilisation du film de paillage ecovio® et de compost avec le système de production de pastèques du Pingyuan. L'ajout de compost de grande valeur entraîne une activité biologique accrue dans le sol, c'est-à-dire une meilleure santé du sol. L'augmentation du nombre de vers de terre et de galeries de vers de terre, ainsi que l'augmentation du carbone organique dans le sol entraîneront une efficacité d'utilisation des nutriments accrue et une meilleure capacité de rétention d'eau du sol agricole, assurant ainsi les rendements obtenus à long terme. Grâce à l'utilisation de produits biodégradables, la formation potentielle de résidus de polymère classique tel que le polyéthylène peut être évitée ce qui renforce la productivité des sols. Dans cette étude, l'utilisation pour des applications agricoles du film de paillage ecovio® biodégradable dans le sol s'est avérée une alternative aux films de PE, présentant les mêmes effets positifs sur le rendement, le contrôle des mauvaises herbes ou l'irrigation, mais évitant la tâche nécessitant beaucoup de main-d'œuvre de retirer le film ou la pollution du sol.



la pérdida de nutrientes en el entorno. Al mismo tiempo, la carga de tiempo de trabajo y el coste para el agricultor pueden ser disminuidos. Resultó que el uso de films de acolchado biodegradables de ecovio® llevaba a un mayor rendimiento (frente a un control negativo) y a todas las ventajas previstas del acolchado sin ningún efecto negativo sobre la producción de cultivos. Al mismo tiempo, no se requiere mano de obra intensiva para la recolección del film de acolchado ni provoca una acumulación de residuos en el suelo.

CONCLUSIÓN

Teniendo en cuenta de forma conjunta los datos presentados, los efectos positivos del uso de film de acolchado ecovio® y compost en un sistema de producción de sandía en Pingyuan podrían ser demostrados. La adición del compost de alto valor lleva a una mayor actividad biológica en el suelo lo que significa una mejora de la salud del suelo. El número cada vez mayor de lombrices de tierra y de canales de lombrices de tierra además de un incremento de carbono orgánico en el suelo llevará a un uso más eficiente de nutrientes y a una mejor capacidad de retención de agua en el suelo agrícola y por lo tanto asegurará unos rendimientos alcanzables a largo plazo. Con el uso de productos biodegradables, la potencial formación de residuos por los polímeros convencionales como el polietileno puede ser prevenida asegurando aún más la productividad de los suelos. Dentro de este estudio, el uso de film de acolchado biodegradable en el suelo ecovio® en aplicaciones agrícolas muestra ser una alternativa a los films de PE que muestran los mismos efectos positivos sobre el rendimiento, control de malezas o riego, pero evitando el trabajo intensivo de recuperación del film o la contaminación del suelo.

