



**20th Symposium of the International Scientific
Centre of Fertilizers (CIEC)**

***Towards new concepts in nutrient management:
urban, suburban and alternative agriculture***

ABSTRACTS

Cayo Santa María, Cuba. April 17-19, 2012

Organizing Committee

International Organizing Committee:

- * Prof. Dr.C. Dr. habil. Dr. h.c. Ewald Schnug (President of CIEC)
- * Prof. Dr.C. Cristian Hera (Honorary President of CIEC)
- * Prof. Dr.C. Francesco Montemuro (Vice President for Planning and Public Relations)
- * Prof. Dr.C. Markku Yli-Halla (Vice President for Publication and Documentation)
- * Prof. Dr.C. Gerold Rahmann (Vice President for Organic Farming)
- * Mr. Nils Vagstad (Vice President for Environmental Affairs)
- * Prof. Zhengyi Hu (Vice President for Industry)
- * Prof. Dr.C. Silvia Haneklaus (Secretary general)
- * P.D. Dr.C. Bettina Eichler-Löbermann (Deputy secretary general)

Local Organizing Committee:

- * Dr.C. Elio Jiménez González (President)
- * Mr. Osmildo Fernández Tejera (Executive Secretary)
- * Dr.C. Manuel de Faria Silva
- * Dr.C. Andrés Castro Alegría
- * Dr.C. Sergio Rodríguez Morales
- * Dr.C. Giraldo Martín Martín
- * Dr.C. Rafael Gómez Kosky
- * Dr.C. Marisol Freire Seijo
- * Dr.C. Luis Antonio Barranco Olivera



Table of contents

Page.

- Organic and inorganic fertilization in urban and suburban agriculture
- Fertilization aspects in horticulture plants, vegetables and non-food crops
- Fertilization aspects in organic farming ('San Juan' Conference room)
- Nutrient cycling with waste products and agronomical sustainability of their application
- Nutrient management and its implications on plant disease development and control ('San Juan' -Conference room)
- Plant - beneficial micro-organisms interactions

Session I: Organic and inorganic fertilization in urban and suburban agriculture

S1.1 Simplified soilless systems to promote and improve the production of vegetables in urban and peri-urban areas

G. Gianquinto*, F. Orsini

Dept. Of Agroenvironmental Sciences and Technologies, Alma Mater Studiorum - University of Bologna Viale Fanin, 44 – 40127 Bologna Italy
*e-mail: giorgio.gianquinto@unibo.it

First experiences of soilless cultivation are reported in literature in the seventeenth century. Indeed, growing plant outside the soil was already a common practice diffused in ancient cultures, as in the Babylonian hanging gardens, or when plants were grown in floating islands over lake Titicaca in the Andes, or in the Burmese Inle Lake in South-East Asia. During the twentieth century, starting from the thirties, but more intensively from the seventies, the technology associated to soilless cultivation has been growing dramatically. High Technology Soilless Culture (HTSC) was thereafter diffused widely in intensive farming systems for the great advantages offered to growers. HTSC systems are nowadays characterized by high level of automatism with accurate climatic control in the growing environment (usually greenhouses), adjustment in plant inputs (water and nutrients) in response to the growing stage, and great mechanization of the growing process (from transplanting to harvesting). Attempts for the introduction/diffusion of HTSC in places where low-input or small-scale agriculture are predominant have often lead to failure, retarding the diffusion of soilless cultivation worldwide. Indeed, main advantages of soilless cultivation are actually those of the independence from fertile soils, the reduced water requirements, and the high production efficiency, none of them necessarily correlated with the technological level of the system. Consistently, simplified soilless cultures (SSC, also referred to as Simplified Hydroponics, SH) are spreading in urban areas to find solutions to low fertility of the soils, low irrigation water availability, small extension of cultivated lands and environmental pollution. Successful experiences of SSC have been conducted in the last decades all over the world and nowadays a relevant number of growing solutions is available, adapting to the peculiar social and environmental conditions of the most diverse contexts. In the present study, main

advantages related to the adoption of SSC in cities are presented.

Keywords: urban agriculture; simplified hydroponics; food security; income generation

S1.2 Managing infiltration supports organic farming in urban areas

Holger Lilienthal*, Ewald Schnug

Institute for Crop and Soil Science, Federal Research Institute for Cultivated Plants, Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig, Germany
*e-mail: holger.lilienthal@jki.bund.de

Infiltration capacity is an important parameter of the hydrological soil properties and it could be considered as a good indicator of soil quality and health. This deterioration of the infiltration capacity is a kind of invisible, silent sealing, which is not only a result from the degradation of soil and pore structure, due to the use of increasingly larger and heavier machinery, but also from the loss of biological activity, due to simplified crop rotations and extensive use of pesticides. Test sites with farms under different management practices have been sampled for infiltration, earthworm abundance and several soil properties. The results show that the number of earthworms, which create macropores, at organic farm soil is about 60% higher than in conventionally managed farms. Also the infiltration capacities of the organic managed soils are approximately twice as high as in conventional farms. Agricultural soils have a different well-exploited potential of infiltration, by a change of management, substantial amounts of water can be cached in the soil, surface runoff is reduced and flood peaks are mitigated over time. One way to manage the infiltration on a regional scale is establishing organic farming close to urban areas, which improves the water storage capacity and is therefore of particular importance for flood prevention.

Keywords: organic farming, infiltration, urban agriculture, water management

S1.3 Biofertilizers as nutritional alternatives in horticultural crops in bags and organoponics

Dianela Ibañez Madan, Ramón Liriano González, Dania Bárbara Núñez Sosa

Facultad de Agronomía, Universidad de Matanzas
"Camilo Cienfuegos". Carretera a Varadero km 3.5,
Matanzas, Cuba CP: 10400
*e-mail: dianela.ibanez@umcc.cu

The present work was developed with the objective of evaluating the effect of the application of bio-fertilizers products using mycorrhiza and Efficient Microorganisms (ME) in different horticultural species in conditions of bags and organoponic. Three experiments were carried out, one in the cultivation of the carrot, where different levels of organic matter were studied with the combined application of mycorrhiza and (ME), the other two in organoponic conditions, one of them in beet in association with lettuce where the inoculation of mycorrhiza and (ME) were evaluated at 4 and 12 mL/m² and the other one in the cultivation of the carrot where they studied the simple and combined inoculation of mycorrhiza and (ME) at 4 mL/m². They carried out the chemical characterization of the components of the substratum of the bags, as well as the substratum of the flowerbed and microbiology characterizations of the studied inoculate, evaluating the yield and their components. The experimental design used was a random Block. The economic feasibility of the application of bio-fertilizers products was determined. The obtained data were processed by means of an analysis of double variance and the average were compared by means of a test of multiple comparison of Duncan, using the statistical professional package STATISTIC, version 6.0 for WINDOWS. It showed an answer in each one of the variables evaluated in the carrot with the application of bio-fertilizers using EcoMic® and (ME) with low levels of organic matter. In the Lettuce-beet association a positive answer was observed in the yields of both crops with the simple inoculation of mycorrhiza and (ME) with doses of 4 mL/m². The co-inoculation of mycorrhiza and (ME) showed the highest yield values and its components in the carrot crop under organoponic conditions. The feasibility economic analysis of the bio-fertilizers application, showed favorable economic results with profit.

Keywords: Bio-fertilizers, mycorrhiza, crop association, bags, organoponic, carrot, lettuce, beet.

Evaluación de biofertilizantes como alternativa nutricional en cultivos hortícolas en bolsas y organopónico

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de productos

biofertilizantes a base de Micorrizas y Microorganismos Eficientes (ME) en diferentes especies hortícolas en condiciones de bolsas y organopónico. Se realizaron tres experimentos, uno en el cultivo de la zanahoria, donde se estudiaron diferentes niveles de materia orgánica con la aplicación combinada de Micorrizas y (ME), los dos restantes en condiciones de organopónico, uno de ellos en remolacha en asociación con lechuga donde se evaluó la inoculación de Micorrizas y (ME) a 4 y 12 mL/m² y el otro en el cultivo de la zanahoria donde se estudio la inoculación simple y combinada de Micorrizas y (ME) a 4 mL/m². Se realizó la caracterización química de los componentes del sustrato de las bolsas, así como del sustrato de los canteros y una caracterización microbiología del inóculo estudiado, evaluando el rendimiento y sus componentes. El diseño experimental utilizado fue un Bloque al azar. Se determinó la factibilidad económica de la aplicación de productos biofertilizantes. Los datos obtenidos fueron procesados mediante un análisis de varianza doble y se compararon las medias mediante la prueba de comparación múltiple de Duncan, utilizando el paquete profesional estadístico STATISTIC, versión 6.0 para WINDOWS. Se manifestó una respuesta en cada una de las variables evaluadas en el cultivo de la zanahoria a la aplicación de biofertilizantes a base de EcoMic® y (ME) con bajos niveles de materia orgánica. En la asociación Lechuga-Remolacha se observó una respuesta positiva en los rendimientos de ambos cultivos con la inoculación simple de Micorrizas y (ME) a una dosis de 4 mL/m². La coinoculación de Micorrizas y (ME) mostró los mayores valores en el rendimiento y sus componentes en el cultivo de la zanahoria en condiciones de organopónico. El análisis de factibilidad económica de la aplicación de biofertilizantes, mostró resultados económicos favorables con la obtención de ganancia.

Palabras clave: biofertilizantes, micorrizas, asociación de cultivos, organopónicos, zanahoria, lechuga, remolacha

S1.4 With CRU instead of urea combined with decreasing N applying amount could reduce transport of N in farmland at alone Miyun reservoir district for protecting drinking water resources for Beijing

Zhengyi Hu*, Jia Lu, Huihui Wang, Guohui Zhou

College of Resources and Environment, Graduate University of Chinese Academy of Sciences. 19A,

Yuquan Road, Shijingshan District, Beijing, P. R. China, 100049 *e-mail: zhyhu@guas.ac.cn

The Miyun reservoir is one of two drinking water resources for Beijing. The water quality of Miyun reservoir meets the national standards for the daily drinking water now, but water quality is proceeding along seasonal slight eutrophication. Nitrogen (N) lost from farmlands at along Miyun reservoir district is one of major factors in resulting in eutrophication of water body. Therefore, development of suitable technologies for controlling loss of N from farmlands to water body is of great significance in protecting the daily drinking water for Beijing. Controlled released urea (CRU) developed by Agrium were proved to be a possible solution to control NH_3 volatilization as well as guarantee the crop yield in North American. One field trial for three crops (maize-wheat-maize) was conducted to investigate impacts of N sources, and N rates on NH_3 volatilization, leaching, and runoff losses of N, and soil N residue in Miyun reservoir district from June 10, 2010 to Oct. 9, 2011. The trial consists of three treatments (Urea with local N rate; CRU with local N rate, and CRU with 80% local N rate) with three replicates. Trial results indicated cumulative NH_3 volatilization (kg N/ha) for each crop was significantly greater in Urea than in CRU (11.3 vs 4.6 for maize in 2010; 21 vs 7.0 for wheat in 2010/2011; and 26 vs 2 for maize in 2011). Concentration of $\text{NO}_3\text{-N}$ in leaching solution collected at 40cm depth was obvious greater in Urea than in CRU during first two crops (maize-wheat) in 2010/2011, but contrary during the third crop (maize) in 2011. Concentration of $\text{NO}_3\text{-N}$ in runoff water in CRU treatment was not less than those of Urea during the growing season of maize in 2010 and 2011, but contrary during the growing season of wheat in 2010/2011. The decreasing N applying amount as CRU resulted in obvious decrease of $\text{NO}_3\text{-N}$ concentrations in leaching solution and runoff water during three crops. Concentration of soil TN in top-layer soil (0-20cm) at harvesting the first crop (maize) was greater in CRU than in Urea, but contrary in sub-top-layer soil (20-40cm). Concentration of soil TN in soil within 20-60cm depth at harvesting the third crop (maize) was greater in CRU than in Urea, however, no difference in top-layer soil (0-20cm). Implying that application of CRU could result in more N residue in soils, subsequently could increase leaching loss of N in soils. No significant difference of crop yield between CRU and Urea at three crops during 2010-2011. The uptake of N in first crop (maize) was greater in CRU than in Urea in 2010, no significant difference of crop N uptake was

observed between CRU and Urea at subsequent two crops. It could be concluded that with CRU instead of urea combined with decreasing N applying amount could reduce transport of N in farmland at alone Miyun reservoir district for protecting drinking water resources for Beijing.

Keywords: Controlled release urea, urea, nitrogen, ammonia volatilization, leaching, runoff, Miyun reservoir, maize, wheat

S1.5 Urban gardens and the impact on urban development

Ute Fischer-Gäde

University of Rostock. Justus von Liebig Weg 6, 18059 Rostock, Germany e-mail: ute.fischer@uni-rostock.de

During the last three decades urban gardening activities have increased in Germany and throughout the world. However unlike in most other countries German agricultural gardening has not focused mainly on food production. Actually sustainable urban development from bottom up is one of the major current topics. Citizens can be key players in shaping the image of their cities, by creating a living environment which is close to nature. In this context urban gardens in Germany are of great value for gaining an appreciation of nature and environment, for promoting communities social life and for the cultivation of vacant urban areas. Accordingly, a new understanding of urban development is needed! To accomplish this goal, new methods and instruments based on citizen participation are introduced in the process of urban development and planning.

Keywords: sustainable urban development, urban agriculture, urban gardens

Session II: Fertilization aspects in horticulture plants, vegetables and non-food crops

S2.1 The enigma of fertiliser P utilisation

Ewald Schnug*, Silvia Haneklaus

Institute for Crop and Soil Science, Federal Research Centre for Cultivated Plants, Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig, Germany
*e-mail: ewald.schnug@jki.bund.de

After peak oil, peak phosphorus (P) will strongly affect global food production. In principle it does

not matter whether the global P resources satisfy the demand for another 50 or 150 years, fact is that food production will be compromised for future generations if the anthropogenic and agricultural P cycle is not closed timely. Agriculture is worldwide the largest consumer of P and it is the stewardship of agricultural research to provide fertiliser recommendations which opt at a minimisation of P losses to the environment that are unavoidable and fertiliser practices which avoid P surpluses and P mining equally. The key perception is that the long-term utilisation rate of fertiliser P on physically, chemically and biologically intact soils is 100% if P in the fertiliser product is water-soluble or citrate soluble on acid soils (< pH 5.8) plant available. Following this concept it is intrinsic that on soils where the plant available P content is so high that additional P fertilisation will not produce any yield increase, P fertiliser rates can equal off-take by harvest products. Model for P cycling in soils and validation of the hypothesis will be presented. In addition, the problem of P fertilisation in organic farming will be addressed. Here easily soluble P forms are banned, but with phosphates of low solubility which do not enter the site-specific P cycle, even within infinite time a full utilisation of P can not be expected. The consequence will be nutrient mining which diminishes soil fertility and sustainability of production. A possible way out of this dilemma offers the concept of *in situ* digestion where low soluble forms of P (rock phosphates or meat/bone ashes) are granulated with elemental sulphur and the release of sulfuric acid during microbial sulfoxidation transforms low into easy soluble P forms.

Keywords: phosphorus utilization, fertilization, food production, nutrient mining

S2.2 Towards new aspects of fertilization in food and no-food crops

Francesco Montemurro

CRA – SSC, Research Unit for the Study of Cropping Systems, S.S. Jonica 106, km 448.2, 75010 Metaponto (MT), Italy e-mail: francesco.montemurro@entecra.it

According to FAO, the total world consumption of fertilizer nutrient is expected to reach 187.9 million tonnes by the end of 2014. In fact, one of the more important strategies to enhance food production is the agricultural intensification, which depends on the increased flows of plant nutrients. The agricultural intensification would lead to land degradation and threaten the sustainability of

agriculture, if the nutrients removed by the crops are not properly replenished to soil with an adequate fertilization plan. Soil fertility is of utmost importance to achieve sustainable crop production both on a short- and long-term basis. Therefore, fertilizers and amendments, such as cover crops or green manures, recyclable wastes, compost, crop residues and farmyard manure, have been gaining much attention because conventional synthetic fertilizers should be excluded or reduced in sustainable agriculture. The returning to old farming practices and the use of biodegradable wastes can be considered valuable strategies only if they were applied taking into account the needs of the soil, its use and the climatic conditions. Also, conservative soil tillage systems, which leave more plant residues on the surface, can maintain or improve soil organic carbon content and the related soil fertility properties. Optimal use of nutrient sources should be promoted on a cropping-system or crop-rotation basis, rather than on a single-crop basis. In fact, some residual effect during the following season may be acceptable, but losses should be kept low. It has been demonstrated that efficiency of manure or compost application can be improved by mixing amendments with biochar, which protect nutrients against leaching. This suggests that integrated applications of organic, mineral and biofertilizer nutrient resources are not only complementary but also synergistic. However, old and new promising amendment should be tested in a more wide range of soil environments and management systems.

Keywords: agricultural intensification and plant nutrients; soil fertility; cropping systems; new amendments.

S2.3 Nutrient Management in Flanders and the impact on the environment

G. Hofman^{1*}, J. Salomez², S. De Bolle¹, S. Sleutel¹, S. De Neve¹

¹Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Coupure 653, B-9000 Gent, Belgium

²Flemish Government, Environment, Nature and Energy Department, K. Albert II-laan 20, Bus 20, B-1000 Brussels, Belgium

*e-mail: Georges.hofman@UGent.be

The EU Nitrates Directive (91/676/EEC) has forced all Member States to set up legislation on nutrient management and take policy measures in this framework. From January 1st 2011 on, the

fourth Action Programme for the implementation of the Nitrates Directive is imposed in Flanders (Belgium). Though the basis of the 4th Action Programme remains the Manure Decree of December 2006, a further reinforcement of some measures was necessary. All after all, despite the efforts made during the last 15-20 years, the imposed measures has not lead to the ultimate goal of the Directive, i.e. a concentration of less than 50 mg NO₃⁻/L in all surface and ground waters. As a consequence, individual farmers have to further adapt their behavior in the field of nutrient management. The most important changes in the new Action Programme comprise:

- a further decrease of the maximum allowed N application standards;
- a choice between "the total N-system" or a system using the "N efficiency" of applied organic materials for the calculation of allowable N application standards;
- a strengthening of the guidance system based on residual soil mineral nitrate nitrogen measurements in the soil profile in autumn. Data of these changes are given, discussed and compared with the legislation in some other EU Member States. As a whole, the legislation in Flanders is comparable with The Netherlands and Denmark, two other EU Member States with a huge production of animal manures.

Keywords: Nitrates Directive, nutrient legislation, nutrient management, residual mineral N, threshold values

S2.4 Evaluación de la respuesta de la caña de azúcar ante fertilización con azufre en la provincia Matanzas, Cuba

Pedro L. Cortegaza Ávila*, Antonio Chinae Horta, Annerys Reyes Peñate, Olivia Rosales Torres

Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA), Carretera central km. 156, Jovellanos 42600, Matanzas, Cuba,

*e-mail: pcortegaza@epica.inf.cu

Se desarrolló una investigación para evaluar la respuesta de la caña de azúcar ante fertilización con azufre (S) en la provincia Matanzas; con este objetivo se establecieron dos ensayos en los principales suelos que conforman la superficie cañera nacional y provincial: Ferralítico Rojo compactado (FRC) y Pardo con Carbonatos Plastogénico (PCP), en los cuales se estudió la interacción de dos portadores y diferentes dosis de S. Según los análisis realizados, podría esperarse respuestas de la caña de azúcar ante la aplicación de S en la mayoría de los sitios muestreados. Los menores valores de S se

obtuvieron el suelo PCP. Por otra parte, la evaluación del rendimiento agrícola con respecto a la dosis de S indicó dosis críticas entre 0 y 42 kg S/ha, e incrementos medios de rendimiento, superiores a 5 t caña/ha en la mayoría de los casos. En el estudio conducido en suelo PCP el análisis comparativo entre los portadores evaluados reflejó la conveniencia de utilizar sulfato de amonio, en comparación con S elemental. Con la utilización del método de Cate y Nelson (1965) se determinó que el nivel crítico de S en el suelo se ubica en 29 ppm. Asimismo, se obtuvo un modelo preliminar de fertilización azufrada para la caña de azúcar (Dosis S = - 53.726*Ln[ppm de S] + 214.61), a partir del cual se generó una guía de fertilización que incluyó tres categorías de disponibilidad de S en el suelo y las respectivas dosis de fertilización con este elemento.

Palabras clave: azufre, caña de azúcar, fertilización, dosis, modelo discontinuo

S2.5 Management of mineral nutrients in zeolite for the production of potato minitubers in greenhouse (*Solanum tuberosum* L.)

Felipe Jiménez-Terry, Daniel Agramonte, Miladys León, Milagros González

Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5,5, Santa Clara, Villa Clara, CP 54 830, Cuba

In Cuba, national scientific and productive institutions have developed great efforts to implement a comprehensive national production of seed potatoes for several years. It involves the production of minitubers in greenhouses according to season, market demand and the ability to be stored for eight months without losing its potential. The general objective of this paper was to define a methodology for nutrient management in the 100% zeolite substrate of the growing house for improving the quality of potato minitubers produced there. We performed chemical-physical analysis of the zeolite substrate and defined different doses and frequency of application of the nutrients N, P, K according to phenological stage. Control treatment was established background with N fertilization, P, K and found that the size and number of potato minitubers was lower in this treatment. The nutrient applications twice a week increased the yield of the number and weight of the minitubers without significant differences with higher doses of nutrients. It was found that the

management of fertilization according to the phenological stages played a role in growth and plant development and yield responses of potato minitubers.

Keywords: seed potato, fertilization

S2.6 Efecto de alternativas órgano-minerales sobre la población microbiana en plátano 'FHIA 21' en altas densidades

Alberto Espinosa Cuéllar, Ernesto Espinosa Cuéllar, Danneys Armario Aragón, Joaquín Machado, Orestes García

Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Apartado 6, Santo Domingo, CP: 53000, Villa Clara, Cuba

El trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de diferentes combinaciones órgano-minerales en las que se incluye humus de lombriz, estiércol ovino y ceniza con varias dosis de NK, sobre la población microbiana en un suelo pardo mullido medianamente lavado y en el plátano 'FHIA-21' en un sistema extradenso, para ello se desarrollaron tres experimentos, en un diseño completamente al azar con cuatro réplicas. La aplicación de humus de lombriz y estiércol ovino aumentó el contenido de materia orgánica, igualmente se benefició la población microbiana. Cuando se utilizó 100% de NK disminuyó la población de bacterias, hongos y actinomicetos en el suelo. Los mejores tratamientos fueron en los que se aplicó, 3 y 5 kg de humus de lombriz +25% NK+ 5 kg de ceniza y 10 kg de estiércol ovino +25% NK + 5 kg de ceniza. El crecimiento de las poblaciones de microorganismos en el suelo se favoreció con los tratamientos órgano-minerales.

Keywords: microorganismos, materia orgánica

S2.7 Factores asociados a la respuesta de la caña de azúcar ante el fósforo (p)

Pedro Luis Cortegaza Ávila^{1*}, Antonio Menéndez Sierra², Pablo Pablos Reyes

¹ Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (EPICA Matanzas). Carretera Central km 156, Jovellanos, Matanzas

*e-mail: pcortegaza@epica.atenas.inf.cu

² Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA Villa Clara-Cienfuegos). Autopista Nacional km 246. Ranchuelo, Villa Clara.

e-mail: amenendez90@hotmail.com

³ Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA Oriente-Sur). Palma Soriano, Santiago de Cuba. e-mail: pima@etica.ciges.inf.cu

La investigación se encaminó a evaluar los factores que afectan en Cuba la respuesta de la caña de azúcar ante la fertilización fosfórica. Para este propósito se realizó el procesamiento de la información 820 cosechas de 147 experimentos de campo, distribuidos en sitios representativos del entorno cañero nacional, utilizando para ello modelos discontinuos. Los principales resultados indicaron que la influencia de la aplicación de P sobre el cultivo es más notable cuando el contenido de este nutriente en el suelo es menor que 20 mg P₂O₅ kg⁻¹. Se observó que, independientemente de la cepa, la fertilización fosfórica de la caña de azúcar proporcionó incrementos significativos en el rendimiento agrícola en más del 50% de los casos. Tanto la frecuencia de respuesta, como la magnitud de los incrementos y el índice de consumo de P, aumentan en la medida que envejece la plantación. Se apreció, además, que la respuesta de la caña de azúcar ante las aplicaciones de P varía en dependencia del genotipo de caña de azúcar que se emplee y de las propiedades físicas del suelo: textura, drenaje y profundidad efectiva. Se sugiere modificar los modelos predictivos para el diagnóstico de las necesidades de P para la caña de azúcar, sobre la base de los principales resultados obtenidos en el presente trabajo.

Palabras clave: fertilización fosfórica, caña de azúcar, propiedades físicas, respuesta.

S2.8 Influence of different earthworm humus doses in the yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.)

Oscar Carmenate Figueredo*, Félix Núñez Losada

University of Las Tunas, Cuba

*e-mail: oscarcf@ult.edu.cu

The present investigation was developed at Semi Protected greenhouse El Pimiento to the Agricultural Company's Urbane Agriculture Jobabo of the municipality the province Las Tunas. It was evaluated different earthworm's dose of humus 0.4, 0.7, 1 and 1.5 kg. respectively in the cultivation of the lettuce (*Lactuca sativa* L.) variety Black Sceded of Simpson, for the sake of determining the best dose of application, the

experimental design than himself I utilize you went completely at random with five replies and five treatments. The realized measurements matched: Number of sheets, length of the sheets, diameter of the stem, length of the roots and weight. The best results in the evaluated parameters corresponded to 1 kg kg/m² of earthworm humus, which had the best productive result in the examined parameters, existing significant differences regarding them besides.

Key words: organic fertilization, humus, lettuce

Influencia de diferentes dosis de humus de lombriz en los rendimientos del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.)

El presente trabajo se desarrolló en la Casa de Cultivo Semiprotegido "El Pimiento", perteneciente a la Agricultura Urbana de la Empresa Agropecuaria Perú del municipio Jobabo, provincia Las Tunas. Se evaluó diferentes dosis de humus de lombriz 0.4, 0.7, 1 y 1.5 kg. respectivamente en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L) variedad Black Sceded de Simpson, con el objetivo de determinar la mejor dosis de aplicación, el diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar con cinco réplicas y cinco tratamientos. Las mediciones realizadas fueron: número de hojas, largo de las hojas, diámetro del tallo, largo de las raíces y peso. Los mejores resultados en los parámetros evaluados correspondieron a la dosis de 1 kg/m² de humus de lombriz, la cual tuvo el mejor resultado productivo en los parámetros analizados, existiendo diferencias significativas con respecto a las demás.

Palabras clave: fertilización orgánica, humus, lechuga

S2.9 Organic, biological and chemical fertilization in banana clone 'FHIA-25'

Miguel Portieles*, Katia Rodríguez Danneys Armario, Luis Ruíz, María Oliva, Alberto Espinosa, Jaime Simó, Aurora Molina, Marta Fernández, Maritza Camejo, Zenaída Morejón, Lourdes Cabrera

Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Apdo. 6, Santo Domingo. CP 53 000, Villa Clara, Cuba *e-mail: mportieles@inivit.cu

Banana crop is, at the moment, of great importance in Cuba because agriculture is involved in providing the necessary diet to the population within the food security program. With

the introduction of FHIA-25, yields that can be achieved may be improved for its resistance to black Sigatoka and its high potential productive. Bananas and plantains plants are highly demanded in organic matter and nutrients and they can deplete soils quickly, and so, plantations may be completely destroyed. At present time, our soils are poor in nutrients and organic matter; nitrogen and potassium are two of the elements that crop demands in high proportions. Compost is an organic fertilizer that improves the physical, biological and chemical soil fertility and the nitrogen fixing bacteria (*Azotobacter*) also provides bioactive substances to stimulate crop growth. The aim of this experiment was to specify the nutritional requirements for the highest yields through the organic, biological and mineral combinations in banana clone 'FHIA 25' and to contribute to the integrated nutritional management. Two nutritional organic (Compost) and biological (*Azotobacter*) experiments were conducted in combination with mineral fertilizers in banana clone 'FHIA-25' on a carbonated brown soil of poor fertility. Responses to the organic, biological and chemical fertilizers were found. The best results were shown with the combination of chemical fertilizers with organic matter or *Azotobacter*.

Keywords: Banana, Organic matter, Compost, Nutrients, Chemical, organic fertilizers, *Azotobacter*, Integrated nutritional management

Fertilización química orgánica y biológica en el banano 'FHIA- 25'

El cultivo del banano dentro del contexto del programa alimentario en Cuba es de relevante importancia para abastecer de alimentos a la población. El clon 'FHIA-25' por su elevado potencial productivo y resistencia a la principal plaga del banano que es la Sigatoka negra, tiene una connotación especial Sobre un suelo Pardo con carbonatos de pH alcalino, bajo en materia orgánica, medio en fósforo y bajo en potasio se realizaron dos estudios en el cultivo sobre la combinación química, orgánica y biológica. Se estudiaron las combinaciones con materia orgánica (compost 9kg pta⁻¹) y *Azotobacter* con NPK, PK y NP con sus respectivos testigos, el compost y el *Azotobacter*, procedieron el primero del INIVIT y el segundo del Laboratorio Provincial de Suelos de Villa Clara. El marco de plantación empleado fue 3 x 2 x 2,4 m. a tres bolillos. 1667 plantas. ha⁻¹. Se encontró respuesta a la aplicación de N y K así como del *Azotobacter* y materia orgánica. Las mejores interacciones en el rendimiento fueron NPK+ *Azotobacter* y NPK +

M.O. Se recomienda aplicar en el banano 'FHIA-25', 400g N + 720 g. K₂O pta⁻¹.ciclo⁻¹. Aplicar materia orgánica y *Azotobacter* junto con la fertilización completa. Donde no se cuente con fertilización química aplicar fertilización orgánica o biológica.

Palabras clave: banana, materia orgánica, compost, nutrientes, fertilizantes químico y orgánico, *Azotobacter*, manejo integrado de nutrición

S2.10 Tomato cultivation with the use of organic alternatives and mycorrhiza biofertilizer under protected crop houses in Guantánamo

Juana Iris Durand Cos*, Manuel Conrado Riera Nelson, Juana Esmilda Goulet Ruíz

Facultad Agroforestal de Montaña. Universidad de Guantánamo. Cuba *e-mail: juana@fam.cug.co.cu

The investigation was developed in the House of Protected Cultivation of Costa Rica Agricultural Farm, located in the municipality El Salvador in Guantánamo province, in the period since August to November 2010, in a brown loose carbonated soil, according to the new version of soils classification in Cuba. The objective was to evaluate the vegetative growth and productivity of tomato (*Solanum lycopersicum*) with the employment of organic manure and mycorrhiza biofertilizer. The works of preparation of soils and the cultural attentions were carried out according to Technical Norms of MINAGRI. The distance of seeding used was 1, 20 x 0, 40 m (2 arrays for stonemason). For this study 4 treatments were used: T1 or Control (bovine manure), T2 (Worm humus, 0.45 kg x plant), T3 (mycorrhiza, 5 grams for plant) and T4 (mycorrhiza, 5 grams x plant + worm humus, 0.45 kg x plant). A randomized block design was used. The statistical prosecution was carried out with the employment of the statistical package STATGRAPHICS Version 5.1. The combination mycorrhiza + worm humus resulted the best treatment, where we reached an average of 7,28 fruits per plant, 295,68 g fresh weight average of the fruits, an average production per plant of 11022,95 g and a total yield of 73,47 t.ha⁻¹.

Keywords: cultivation, mycorrhiza, organic manure. tomato, worm humus.

Cultivo del tomate con el empleo de alternativas orgánicas y micorriza bajo las

condiciones de casa de cultivo protegido en Guantánamo

La investigación se desarrolló en la Casa de Cultivo Protegido de la Granja Agropecuaria de Costa Rica de la localidad del mismo nombre, y ubicada en el municipio El Salvador, en la provincia de Guantánamo, en el periodo comprendido agosto a noviembre del 2010, en un suelo pardo mullido carbonatado, según la nueva versión de clasificación de los Suelos de Cuba. El objetivo fue evaluar el comportamiento del crecimiento y productividad del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*) con el empleo de abonos orgánicos y el biofertilizante micorriza. La variedad empleada fue HA - 3108. Las labores de preparación de suelos y las atenciones culturales se realizaron según Normas Técnicas del MINAGRI. La distancia de siembra empleada fue de 1,20 x 0,40 m (2 hileras por cantero), utilizando posturas procedentes de las casas de posturas de la entidad productiva. Para este estudio se utilizaron 4 tratamientos: T1 o Testigo (Estiércol vacuno); T2 (Humus de Lombriz a razón de 0.45 kg x planta); T3 (micorriza a razón de 5 gramos por postura); T4 (micorriza a razón de 5 gramos por postura + humus de lombriz con 0,45 kg x planta). El diseño empleado es bloque completo al azar. El procesamiento estadístico se realizó con el empleo del paquete estadístico STATGRAPHICS Versión 5.1. Se obtuvo como resultado que con la aplicación de la combinación de micorriza + humus de lombriz se alcanzaron los mayores resultados para las variables estudiadas, tales como 37,28 frutos, 295,68 g como peso promedio de los frutos, una producción por planta promedio de 11022,95 g. y un rendimiento de 73,47 t.ha⁻¹.

Palabras clave: tomate, cultivo protegido, fertilización orgánica, micorrizas, humus

S2.11 Organic-mineral fertilization alternatives for coffee (*Coffea arabica* L., variety 'Isla 5-3') plantlets production

Alfredo Reyes Hdez*, Pedro Cairo Cairo, Aliandy Borges Díaz, Emiliano L. Pérez Martín, Eduardo N. González Hernández

Facultad Agropecuaria de Montaña del Escambray. Universidad de Sancti Spiritus. Cuba.
*e-mail: alfredo@fame.uss.edu.cu

Evaluación de alternativas organominerales en vivero de café (*Coffea arabica* L., variedad Isla 5-3)

La investigación fue realizada en la Facultad Agropecuaria de Montaña del Escambray, Topes de Collantes, municipio de Trinidad, provincia de Sancti Spíritus a una altitud de 750 m.s.n.m. Se tomaron muestras de un suelo Ferralítico rojo amarillento lixiviado a la profundidad de 0 – 20 cm. con el objetivo de evaluar el efecto de alternativas organominerales como compost, residuo del beneficio del café, caliza dolomítica y caliza fosfatada, solos y combinados, además del control NPK y testigo, para la producción sostenible de posturas de cafeto (*Coffea arabica* L.) en condiciones de vivero, con la variedad Isla 5-3. Se utilizaron diez tratamientos y tres réplicas de 26 posturas cada uno, para un total de 780 plantas y se evaluaron dos plantas de cada réplica. Se realizaron análisis de comparación de medias y correlaciones entre las propiedades químicas del suelo y los indicadores del crecimiento de las posturas de cafeto. Los tratamientos que mostraron tener el mejor efecto sobre las propiedades del suelo y los indicadores del crecimiento de las posturas de cafeto fueron: residuo más caliza dolomítica, residuo más caliza fosfatada, compost más caliza fosfatada y compost más caliza dolomítica; las propiedades del suelo que más correlacionaron con los indicadores del crecimiento de las posturas de cafeto fueron: pH(agua), pH(KCl), materia orgánica, acidez de cambio, acidez hidrolítica y K₂O asimilable. Se ahorran en la producción de 10 000 posturas de cafeto 126,34 CUC y \$ 10,65 en MN.

Keywords: coffee, organic fertilization, compost, sustainable plantlet production

S2.12 Nutritional alternatives in economically important crops: higher yields and limitation of environmental pollution

Katia Rodríguez Rodríguez^{1*}, Onelio Fundora Herrera², Bettina Eichler-Loebermann³, Juan Miguel Portieles¹, Yoanis González Peralta², José Pérez Martínez²,

¹Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales. Santo Domingo, Cuba. *e-mail: katia@inivit.cu

²Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

³Universidad de Rostock, Alemania

Because of the problems that currently exist regarding soil degradation and groundwater contamination due to the inadequate fertilization, a plant nutrition study was conducted to provide viable alternatives to enable proper fertilizer

management for higher yields without environment contamination. The feasibility of applying lower nitrogen doses, taking into account the importance of this problem from the environmental point of view was tested. Three field experiments in potato crop were developed: at Manacas' enterprise on a sandy lixiviated yellowish ferralitic soil with high P and K contents and low organic matter content, an experiment with corn as indicator plant in areas of small farmers, Camajuaní, Villa Clara on a Brown fluffy syalitic carbonated soil and an experiment with increasing doses and corresponding controls; besides, a treatment with mycorrhiza + ash on a fluffy brown soil lightly washed with low P₂O₅ and K₂O at the Research Institute of Tropical Root and tuber Crops (INIVIT) in Santo Domingo municipality, Villa Clara province. It was noted that in potato crop, fertilizers applications can be reduced in relation to the currently recommended levels. High yields were obtained in production areas of diverse enterprises where soil analyses are not considered but unique doses are applied, creating nutritional imbalances. In corn, a large extraction of phosphorus and potassium that can be replaced with ash applications decreasing chemical fertilization was tested. These results are recommended to be applied to production areas where more than a quarter of a million dollars can be saved, besides, limiting environmental damages.

Keywords: Soil degradation, Chemical fertilizers, Environment, Potato -Corn, Organic matter, ash, mycorrhiza

Alternativas nutricionales en cultivos de importancia económica: mayores rendimientos y limitación de la contaminación ambiental

Debido a los problemas que existen en la actualidad en cuanto a la degradación de los suelos y la contaminación en los mantos freáticos provocadas por la inadecuada fertilización, se decide llevar a cabo un estudio de nutrición en plantas con vista a brindar alternativas viables que hagan posible un adecuado manejo de la fertilización capaz de obtener altos rendimientos sin dañar el medio ambiente, se prueba la factibilidad de aplicar menores dosis de nitrógeno, teniendo en cuenta la importancia de este problema desde el punto de vista medioambiental. Se llevó a cabo un experimento de campo con el cultivo de la papa: en la Empresa Cultivos Varios Manacas en un suelo Ferralítico amarillento lixiviado arénico alto en P y K, y bajos de materia orgánica, un

experimento con maíz como planta indicadora en un área de pequeños agricultores, de Camajuaní, Villa Clara (suelo Pardo sialítico mullido carbonatado) y un experimento con dosis crecientes de ceniza y los correspondientes testigos, además de un tratamiento con micorriza+ceniza sobre un suelo pardo mullido medianamente lavado con bajo contenido de P_2O_5 y K_2O en el Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT) en el municipio de Santo Domingo provincia Villa Clara. Se observó que, en el cultivo de la papa es posible disminuir las aplicaciones de fertilizantes aplicados con relación a los niveles recomendados en la actualidad logrando altos rendimientos comprobando también que en las áreas de producción de diversas empresas, no se tiene en cuenta el análisis de suelo, sino que se aplican dosis únicas, creando desequilibrios entre nutrientes. En maíz se comprobó que realiza gran extracción de fósforo y potasio que puede ser sustituido con las aplicaciones de ceniza disminuyendo la fertilización. Se recomienda la aplicación de estos resultados a las áreas de producción donde se ahorraría más de un cuarto de millón de pesos, además de limitar los daños al medio ambiente.

Palabras clave: degradación de suelos, fertilizantes químicos, medio ambiente, papa, micorrizas

S2.13 Salt tolerance in tomato varieties in salt affected soils

Carlos Ávila Amador*, Leandris Argente Martínez, Raúl C. López Sánchez.

University of Granma, Carretera a Manzanillo km 17.5, Peralejo, Bayamo, Granma.

*e-mail: cavila@udg.co.cu

The behavior of tomato varieties under salinity conditions, analyzing the phenology, Physiology and agricultural indicators, was studied in central and semi centralized conditions and field experiment. Three experiments were carried out: the first one to determine the critical levels of electric conductivity for water absorption, germination and growth the varieties according to the tolerance index in the seedling stage. The second one to study the relative content of water and pigments concentration under salinity conditions, and the last one to evaluate the behavior of tomato varieties under field conditions in all varieties. The results indicated that the germination was not affected at electrical conductivity minor or equal than 6 dS.m^{-1} . The

studied Vyta and Amalia varieties showed major indicators of tolerance to salinity for growing and water regime in seedling stage. The most affected variable of yield was the number of fruit per plant. It was observed the existence of variability for salt-stress tolerance in the germplasm studied. The varieties of major yield were Vyta and Amalia.

Keywords: salinity, tomato, germination, yield

Session III: Fertilization aspects in organic farming ('San Juan' Conference room)

S3.1 The challenge of closing nutrient cycles and preventing hazard cycles in urban organic farming

Gerold Rahmann

Thuenen-Institute of Organic Farming, Germany.

*e-mail: gerold.rahmann@vti.bund.de

Urban organic farming became fashionable in the last decade, particularly in Europe. Consumers, with special attention towards pesticide and chemical free food, and with an emphasis on independency and autonomy, tried to develop self-sufficiency strategies. While the strategy before the millennium change was to move into rural areas and establish alternative ways of life on cooperative farms, the trend 'going rural' has changed into 'back to urban'. Alternative sub-cultures with ecological foci have started to find new ways of life and livelihood in cities. A first course of action was to take over traditional, now partly abandoned, 'cooperative gardens' in the suburban areas (in German *Kleingarten-Kolonien*). But these gardens are very often strictly controlled in terms of garden utilization and the habits of the gardeners. Therefore new areas were sought for self sufficiency gardens without formal restrictions. Abandoned backyard areas in industrial areas, roofs, balconies, terraces and even sealed / tarred areas like parking spaces and roads have been converted into gardens. Sealed areas cover about 4 % of the surface of Germany, and in urban areas at least 80 %. The mono-utilization, "traffic/parking" resp. "living/working" has changed into multi-functionality with recreation, food production (e.g., vegetable production in mobile containers) and renewable energy (e.g., roof solar panels). The actors can be defined as "socio-eco anarchists" with a broad spectrum of interests and activities like autonomous politics, multi-culturality, fair

world, feminism, spirituality and anti-capitalism. In the USA, the “occupy” movement and in Europe the “Atac” movement are closely related to these trends. Media and scientists have recognized this sub-culture development and have created a new vocabulary: „urban agriculture“, „sky farming“, urban gardening“, „terrace farming“ or „living room food“. The problem is, that this sub-culture surrounding urban organic gardening („e.g., guerilla gardening“ on the abandoned Tempelhof air field in Berlin) is done without proper knowledge and resources. Because gardening requires nutrients and fertile soils, all resources of the urban area are used as fertilizers. Backyard and small scale farming in Germany is a well-known hot spot for nutrient leaching and heavy pesticide utilisation. Urban gardeners very often do not know the risks of their gardening activities, e.g., whether they are:

- producing on contaminated areas (e.g., dioxin, furanes, heavy metals),
- using polluted farm inputs (e.g., self made organic fertilizer),
- using harmful farm inputs (pesticides, chemical fertilizer) improperly,
- able to recognize naturally poisonous plants and infectious materials (e.g., diseases like *Chlostridia* spp, botulism, listeria, *E. coli*, *S. aureus* and many more).

The organic strategies of „closing nutrient cycles“ and „destroying hazard cycles“ need to be adapted to sub cultures to raise awareness for public health and food security.

Keywords: urban organic farming, nutrient cycling, fertilizers

S3.2 Cover crop management for nutrition and weed control in organic vegetable production

Gabriele Campanelli^{1*}, Fabrizio Leteo¹, Francesco Montemurro², Rita Leogrande², Elena Testani³, Stefano Canali³

*gabriele.campanelli@entecra.it

¹CRA - Unità di ricerca per l'orticoltura (CRA ORA). Monsampolo del Tronto (AP), Italy

²CRA – Unità di ricerca per lo studio dei sistemi colturali (CRA-SSC). Metaponto (MT), Italy

³CRA – Centro di ricerca per lo studio delle relazioni tra pianta e suolo (CRA-RPS). Roma, Italy

The use of cover crop in organic farming may improve soil fertility and increase the yield of subsequent crops in rotation. These favourable effects could be due to the residues that contain a

considerable amount of N. Another way to sustain organic vegetable production is to apply organic wastes, which increase the level of soil organic matter. Organic matter affects soil fertility and productivity in many ways and, in particular, it promotes soil structure improvement and influences nutrient dynamics. The objectives of this research were to study the influence of different vetch (*Vicia sativa* L.) residues management and the application of different organic fertilizers on zucchini (*Cucurbita pepo* L.) yield, yield components and produce quality. The effects of vetch residue managements on zucchini weed control were further investigated. Zucchini yield was influenced positively by vetch residue managements. In particular, the treatments with vetch as green manure and as mulching respectively increased the marketable yield of the 60 and 33%, in comparison with the treatment without vetch (control). Among fertilization treatments the highest yield were recorded with the application of organic fertilizer and anaerobic digestate. The cover crop management influenced the weeds above soil biomass and this result was probably due to the increase of available soil N because of the vetch residue decay during the zucchini cropping cycle. The results of this research highlighted that in cropping systems for vegetables production, the use of alternative methods of cover crops management combined with the organic amendments application could be an effective approach to modulate the N availability to crops.

Keywords: vetch, green manure, mulching, organic amendment, zucchini.

S3.3 Fertilization aspects in organic farming in Romania

Iulia Anton*, M. Dumitru, A. Dorneanu, T. Cioroianu, Carmen Sîrbu

National Research and Development Institute for Soil Science, Agrochemistry and Environmental Protection – RISSA, Agrochemistry and Plant Nutrition Department, Mărăști Street, no. 61, 011464, sect. 1, Bucharest, Romania; e-mail: lia_6782000@yahoo.com

Recently speaking more than reducing pollution from agriculture, fight against soil erosion, the keeping quality of various landscapes, long-term protection of natural resources. In the agreement of its integration into the European Union, one of the measures imposed, among others, was implementation of organic farming. This type of agriculture is an alternative to conventional agriculture (traditional), due to malfunctioning and

its causes have decreased resistance in plants, animal health, soil quality and thus human health. In Romania, organic production is defined by the production of food without using synthetic chemicals, in accordance with the rules of organic production, organic standards-compliant national guidelines and specifications and are certified by an inspection and certification. Demand for organic agricultural products is increasing, it may be a new opportunity for Romanian agriculture exports. Currently, in Romania, using organic fertilization techniques and methods for rehabilitation of cultivated land is applied to relatively small areas, especially in research stations and some farms as organic fertilizer range is reduced. After publication of products allowed to be used in organic farming: EU Regulation 2092/1991 and 34 MAFRD Order published in MO 172/21.04.2000 intensified search concerns researchers and conditioning of new products with ecological qualities allowing use in superior technological conditions and improved profitability. In our country research and studies on the formulation, manufacture and testing of new types of fertilizers with ecological features to correct and stimulate mineral nutrition of crops have been developed. This paper are presented fertilization aspects in organic farming in Romania.

Keywords: fertilizers, organic farming, reducing pollution

S3.4 Renewable calcined phosphates – an efficient fertilizing option for organic farming?

Ludwig Hermann

Outotec GmbH, Ludwig-Erhard-Strasse 21-23, D-61440 Oberursel, Germany.
e-mail: ludwig.hermann@outotec.com

A consortium around Julius Kühn Institute developed a technique whereby calcined phosphate fertilizers are produced from mineral, phosphate rich materials, such as sewage sludge ash. Soil analyses demonstrate that current organic crop farming practice can hardly keep the soil phosphorus level balanced. Rock phosphate, the only licensed mineral fertilizer in the market, cannot replenish P exported with crops. The consequence is nutrient mining and decreasing harvests, noticeable after 1-2 decades of organic farming. During the 20th century, thermally solubilized phosphates were in the market as a by-product from steel production. They were licensed for organic farming and proved having a high fertilizing value, particularly on acidic soils.

The hypothesis is that the new product will produce similar results and may become an option for organic farming in replacement of the former slag phosphates. The Plant Nutrition Group of the Swiss Federal Institute of Technology has measured the fertilizing efficiency of calcined phosphates in 3 soils with different pH-values, labeled with radioactive P to differentiate P in the crop derived from the fertilizer from P derived from the soil 50 mg P kg⁻¹ soil were applied in pot tests of *Iolium multiflorum* on soils with pH=4.5, pH=6.2, and pH=7.8, all with low to moderate P levels. P-recovery was measured for the calcined phosphates in comparison to milled Boucraa (Morocco) rock phosphate and a P-solution (Ca(H₂PO₄)*H₂O). Phosphate recovery was 12.5% - 16.5% - 5.5% for the calcined phosphate grown on the 3 soils in comparison to 14% - 23% - 31% for the P-solution and 1.5% - 1.4% - 1.2% for the rock phosphate after 3 cuts. Triple superphosphate was applied on the soil with pH=4.5. Recovery of TSP was 7.6%, significantly lower than calcined phosphate. Tests demonstrated that P-recovery of rock phosphate was always negligible, whereas calcined phosphate on acidic and neutral soils came close to the P-solution and was much higher than TSP. Calcined phosphates produced evidence for efficient P-supply to plants despite of being non water soluble.

Keywords: Phosphorus, organic farming, nutrient cycling

S3.6 Influence of mycorrhizal inoculation time and its effect on banana yield 'FHIA-18' in an organic production system

Jaime E. Simó Gonzalez^{1*}, Ramón Rivera Espinosa², Luis A. Ruiz Martínez¹ y Onelio C. Fundora Herrera³
*e-mail: jaime@inivit.cu

¹Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT)

²Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)

³Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas (UCLV)

In order to establish the importance of inoculation time and its effect on 'FHIA-18' yield in an organic production system, an experiment was conducted under field conditions with plants from a nursery, on a carbonated loose Brown soils of medium fertility at the Research Institute of Tropical Root and Tuber Crops (INIVIT), Santo Domingo, Villa Clara, Cuba, during 2008 to 2010, respectively. Results of three harvestings are reported: mother

plant, shoot 1 and shoot 2. Results from three harvests showed that there is no need to re-inoculate mycorrhiza at transplanting time to the field whenever *Canavalia ensiformis* L. (before planting and intercalated) used as green manure is inoculated and the positive effect of maintaining the intercropping green manure on spore production and nutrient recycling in the soil-plant system. The best treatments were 100% NPK and the combination of the previously green manure inoculated with mycorrhiza, plant inoculation in nursery with mycorrhiza and the use of 5 kg.plant.year⁻¹ of compost and 2.5 kg.plant. year⁻¹ of ash and green manure intercropping inoculated with two cuts per year without differences between them, with the highest average yields for the three growing cycles (23.40 t.ha.year⁻¹), the root mycorrhizal colonization of 68.66% and 1237.00 spores .50g⁻¹ soil as average of three cycles to ensure the effectiveness of Mycorrhizal symbiosis in the nutrient supply system proposed

Keywords: banana, green manure, compost, mycorrhiza

Influencia del momento de la inoculación micorrízica y su efecto en el rendimiento del banano 'FHIA-18' en un sistema de producción orgánico

Con el objetivo de establecer la importancia del momento de la inoculación micorrízica y su efecto en el rendimiento del 'FHIA-18' en un sistema de producción orgánico se realizó un experimento en condiciones de campo con plantas procedentes de un vivero, en un suelo Pardo mullido carbonatado de fertilidad media, en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Santo Domingo, Villa Clara, Cuba, durante los años 2008-2010, respectivamente. Se informan los resultados de tres cosechas: planta madre, vástago-1 y vástago-2. Los resultados mostraron que no es necesario reinocular micorrizas en el momento del trasplante de las plantas al campo siempre que se inocule la *Canavalia ensiformis* L. utilizada como abono verde (precedente e intercalado) y el efecto positivo de mantener el intercalamiento del abono verde sobre la producción de esporas y el reciclaje de nutrientes en el sistema suelo-planta. Los mejores tratamientos fueron el 100% de NPK y la combinación de abono verde precedente inoculado con micorrizas, la inoculación de las plantas en vivero con micorriza y el empleo de 5 kg.planta.año⁻¹ de compost y 2,5 kg.planta.año⁻¹ de ceniza y el intercalamiento del abono verde

inoculado con dos cortes por año sin diferencias entre ellos, con los más altos rendimientos promedios para los tres ciclos de cosecha (23,40 t.ha.año⁻¹); la colonización micorrízica de las raíces 68,66% y 1237,00 esporas.50g⁻¹ de suelo como promedio de los tres ciclos que garantizan la efectividad de la simbiosis micorrízica en el sistema de suministro de nutrientes propuesto.

Palabras clave: banano, abono verde, compost, micorriza

S3.7 Efecto de la fertilización mineral y órgano-mineral en el rendimiento del fruto y en los contenidos de potasio en suelo y planta del banano 'FHIA-18'

Danneys Armario Aragón^{1*}, Sinesio Torres García³, Bladimir Díaz Martín², Alianny Rodríguez Urrutia³, Ernesto Espinosa Cuellar¹, Joaquín Machado de Armas³, Alberto Espinosa Cuellar¹, Osvaldo Triana Martínez¹, Lourdes Cabrera Tamayo¹, Ángel Mollineda Trujillo³ Julia Albert L

¹Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT) *e-mail: danneys@inivit.cu

² Facultad de Ciencias Agropecuarias (UCLV)

³ Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP)

El trabajo se desarrolló en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT) ubicado en el municipio Santo Domingo, provincia Villa Clara, sobre un suelo Pardo mullido carbonatado. Para ello se desarrolló un experimento con cuatro réplicas, utilizando los siguientes tratamientos: Testigo absoluto; 5 kg ceniza; Testigo relativo (6 kg cachaza + 25% NPK + 3 kg cachaza aplicado a los 6 meses; 100% NPK; 7 kg humus, 5 kg humus + 25% NPK + 5 kg ceniza; 3 kg humus + 25% NPK + 5 kg ceniza; 5 kg, 1 kg humus + 25% NPK + 5 kg ceniza. El objetivo fue evaluar el efecto de la fertilización mineral y órgano-mineral en el rendimiento del fruto y en los contenidos de potasio en suelo y en la planta del banano 'FHIA 18'. Los mayores rendimientos, contenido de K en las hojas y suelo, la mayor concentración de sólidos solubles totales (Brix), la mayor longitud y circunferencia de los dedos, se observan en los tratamientos donde se utilizó el 100% de la dosis establecida de NPK, con los tratamientos 5 kg; 3 kg de humus + 25% de NPK + 5 kg de ceniza. El mayor incremento de peso fresco de los dedos de la cáscara y de la pulpa se produce a partir de los 30 días, mientras que el aumento más significativo del peso seco de la pulpa se producen a partir de los 45 días, con respecto a la floración, con las mayores pendientes en los

tratamientos 100% de NPK, 5 y 3 kg de humus de lombriz.

Palabras clave: Potasio, crecimiento, rendimiento, banano.

S3.8 Fertilización agroecológica del cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) cv “criollo” en la zona sur de Las Tunas

Carlos Pupo Feria^{1*}, L. Leyva, O. Carmenate, G. González.

Universidad de Las Tunas. Facultad de Ciencias Agrícolas, Avenida C. J. Finlay s/n Las Tunas, Cuba.
*e-mail: cpupo@ult.edu.cu

La investigación se desarrolló en la Finca “Los Pastores” del municipio Majibacoa, Las Tunas, Cuba con el objetivo de determinar el efecto de la aplicación de *Canavalia ensiformis* L. y dos biofertilizantes (Fosforina y Ecomic®), en algunas características morfológicas y parámetros productivos del cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) cultivar “Criollo” en un suelo salino antrópico, cálcico, lavado. Se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 réplicas y 5 tratamientos (control sin aplicación, aplicación de cobertura de canavalia, aplicación de cobertura de canavalia + Ecomic®, aplicación de cobertura de canavalia + Fosforina y aplicación de cobertura de canavalia + Fosforina + Ecomic®). Los parámetros evaluados fueron: número de dientes/bulbo, diámetro del bulbo, masa del diente, anchura del diente y rendimiento (t.ha⁻¹). Se demostró que la aplicación de los distintos tratamientos en comparación con el manejo convencional provocó un aumento de los rendimientos entre un 19,9% y un 74.93%. Los tratamientos compuestos por las combinaciones de canavalia+Fosforina y de canavalia+Ecomic+Fosforina lograron resultados superiores en casi la totalidad de los parámetros analizados. Se recomienda, de forma preliminar, la utilización de cualquiera de las combinaciones estudiadas en esta investigación para la producción de ajo ya que todas reportaron ganancias.

Palabras clave: Biofertilizantes, Ecomic®, Fosforina, *Canavalia ensiformis*, *Allium sativum*

S3.9 Use of biological products for the ecological production of pepper

Josefa Ruiz, Elein Terry y Tamara Tejeda
Universidad de Las Tunas, Cuba

Utilización de bioproductos para la producción ecológica del pimiento

La utilización de productos químicos de forma indiscriminada durante los últimos años, ha provocado un cambio en la agricultura para convertirla en ecológica evitando al máximo que se continúe deteriorando la misma, empleando por tanto, productos biológicos que conlleven a incrementar la producción de los cultivos y obtener productos ecológicos con una adecuada calidad biológica, física y nutricional. En este caso en el cultivo del pimiento, hortaliza de gran importancia para la alimentación humana por su gran aporte de vitaminas como B1, B2 y C, se realizó este trabajo en el Huerto experimental de la Finca Las Papas, donde se estudió el efecto de 3 (BB-16, Pectimorf o MO y Liplant) y testigo de producción (4 tratamientos) sobre el crecimiento y desarrollo, la variedad utilizada fue Verano 1 y con un diseño completamente aleatorizado. Los resultados mostraron un efecto positivo de los bioproductos sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo del pimiento, específicamente los tratamientos que recibieron las aplicaciones de Pectimorf (MO) y BB-16.

Keywords: bioproducts, plant growth promoter, ecologic production, nutritional quality

S3.10 Effect of different organic amendments on the yield and quality of *Moringa oleifera* seeds

A. Mesa^{*1}, Iris Villa², J. Fernández³, J. Díez³ y Marlen Navarro¹

¹Estación Experimental ‘Indio Hatuey’. CP 44280, Matanzas. Cuba

*e-mail: anesio.mesa@indio.atenas.inf.cu

² Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Las Tunas, Cuba

³ Universidad de Las Tunas ‘Vladimir Ilich Lenin’. Cuba

A trial was conducted, for three consecutive years, on a slightly acid, ochric grayish brown soil, of low organic matter and assimilable phosphorus content, in order to evaluate the yield and quality of *Moringa oleifera* seeds when different amendments are applied at the time of seeding without irrigation. Under a randomized block design with four treatments (filter mud, manure, earthworm humus and control without fertilization), the following variables were studied: total seed yield and germinable pure seed yield, seed quantity per fruit, seed weight per fruit, seed

quantity in one kg, germination percentage of newly-harvested seeds and after 2, 4 and 6 months of storage, plant height and pole survival. The values expressed in percentage were transformed to $\text{Arcsin}\sqrt{(\%+0,375)}$. For the mean comparison the Student-Newman-Keuls multiple comparison test was used for 5% probability ($p<0,05$). The statistical processing was carried out by means of the professional statistical pack SPSS version 15 on Windows. The results refer that earthworm humus is more efficient than the other amendments in the first year, but its efficiency decreases since the second year. Filter mud and cattle manure are amendments which show their higher effect since the second year of exploitation. When 40 t/ha/year of filter mud and cattle manure or 4 t/ha/year of earthworm humus are applied at the moment of seeding the *M. oleifera* plantations, it is necessary to put back fertilization in the second year. The germination percentages decreased when increasing the postharvest age, but it is possible to maintain adequate percentages at least until the third month. It is concluded that organic fertilization can be an economically and ecologically viable alternative to attenuate the effects of the scarcity of chemical fertilizers.

Key words: *Moringa oleifera*, biofertilization, seeds, fruits

Efecto de diferentes enmiendas orgánicas en el rendimiento y calidad de las semillas de *Moringa oleifera*

Se realizó un experimento, durante tres años consecutivos, en suelo pardo grisáceo ócrico ligeramente ácido, de bajo contenido de materia orgánica y de fósforo asimilable, con el objetivo de evaluar el rendimiento y la calidad de las semillas de *Moringa oleifera* cuando se aplican diferentes enmiendas orgánicas en el momento de la siembra sin aplicación de riego. Bajo un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos (cachaza, estiércol, humus de lombriz y control sin fertilización) se estudiaron las variables: rendimiento de semilla total y de semilla pura germinable, cantidad de semillas por fruto, peso de semillas por fruto, cantidad de semillas en un kg, porcentaje de germinación de semillas recién cosechadas y a los 2, 4 y 6 meses de iniciado el almacenamiento, altura de la planta y supervivencia de los postes. Los valores expresados en porcentaje se transformaron a $\text{Arcsen}\sqrt{(\%+0,375)}$. Para la comparación de medias se utilizó la dística de comparación múltiple de Student Newman Keuls para un 5% de probabilidad ($p<0,05$). El

procesamiento estadístico se llevó a cabo mediante el paquete estadístico profesional SSPS versión 15 sobre Windows. Los resultados refieren que el humus de lombriz tiene mayor eficiencia que las otras enmiendas en el primer año, pero esta disminuye a partir del segundo año. La cachaza y el estiércol vacuno son enmiendas que presentan su mayor efecto a partir del segundo año de explotación. Cuando se realiza la aplicación de 40 t/ha/año de cachaza y estiércol bovino o 4 t/ha/año de humus de lombriz en el momento de la siembra de las plantaciones de semillas de *M. oleifera* se hace necesario reponer el abonamiento en el segundo año. Los porcentajes de germinación disminuyeron al incrementarse la edad poscosecha pero es posible mantener adecuados por cientos por lo menos hasta el tercer mes. Se concluye que la fertilización orgánica puede ser una alternativa económica y ecológicamente viable para atenuar los efectos de la escasez de fertilizantes químicos.

Palabras clave: *Moringa oleifera*, biofertilización, semillas, frutos

S3.11 Participatory dissemination within the local context of biopreparates based on native microorganisms

S. Sánchez¹, Y. García¹, D. Blanco¹, F. Donis², O. González³, T. Miranda¹, G. Martín Martín¹, L. Cepero¹ y M. Díaz¹

¹Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba

*e-mail: saray.sanchez@indio.atenas.inf.cu

²CCSF "José Martí". ANAP. Perico. Matanzas, Cuba

³CCSF "José Machado". ANAP. Cárdenas. Matanzas, Cuba

The use of bioproducts based on microorganisms, within the integrated context of agroecological practices, can be a solution before the challenge of Cuban agriculture to increase its productions without affecting the environment. In this sense and being interested in disseminating this technology, the EEPF "Indio Hatuey" used an adoption and dissemination methodology, under the methodological principle "Learn by doing", organized with the financial support of SDC through the Project BIOMAS-Cuba and the Local Agricultural Innovation Program (PIAL), in order to develop the necessary capacities in farmers from different provinces of the country, to produce

and use them in an artisanal form. For the information gathering, different elements from the participatory research approaches were used. The permanent communication among farmers, their families, decision-makers at productive scale, researchers and technicians who participated during the visits and field samplings, informal discussions, participatory workshops and in interviews, allowed noticing that the dissemination of bioproducts based on microorganisms had an impact on the country, especially, in the farmers' sector. At present, this technology is applied in 47 scenarios of the country, with excellent results, which has contributed to the sustainable development of food production in rural and urban localities from different provinces, to improving the quality of life of women and men, and to the preservation of the natural environment. A relevant element in the process was the change in the researchers' role who, gradually giving up their prominence, transited from leaders of the idea to facilitators of adoption; process in which farmers have become responsible for the change of paradigm.

Key words: Participatory research, bioproducts, native microorganisms, sustainable development

Diseminación participativa dentro del contexto local de biopreparados a base de microorganismos nativos

La utilización de bioproductos basados en microorganismos, dentro del contexto integrado de prácticas agroecológicas, puede ser una solución ante el desafío de la agricultura cubana de aumentar sus producciones sin afectar el medio ambiente. En este sentido y con el expreso interés de diseminar esta tecnología, la EEPF "Indio Hatuey", utilizó una metodología de adopción y diseminación, bajo el principio metodológico de "Aprender Haciendo", organizadas con el apoyo financiero de COSUDE a través del proyecto BIOMAS-Cuba y el Programa de Innovación Agropecuaria Local (PIAL), con el objetivo de desarrollar las habilidades necesarias en productores de diferentes provincias del país, para producir y utilizarlos de forma artesanal. Para la colecta de la información se emplearon diferentes elementos de los enfoques participativos de investigación. La comunicación permanente entre los productores, sus familias, los decisores a escala productiva, los investigadores y técnicos participantes durante los recorridos y muestreos de campo, discusiones informales, talleres participativos y en entrevistas, permitieron constatar que la diseminación de bioproductos

basados en microorganismos tuvo un impacto en el país, especialmente, en el sector campesino. Actualmente esta tecnología es aplicada, en 47 escenarios en el país con excelentes resultados lo cual ha contribuido al desarrollo sostenible de la producción de alimentos en localidades rurales y urbanas de diferentes provincias, a mejorar la calidad de vida de mujeres y hombres, y a la preservación del medio ambiente natural. Un elemento relevante en el proceso fue el cambio de rol de los investigadores quienes, cediendo gradualmente su protagonismo, transitaron de líderes de la idea a facilitadores de la adopción. Proceso en el que los productores han llegado a ser los principales responsables del cambio de paradigma.

Palabras clave: Investigación participativa, bioproductos, microorganismos nativos, desarrollo sostenible

Session IV: Nutrient cycling with waste products and agronomical sustainability of their application

S4.1 Use of papermill by-products in agriculture: soil amendment and plant nutrient sources

Noura Ziadi*, Bernard Gagnon

Soils and Crops Research and Development Centre, Agriculture and Agri-Food Canada, 2560 Hochelaga Blvd., Quebec, QC, Canada, G1V 2J3

*e-mail: noura.ziadi@agr.gc.ca

Pulp and paper mill industries generate different solid wastes that can be used in agriculture. Annually, 7.1 million dry tons of residues, mainly as wood ash, combined papermill biosolids (PMB), and inorganic by-product solids are available from this industry in Canada. In the province of Quebec, the agricultural lands receiving PMB and the amounts of biosolids applied to crop have significantly increased over the last 20 yr due to both the recognition of the nutrient value of these products and the environmental concerns about other traditional disposal methods. This talk will present a synopsis of studies conducted mostly in eastern Canada to evaluate the agronomic and environmental impact of using PMB under different crops and soil conditions. Our results clearly indicated that land application of papermill by-products could help to maintain or increase soil organic matter levels, supply nutrients, especially N, P, and K, and other essential micronutrients to plants, improve soil structure and water holding capacity, reduce nutrient

leaching, and have beneficial effects on microbial biomass and activity. From a long-term study initiated in 2000, we found that repeated annual application of PMB increased yields in grain corn (+18%) and dry bean (+26%) relative to the untreated control. When applied with respect to regulation, these products have limited impact on plant and soil metal accumulation.

Keywords: solid wastes, paper mill industries, plant nutrition, environmental impact

S4.2 Baltic Manure project - challenges and opportunities for P fertilisation on farms

Judith Schick*, Silvia Haneklaus, Sylvia Kratz, Ewald Schnug

Institute for Crop and Soil Science, Federal Research Centre for Cultivated Plants, Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig, Germany, *e-mail judith.schick@jki.bund.de

The Baltic Sea Region could be among the first regions worldwide to implement new strategies and technologies for closing the P cycle on farms. It is the aim of the partly EU-financed project Baltic Manure to elaborate guidelines for a purely demand-driven use of mineral and organic phosphorus (P) on agricultural production fields. Studies include for instance the comparability of different extraction methods used in the member states of the Baltic Sea to determine the plant available P pool in the soil and to calculate P losses through erosion and run-off. Other relevant issues for a sustainable use of P which avoid equally P mining and P surplus are the assessment of a site-specific optimum P status of soils to satisfy the P demand of crops and the development of algorithms to match the small-scale spatial variation of plant available P in soils with variable rates of organic and mineral fertilisers. The implementation of these codes for best P practice is expected to deliver a significant contribution to reduce diffuse P losses to the environment. It can be assumed that recycling of P and thus the use of recycled P fertiliser products will play a key role in future sustainable P management. However, conditions need to be strictly defined for their use in order to foreclose negative environmental impacts. Another aspect is that the percentage of plant available P in recycling products is determined. In the Baltic Manure project the already existing data base for mineral, organic and recycled fertiliser products will be extended and standards will be defined for recycled P products with a view to P speciation in order to be suitable for fertilisation.

Keywords: P recycling, mineral and organic phosphorus, P fertilizer, organic fertilizer,

S4.3 Contemporary approach to the removal of waste products of animal origin and model of technological solutions in the rehabilitation of the Republic of Serbia

Nenad Budimovic

SERBIAN CHAMBER OF COMMERCE, Republic of Serbia

Association of Agriculture, Food-processing and Tobacco and Water Industry
e-mail:nenad.budimovic@pks.rs;
nbudimovic@yahoo.com

The problem of harmless removal of animal waste not appropriate for human consumption as well as the definition of health and safety regulations for their utilisation have been in focus world-wide. Harmless removal of animal waste represents also unavoidable veterinarian and sanitary measure in prevention of animal infections and zoonosis control as well as in environmental protections. In addition to above-mentioned, new technological procedures for utilisation of animal waste as raw materials have been developed. Processing of animal waste leads to reduction of their quantity and production of valuable feedstuffs, that, in general, provide the maximum safety and environmental protection. Former technological procedures for harmless removal of animal waste can not fulfill new veterinarian sanitary and ecological requirements and are not economically justifiable. The most suitable way of the sanitation of animal waste not appropriate for human consumption is its collection and utilization as raw materials for the production of feedstuffs, biogas and biofuel, as well as for chemical industry. The utilization depends on the type and structure of raw materials and their categorization. Technological model for sanitation and utilization of animal waste it offers the solution for removal of animal waste, dead animals and other animal by-products. The application of recommended model would provide energy saving as well as an increase of the quantity of raw materials for chemical industry and feedstuffs production.

Keywords: animal waste, safety regulations, environmental protection

S4.4 Waste products as fertilizers in agriculture – an overview

Onelio Fundora², Silvia Bachmann¹, Katja Schiemenz¹, Bettina Eichler-Löbermann^{*1}

¹ University of Rostock, Institute of Land Use, Germany

² Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Faculty of Agriculture, Cuba

e-mail, bettina.eichler@uni-rostock.de

The recycling of residues and waste products in agriculture has a long tradition and is an issue of sustainability in agriculture. On the other hand, waste products may contain harmful substances and may cause severe problems for human health and environment. The evaluation of plant growth promoting effects as well as of possible negative influences of different waste products was done in different studies and regions worldwide. The paper compiles results from own experiments under consideration of previous studies and new tendencies of waste management. The main focus was put on phosphorus, since solutions for P recycling become more important to save the world-wide P reserves. In several pot and field experiments biomass ashes, biogas residues as well as sewage sludge products were evaluated. Generally, the tested products had the potential to increasing the bioavailable P pools in soil P and to promote plant growth. For some products we were able to measure effects comparable to those of high soluble Triplesuper-Phosphate. We also found effects on the microflora and microbial activity which could in turn influence the soil characteristics. The results varied widely in dependence on the P content of the products and its solubility, the soil types and the cultivated crops.

Keywords: waste, phosphorus, biogas slurry, sewage sludge, biomass ash

Los residuos como fertilizantes en la agricultura - una visión general

El reciclaje de los residuos y productos de desecho en la agricultura tiene una larga tradición y es una cuestión de sostenibilidad en la agricultura. Por otro lado, los productos de desecho pueden contener sustancias nocivas y pueden causar problemas graves para la salud humana y el medio ambiente. Diversos estudios y en distintas regiones del mundo han evaluado la promoción del crecimiento de las plantas, así como los posibles efectos negativos de los productos de desecho. Este trabajo recoge los resultados de experimentos propios, estudios previos sobre el tema y las nuevas tendencias en la gestión de residuos. El foco principal fue puesto en el fósforo, ya que las soluciones para

el reciclaje de P son cada vez más importantes para salvar las reservas de P en todo el mundo. En un grupo de varios experimentos de campo se evaluaron las cenizas de biomasa, residuos de biogás, así como productos de depuradoras de lodos. Generalmente, los productos ensayados tenían el potencial de aumentar las cantidades de P biodisponibles en el suelo y para promover el crecimiento de las plantas. Para algunos productos los efectos medidos fueron comparables a los del Triple super-fosfato. También se encontraron efectos en la microflora y la actividad microbiana, que a su vez podría influir en las características del suelo. Los resultados variaron ampliamente en dependencia del contenido de P de los productos y su solubilidad, los tipos de suelo y las plantas cultivadas.

Palabras clave: desechos, fósforo, biogás, cenizas de biomasa, lodos

S4.5 Influence of decomposition and nutrient release from pruning of olive trees on soil fertility

R. Ordóñez¹, M.A. Repullo¹, R. Carbonell¹, J. Román^{1,2}, P. González¹

¹Área de Producción Ecológica y Recursos Naturales. Centro Ifapa Alameda del Obispo. Apdo. 3092. 14008 Córdoba (España).

²Departamento de Ingeniería Rural. ETSIAM. Univ. de Córdoba.

e-mail: rafaelam.ordonez@juntadeandalucia.es

The development of sustainable management systems requires knowledge of the quality and evolution of the waste generated on the farm to develop strategies for handling them. Many studies of decomposition analyzed the relationship between the chemical characteristics of litter and the weight loss of decomposing material, but less work is done on evaluating the effect of the interaction between litter quality and decomposition rate on the underlying soil fertility. The aim of this study was to evaluate the dynamics of decomposition of different doses and size of pruning, measuring the relationship between biomass and nutrient release and their capacity to improve soil fertility of an olive green. The test was performed on an olive farm in the south of Spain with an experimental design of 4 treatments with 3 replications in randomized blocks. The treatments consisted of applications pruning fines (<2 cm in diameter) and thick (2 to 10 cm in diameter) after 704 days of decomposition, the total amount of nutrient

released follows the sequence $K > N > P$. However the proportion of nutrient lost from the residue with respect to its initial content has been $K > P > N$. With respect to the ground and considering the whole profile (0-40 cm), treatment III, which are combined pruning thin and thick, has been the most efficient in improving the fertility of the soil with increases in concentration of N, P and K to $1549.9 \text{ kg ha}^{-1}$, 51.5 kg ha^{-1} and 423.0 kg ha^{-1} respectively. The results presents more unfavorable treatment with increases of 495.9 kg ha^{-1} and 76.5 kg ha^{-1} for N and K respectively and a decrease in P content compared to the control.

Keywords: pruning, olive trees, soil fertility, decomposition, nutrient release

Influencia de la descomposición y liberación de nutrientes de restos de poda de olívar sobre la fertilidad del suelo

El desarrollo de sistemas de gestión sostenibles requiere del conocimiento de la calidad y evolución de los residuos generados en la explotación agrícola para desarrollar estrategias de manejo de los mismos. Muchos de los estudios de descomposición analizan la relación existente entre las características químicas de los restos vegetales y la pérdida de peso del material en descomposición, siendo menos los trabajos que evalúan el efecto de la interacción de la calidad de los restos y la velocidad de descomposición sobre la fertilidad del suelo subyacente. El objetivo de este trabajo ha sido evaluar la dinámica de descomposición de diferentes dosis y tamaño de restos de poda, midiendo la relación entre su biomasa y la liberación de nutrientes y la capacidad de los mismos para mejorar la fertilidad del suelo de un olivar ecológico. El ensayo se ha realizado en una finca de olivar situada al sur de España con un diseño experimental de 4 tratamientos con 3 repeticiones en bloques distribuidos al azar. Los tratamientos consistieron en aplicaciones de restos de poda finos (<2cm de diámetro) y gruesos (2 a 10 cm de diámetro) Después de 704 días de descomposición, la cantidad total de nutriente liberado sigue la secuencia de $N > K > P$. Sin embargo la proporción de nutriente perdido por el residuo con respecto a su contenido inicial ha sido de $K > P > N$. Con respecto al suelo y considerando la totalidad del perfil (0-40 cm), el tratamiento III, en el que se combinan restos de poda finos y gruesos, ha sido el más eficiente en la mejora de la fertilidad del suelo con incrementos en la concentración de N, P y K de $1549.9 \text{ kg ha}^{-1}$, 51.5 kg ha^{-1} y 423.0 kg ha^{-1}

respectivamente. Los resultados mas desfavorables los presenta el tratamiento I con aumentos de 495.9 kg ha^{-1} y 76.5 kg ha^{-1} para N y K respectivamente y una disminución del contenido de P respecto del testigo.

Palabras clave: poda, olivares, fertilidad de suelo, descomposición, liberación de nutrientes

S4.6 New methodology to obtain organic manure from residuals with high carbon/nitrogen relation

Arnaldo Dávila Cruz, Pedro Cairo Cairo, Joaquín Machado de Arma, Miriam Ramírez López

Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara, Cuba. e-mail: arnaldodc@uclv.edu.cu

The present work was carried out in the Agricultural Investigation Center which pertains to the Faculty of Agricultural Sciences of Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. The objective is to propose a new practical methodology of decomposition of materials with elevated C/N (130/1), to obtain organic manure and to evaluate its use as a biofertilizer of good quality taking into account as the base the methodology proposed previously. The classic elaboration of the same differs with the one established in Cuba. Different variants of Residuals were utilized from the Copic Center (RCC) as the raw material in a proportion of 30 to 60%. The experiments were carried out in controlled conditions and the following treatments were done 60% RCC + urea + 40% molasses + inoculate + compost, 40% RCC + 15% ash + 5% soil + 40% molasses, 30 % RCC + 20% husk + 50% molasses + 10% RCC + 10% dung + 20% ash + 20% molasses, 80 % RCC + urea + 20% dung. The results demonstrated that the methodology manages to decompose organic residuals with a high C/N relation converting it into organic manure of good quality.

Keywords: Organic manure, Residuals of Copic Center (RCC), C/N Relation

Nueva metodología de obtención de abonos orgánicos a partir de residuos de alta relación carbono/nitrógeno

El trabajo se realizó en el Centro de Investigaciones Agropecuarias, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Con el objetivo de proponer una nueva metodología práctica de descomposición de materiales con elevada relación C/N (130/1) y obtener un abono orgánico y evaluar su empleo como un biofertilizante de buena calidad, teniendo como base la metodología propuesta previamente. La misma difiere de la elaboración clásica planteada en Cuba. Para ello se realizaron varias variantes utilizando los Residuos de Centro de Acopio (RCA) como materia prima principal en proporción de 30 a 60%. Los experimentos se condujeron en condiciones controladas y se realizaron los siguientes tratamientos: 60% RCA + urea + 40% cachaza + inóculo, 60% RCA + urea + 40% cachaza + compost, 40% RCA + 15% ceniza + 5% tierra + 40% cachaza, 30% RCA + 20% bagazo + 50% cachaza, 50% RCA + 10% estiércol + 20% ceniza + 20% cachaza, 80% RCA + urea + 20% estiércol. Se demostró que la metodología logra descomponer residuos orgánicos de una alta relación C/N convirtiéndolos en abonos orgánicos de buena calidad.

Palabras clave: abono orgánico, Residuos de Centro de Acopio RCA, Relación C/N

S4.7 Effect of the ash coming from the sugar industry in the growth and development in two varieties of rice (*Oriza sativa* L.)

Irenia Aguilera Garcés, Katia Alarcón Barrero, Radelis Batista Ramos

Universidad de Granma. Cuba
e-mail: igarcesa@udg.co.cu

The research was developed in Río Cauto municipality, Granma province in the pre-spring campaign 2010. It had as objective to contribute to increase the rice cultivation yield through the use of inorganic sources of fertilization in an area of 144 m² with 4 parcels of 36 m², which had 4 repetitions for treatment. In the present case the statistical analysis basically used is an analysis of variance of double classification, starting from a design of blocks at random. When the variance analyses revealed significant statistical differences, the test of multiple comparison of stockings of Tukey was carried out, using the statistical package (STATISTICA version 6.0). The obtained results demonstrated that an increment of the yield was obtained in the treatments with ashes + urea of the two varieties and the fertilization of the soil increased incorporating high concentrations of mineral

nutrients. So, the application of ashes is economically viable to obtain superior gains and profitability values.

Key words: ash, inorganic fertilization, rice, yield

Efecto de la ceniza procedente de la industria azucarera en el crecimiento y desarrollo en dos variedades de arroz (*Oriza sativa* L.)

El trabajo se desarrolló en el municipio Río Cauto, provincia Granma. En la campaña de pre-primavera 2010. Con el objetivo de contribuir al incremento del rendimiento del cultivo del arroz a través del uso de fuentes de fertilización inorgánica. En un área de 144 m² con 4 parcelas de 36 m², las cuales tuvieron 4 repeticiones por tratamiento. En el presente caso el análisis estadístico utilizado básicamente es un análisis de varianza de clasificación doble, a partir de un diseño de bloques al azar. Cuando los análisis de varianza revelaron diferencias estadísticas significativas se realizó la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey, utilizando el paquete estadístico (Stadistic versión 6.0). Los resultados obtenidos demostraron que se obtuvo un incremento del rendimiento en el cultivo con el tratamiento de ceniza + urea de las dos variedades y se incrementó la fertilización del suelo incorporándole altas concentraciones de nutrientes minerales.

Palabras clave: arroz, ceniza, rendimiento.

S4.8 Evaluation and management of solid pig manure as an alternative for soil improvement

Pedro Cairo Cairo, Ulises León Bosa, Pedro Torres Artilles, Oralia Rodríguez López, Sirley Gatorno Muñoz, Rafael Jiménez Carrazana

Centro de Investigaciones Agropecuarias, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central de Las Villas Santa Clara Cuba.
e-mail: pedrocc@uclv.edu.cu

Pork production is a highly polluting environment both water and soil air. There are very few experiences on the use of manure in the crop fertilization and soil improvement. The present work aims to characterize and evaluate alternatives for the use of solid waste on the ground pork, growth and yield of different crops. We used pig manure composting plant residues with different bananas, rice straw, sweet potato and beans. The variants were: pig manure (50%) + Sweet Potato Res (50%) pig manure (50%) + Res Banana (50%) pig manure (50%) + Res Beans (50%) + pig manure (50%) + res Rice

(50%) pig manure (25%) + Sweet Potato res (75%) pig manure (25%) + res Banana (75%) pig manure (25 %) + res Bean (75%); pig manure (25%) + Rice res (75%). We performed chemical and biological characterization of the resulting compost. 2 experiments were set up with such substrates and calculated a banana production area established for several years. The results obtained show that is obtained from pig manure compost quality in periods between 60 and 90 days. The effects on the soil and yields are evident, even superior to chemical fertilization. It was found that any of the variants studied achieved compost effects on soil improvement in the short term. The results highlight the potential from economically and environmentally.

Keywords: compost, soil recuperation, organic manure

Evaluación y aprovechamiento del estiércol porcino sólido como alternativa para el mejoramiento de los suelos

La producción de carne de cerdo constituye una actividad altamente contaminante del medio ambiente, tanto al agua y al suelo como al aire. Existen muy pocas experiencias sobre la utilización del estiércol porcino en la fertilización de los cultivos y el mejoramiento de los suelos. El trabajo se realizó en la Finca del productor porcino Ernesto Morales Pérez perteneciente al Municipio de Encrucijada, con objetivo de caracterizar y evaluar alternativas de utilización de residuos sólidos porcinos sobre el suelo, el crecimiento y rendimiento de diferentes cultivos. Se utilizó estiércol porcino en la elaboración de compost con diferentes residuos vegetales: plátano, paja de arroz, boniato y frijol. Se realizó la caracterización química y biológica del compost obtenido. Se montaron 2 experimentos con dichos sustratos y se evaluó un área de producción con plátano establecido durante varios años. Los resultados indican que se obtiene, a partir del estiércol porcino un compost de alta calidad en periodos entre 60 y 90 días. Los efectos sobre el suelo y los rendimientos son evidentes, inclusive superiores a la fertilización química. Se pudo comprobar que cualquiera de las variantes de compost estudiadas logra efectos en el mejoramiento del suelo a corto plazo. Los resultados ponen de manifiesto las potencialidades desde el punto de vista económico y ambiental.

Palabras clave: Compost, recuperación de suelos, residuos orgánicos

S4.9 Influence of the application of organic manure and residuals of harvests in sugarcane growing

Emma Pineda Ruiz, Fidel Acosta Hernández, Everaldo Becerra de Armas, Iliá Lugo Ruiz

Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Villa Clara – Cienfuegos (ETICA). Cuba.
e-mail: emma_vc@inica.minaz.cu

In the context of a more and more clean and sustainable agriculture it is indispensable to design as an agroecological alternative, systems that allow an appropriate handling of the residuals of harvesting of sugarcane and that potentiate the application of the necessary cultural works for the development of the crop, as it is manuring, either in the organic and/or in the inorganic form. This crop produces a great quantity of biomass, part of which becomes crop residuals on the surface of the soil. In this case three treatments were applied for manuring: filter cake, filter cake plus nitrogen and recommended NPK, mixed with the extraction or the permanency of the crop residuals in the field, with the fundamental objective of studying the combined effect of these variants on the crop and the soil, the agricultural yields were evaluated, as well as the effect of the different treatments on some of the chemical properties of the soil. From the first cycle the agricultural yields were influenced by the variants used, showing interesting results when the organic manure was applied or their combination with presence of crop residual. The acidity degree, the content of organic matter, the changeable cations (calcium, magnesium, sodium and potassium), the capacity of change of bases and the assimilable contents of phosphorus and potassium in the soil, they showed different behavior with the used of the organic manure and crop residuals, so the application of these materials could be an option as an alternative source for manuring the crop.

Key words: Sugarcane, harvesting residuals, soil, organic manure, agricultural yields

Influencia de la aplicación de abono orgánico y residuos de cosecha en el cultivo de la caña de azúcar

En el contexto de una agricultura cada vez más limpia y sostenible resulta imprescindible diseñar como alternativa agroecológica, sistemas que permitan un adecuado manejo de los residuos de la cosecha de la caña de azúcar y que potencien la aplicación de las labores culturales necesarias para el desarrollo del cultivo, como lo

es el abonado, ya sea de forma orgánica y/o inorgánica. Este cultivo produce una gran cantidad de biomasa, parte de la cual se convierte en residuos de cosecha sobre la superficie del suelo. En este caso se aplicaron tres tratamientos para el abonado: cachaza, cachaza más nitrógeno y NPK recomendado, combinados con la extracción o la permanencia de los residuos de cosecha en el campo, con el objetivo fundamental de estudiar el efecto combinado de estas variantes sobre el cultivo y el suelo, se evaluaron los rendimientos agrícolas, así como el efecto de los distintos tratamientos sobre algunas de las propiedades químicas del suelo. Desde el primer ciclo los rendimientos agrícolas estuvieron influidos por las variantes empleadas, encontrándose resultados de interés cuando se aplicó el abono orgánico o su combinación con presencia de residuo de cosecha. El grado de acidez, el contenido de materia orgánica, los cationes cambiables (calcio, magnesio, sodio y potasio), la capacidad de cambio de bases y los contenidos asimilables de fósforo y potasio en el suelo, mostraron diferente comportamiento con el empleo del abono orgánico y los residuos de cosecha, por lo que la aplicación de estos materiales pudiera ser una opción como fuente alternativa para el abonado del cultivo.

S4.10 New alternatives in the elaboration of organic manure and its impact on soil

Arnaldo Dávila* Cruz, Pedro Cairo Cairo, Joaquín Machado de Arma, Miriam Ramírez López

Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara, Cuba. e-mail: arnaldodc@uclv.edu.cu

The present work was carried out in the Agricultural Investigation Center which pertains to the Faculty of Agricultural Sciences of Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. The objective was to obtain good quality compost from Residuals of Copic Center (RCC). and to evaluate their employment as organic manure and mineral organic. The variants of compost studied were: 60% RCC + urea + 40% molasses + inoculate, 60% RCC + urea + 40% molasses + compost, 40% RCC + 15% ash + 5% soil + 40% molasses, 30% RCC + 20% trash + 50% molasses, 50% RCC + 10% manure + 20% husk + 20% molasses, 80% RCC + urea + 20% dung. The experiments were carried out in controlled conditions and the following treatments were applied: Brown Fluffed Sialite without

Carbonates, Compost (molasses 90%+ husk10%), Compost (molasses 85%+Zeolite 5%+Manure 10%), Compost (molasses 85%+Dolomite 5%+Manure 10%), Compost (RCC 50%+ashes 20%+ molasses 20%+10 % manure), Compost (RCC 30%+husk 20%+ molasses 50%) and in the Fluffed Sialítico Brown Carbonated soils and Red Compact Ferralitic soils, 4th-1 Compost (RCC)+ Zeolite, 4th-1 Compost (RCC) + Dolomite, 4th-1 Humus + Zeolite, 4th-1 Humus + Dolomite, 4th-1 molasses + Zeolite, 4th-1 molasses + Dolomite. The best results in quality of the elaborated Organo-mineral manure was the one from the mixed compost of RCC+Zeolite, Humus +Zeolite and decomposed molasses +Zeolite. It was demonstrated that compost obtained from RCC improves the chemical and physical characteristics of the soil with similar effects of other types of compost.

Key words: Organic manure, Residuals of Copic Center (RCC), C/N Relation

Nuevas alternativas de elaboración de abonos orgánicos y su impacto sobre el suelo

El trabajo se realizó en el Centro de Investigaciones Agropecuarias, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Con el objetivo de obtener a partir de residuos de Centros de Acopio (RCA) un compost de buena calidad y evaluar su empleo como abono orgánico y organo mineral,. Las variantes de compost estudiadas fueron: 60% RCA + urea + 40% cachaza + inóculo, 60% RCA + urea + 40% cachaza + compost, 40% RCA + 15% ceniza + 5% tierra + 40% cachaza, 30% RCA + 20% bagazo + 50% cachaza, 50% RCA + 10% estiércol + 20% ceniza + 20% cachaza, 80% RCA + urea + 20% estiércol. Los experimentos se condujeron en condiciones controladas y se aplicaron los siguientes tratamientos: Pardo Sialítico Mullido sin Carbonatos, Compost (Cachaza 90%+Bagazo10%), Compost (Cachaza 85%+Zeolita 5%+Estiércol 10%), Compost (Cachaza 85%+Dolomita 5%+Estiércol 10%), Compost (RCA 50%+Ceniza 20%+Cachaza 20%+10Estiércol), Compost (RCA 30%+Bagazo 20%+Cachaza 50%) y en los suelos Pardo Sialítico Mullido Carbonatados y Ferralítico Rojo Compactado, 4th-1 Compost (RCA)+ Zeolita, 4th-1 Compost (RCA) + Dolomita, 4th-1 Humus + Zeolita, 4th-1 Humus + Dolomita, 4th-1 Cachaza + Zeolita, 4th-1 Cachaza + Dolomita. Los mejores resultados en la calidad de los Abonos Órgano-Minerales elaborados se

obtuvieron utilizando la mezcla Compost RCA+Zeolita, Humus +Zeolita y Cachaza descompuesta+Zeolita. Se demostró que el Compost obtenido de Residuos de Centro de Acopio mejora las características químicas y físicas del suelo con efectos similares a otros tipos de Compost.

Palabras clave: abono orgánico, Residuos de Centros de Acopio RCA, Relación C/N

Session V: Nutrient management and its implications on plant disease development and control

S5.1 Sulphur fertilisation and plant disease

Elke Bloem*, Silvia Haneklaus, Ewald Schnug

Institute for Crop and Soil Science, Federal Research Centre for Cultivated Plants (JKI), Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig, Germany, e-mail: elke.bloem@jki.bund.de

The sulphur (S) status of agricultural crops is closely related to their susceptibility against fungal pathogens. Such a relationship was shown for several host/pathogen interactions. Different approaches such as plant physiological experiments, experimentation with genetically modified plants, microarray analysis and fungal studies unravelled step by step some of the mysteries of the so-called "Sulphur induced Resistance" (SIR). Plant physiological studies revealed a significant increase of several S-containing metabolites, both with S fertilisation and fungal infection. In a pot trial with oilseed rape infected by sclerotinia stem rot (*Sclerotinia sclerotiorum*) a significant increase in the cysteine content was determined after fungal infection next to an increased release of hydrogen sulphide (H_2S) and a shift from carbonyl sulphide (COS) uptake to COS release. Regularly, the cysteine content in the plant material increased by S fertilisation and after infection which stresses its significance for the activation of S metabolism in relation to fungal infection. In comparison, the glutathione (GSH) content decreased regularly after infection. Increased concentrations of cysteine and a decreased content of GSH are indicators for the initiation of defence mechanisms. Hereby GSH is depleted and gaseous S-containing compounds such as H_2S and COS are metabolised and released. In extended agar plate experiments the influence of different S sources and rates on fungal growth of *Sclerotinia sclerotiorum* and other pathogens

were evaluated. Cysteine and GSH inhibited the growth of the fungus while methionine, elemental S and sulphate had no influence on mycelial growth. Thus it may be concluded that cysteine as a precursor for most S-containing metabolites and GSH which has a proven role in induced resistance of plants against pathogens are key metabolites in the complex phenomenon of S-induced resistance of crops against fungal pathogens.

Keywords: sulphur, plant diseases, induced resistance, fungal pathogens

S5.2 Effect of the fertilization upon the incidence of dry rots of taro (*Xanthosoma saggitifolium* (L.) Schott and *Colocasia esculenta* Schott)

Lidcay Herrera Isla¹, Ernesto Espinosa Cuéllar², Maryluz Folgueras Montiel², Alberto Espinosa Cuéllar², Amaury Dávila Martínez²

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Santa Clara. Cuba.

²Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales. e-mail: lidcayhi@uclv.edu.cu

The influence of the fertilization upon the incidence of dry rots in taro (*Xanthosoma* and *Colocasia*) an investigation was carried out on a brown carbonate soil between February and April 2008-2010 at the Institute of Tropical Root and Tubers. A block at random design was utilized with 11 treatments and 4 replications with the clone INIVIT MX-2007 for *Xanthosoma* and "INIVIT MC-2005" for *Colocasia*. The evaluation consisted in the determination of the incidence of dry rot (%), the microorganism population in soil, some phenological variables like, plant height, pseudo stem diameter, leaves number/plant and foliar area, and yield. The results showed that the application of casting or humus, the microbial population was increased, and also the physiological parameters were enhanced in all treatments as compared with the control. The best results were observed with 100% NPK and 50% NPK+ HMA. The incidence of dry rot decreased in the treatments with EcoMic, casting or compost, alone or combined with mineral fertilizers. The yield was higher in all treatments with the application of fertilizer during the three years, as compared with the control.

Keywords: taro, dry rots, incidence, fertilization, EcoMic

Efecto de la fertilización sobre la incidencia de las pudriciones secas de la malanga (*xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott y *colocasia esculenta* schott)

Con el objetivo de determinar el efecto existente entre la fertilización y la incidencia de las pudriciones secas de la malanga (*Xanthosoma* y *Colocasia*). Se realizó un experimento en un suelo Pardo mullido carbonatado en el período comprendido entre los meses febrero-abril 2008-2010 en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Se utilizó un diseño de bloques al azar de 11 tratamientos con 4 réplicas, para *Xanthosoma*, se empleó el clon "INIVIT MX-2007", y para *Colocasia* "INIVIT MC-2005". Se evaluó la población de microorganismos en el suelo, algunas variables fenológicas como altura de la planta, diámetro del seudotallo, número de hojas y área foliar; la incidencia de las pudriciones secas de la malanga y el rendimiento obtenido en t.ha⁻¹. Los resultados muestran que en cada uno de los tratamientos donde se aplicó humus o compost la población de microorganismos fue mayor. En ambos géneros las variables fenológicas se ven favorecidas en todos los tratamientos donde se fertilizó, siendo los mejores tratamientos 100% NPK y 50% NPK+HMA. Se confirma el efecto positivo del empleo de la fertilización orgánica y biológica con hongos micorrizcos, el promedio de incidencia de la enfermedad en ambos géneros disminuyó donde se recubrió con EcoMic o se aplicó Compost o humus de lombriz, ya sea solo o combinado con fertilizantes químicos. La fertilización influyó positivamente en el rendimiento en los tres años ambos géneros en comparación con el control sin fertilizar, este fue significativamente mayor en los tratamientos donde se fertilizó con 50% NPK+HMA.

Palabras clave: malanga, pudriciones secas, incidencia, fertilización, EcoMic.

S5.3 Effect of phosphorus nutrition on growth and conidiation of *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, causal agent of black leaf streak disease of bananas

Bárbara Ocaña¹, Nadine Vega², Orelvis Portal¹, Bettina Eichler-Löbermann³, Elio Jiménez¹

¹Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5,5, Santa Clara 54 830, Cuba
e-mail: ejimenez@ibp.co.cu

²Departamento de Biología. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5,5, Santa Clara 54 830, Cuba

³Institute of Land Use. Rostock University. Justus-von Liebig-Weg 6. Rostock 18 059, Germany

Phosphorus (P) is a crucial element involved in energy transport, photosynthesis and cellular response to physiological and environmental modifications. However, little it is known about its role in the nutrition and the pathogenicity of filamentous fungi. For some members of the *Mycosphaerella* genus it have been reported that nutritional state of the fungal cells is related to the expression of pathogenicity related genes. The study of P nutritional status in the interaction *M. fijiensis*-*Musa* spp. may contribute to define new management strategies against black leaf streak disease, which accounts for enormous yield losses in banana plantations worldwide. The aim of the research was to study the effect of P concentration (KH₂PO₄ at 1, 0.1, 0.01, 0 g/l) in semisolid and liquid cultures on the in vitro growth and conidiation of *M. fijiensis*. P concentration proved to affect *M. fijiensis* growth in liquid medium from a concentration of 0.1 g/l and below, with a complete growth inhibition when no P was added. In semisolid medium differences in colony diameter were recorded after 28 days culture between the medium without P and the concentrations of 1.0, 0.1 and 0.01 g/l. In conidia induction conditions, after 14 days a greater conidia formation was observed in the control (1.0 g/l KH₂PO₄) with significant differences against the other P concentrations.

Keywords: conidiation, *Mycosphaerella fijiensis*, nutrition, phosphorus

Efecto de la nutrición de fósforo en el crecimiento y formación de conidios de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, agente causal de la enfermedad Sigatoka negra del banano

El fósforo (P) es un elemento crucial que participa en el transporte de energía, la fotosíntesis y la respuesta celular a las modificaciones fisiológicas y ambientales. Sin embargo, poco se sabe sobre su papel en la nutrición y la patogenicidad de los hongos filamentosos. Para algunos miembros del género *Mycosphaerella* se ha reportado que el estado nutricional de las células fúngicas se relaciona con la expresión de genes asociados con la patogenicidad. El estudio del estado nutricional de P en la interacción *M. fijiensis*-*Musa* spp

puede contribuir a definir nuevas estrategias de manejo contra la enfermedad Sigatoka negra, que representa enormes pérdidas de rendimiento en las plantaciones de banano en todo el mundo. El objetivo de la investigación fue estudiar el efecto de la concentración de P (KH_2PO_4 a 1, 0,1, 0,01, 0 g / l) en medios semisólidos y líquidos sobre el crecimiento in vitro y la formación de conidios de *M. fijiensis*. La concentración de P afectó el crecimiento *M. fijiensis* en medio líquido desde una concentración de 0,1 g / l, y por debajo, con una inhibición del crecimiento completa cuando no se añadió P. En medio semisólido se registraron diferencias en el diámetro medio de las colonias después de 28 días de cultivo entre el medio sin P y las concentraciones de 1,0, 0,1 y 0,01 g / l. En condiciones de inducción conidios, después de 14 días se observó una mayor formación de conidios en el control (1,0 g / l KH_2PO_4) con diferencias significativas respecto a las otras concentraciones de P ensayadas.

Palabras clave: conidiación, *Mycosphaerella fijiensis*, nutrición, fósforo

S5.4 *Trichoderma viride* strain Ts-3 as stimulator of tomato yield and biocontrol of *Meloidogyne incognita* in greenhouse

Edilberto Pozo Velázquez¹, Nurys Maza Suárez², Juan Miguel Pérez Draguiche³, Aliuska Sierra Peña⁴

¹Centro de Investigaciones Agropecuarias. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. e-mail: edilbertopv@uclv.edu.cu

²MINAGRI, Caibarién, Villa Clara.

³Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, Villa Clara.

⁴Universidad de Ciego de Ávila, Carretera a Morón km 9, Ciego de Ávila.

An experiment was done in greenhouses in the municipality of Caibarién, to evaluate the stimulating effect of the fungi *Trichoderma viride* strain Ts-3, on tomato (*Solanum lycopersicum* [Mill]) plants and the control of nematodes *Meloidogyne*. *Trichoderma* was used with mixtures of organic matter in decomposition. Evaluations were carried out before and after each treatment. The incidences in the tomato yields were compared between both treatments and the propagation indexes were calculated, grade of development of the *Meloidogyne* diseases and the technical effectiveness of the treatments and their use and the control in a traditional cultivate were calculated. The economic evaluation to all treatments was realized. The yields increased to 68 t/ha with

regard to the traditional system for stimulation and quantity of fruits for plant, obtained the best result. Technical effectiveness was superior to 69% and 70% reduction in *Meloidogyne incognita* infection was found in the greenhouses. The yields almost overcame 3 times to the traditional system which demonstrates their effectiveness and profitability. The implementation of this alternative is suggested in other areas of greenhouses and organoponic systems.

Keywords: plant growth promotion, *Meloidogyne incognita*, yield, tomato.

***Trichoderma viride* cepa Ts-3 como estimuladora del rendimiento en plantas de tomate y control de *Meloidogyne incognita* en casas de cultivo protegido**

Se efectuó un experimento en sistemas de casas de cultivo protegido en el municipio de Caibarién, para evaluar el efecto estimulante del hongo *Trichoderma viride* cepa Ts-3, sobre plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* [Mill]) y el control de nematodos del género *Meloidogyne*. Se empleo combinado con materia orgánica en descomposición. Se realizaron evaluaciones antes y después de cada tratamiento. Las incidencias en los rendimientos de tomate se compararon entre ambos tratamientos y se calcularon los índices de propagación, grado de desarrollo de la meloidogynosis y la efectividad técnica del tratamiento y su empleo, y el control de forma tradicional. Se realizó una evaluación económica a todos los tratamientos efectuados. Los rendimientos aumentaron a 68 t/ha con respecto al sistema tradicional por estimulación y cantidad de frutos por planta que resultó la mejor respuesta. La efectividad técnica fue superior al 69% para todas las casas donde se aplicó y redujo un 70% de la infestación por *Meloidogyne incognita*, especie encontrada. Los rendimientos superaron casi 3 veces al sistema tradicional lo que demuestra su eficacia y rentabilidad. Se sugiere la implementación de esta alternativa en demás áreas de casas de cultivo protegido y organópico.

Palabras clave: mejora morfológica, *Meloidogyne incognita*, rendimiento, tomate.

S5.5 *Bacillus* genus as plant growth promoter bacteria in rice (*Oryza sativa* L.) and maize (*Zea mays* L.)

Marcia M. Rojas Badía¹, Berto Tejera Hernández¹, Diana M. Bosh Crespo¹, Yoania Ríos Rockafull², Mayra Heydrich Pérez¹ e-mail: marcia@fbio.uh.cu

¹ Dpto. de Microbiología y Virología, Facultad de Biología, Universidad de La Habana. Cuba.

² Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT).

The use of plant growth promoting bacteria (PGPB) can substitute partially the chemical fertilizers, which increase the price of productions and have a negative effect on environment. The present work shows the isolation of *Bacillus* strains from rhizosphere of rice (*Oryza sativa* L.) and maize (*Zea mays* L.) crops. Two isolation methods were used, microcosm model and directly from soil, resulting in the obtainment of 92 strains of Gram positive aerobic endospore forming rods. All isolates produce indole compounds auxine type measured by colorimetric method and 37 of them solubilize inorganic phosphate. Also, 80 strains growth in semisolid medium without any source of nitrogen. The ability to form biofilm in polystyrene plates was demonstrated by a crystal violet method for the strains. This feature constitutes an advantage to plant colonization. Several photographs are showed to compare the media without bacteria and inoculated with a good and poor biofilm producer bacterium. Seven isolates are identified by 16S rDNA partial sequencing as members of *Bacillus* genus. On the other hand, phytostimulating assays in rice crop at 30 days after inoculation were observed at root level. This work shows the potential capacities of autochthonous *Bacillus* strains associated with gramineous plants to be use in the growth promotion in order to obtain better results in the yield of this important crop in a sustainable agriculture.

Keywords: plant growth promoting bacteria, rice, maize, bacillus

Potencialidades del género *Bacillus* como promotor del crecimiento en los cultivos del arroz (*Oryza sativa* L.) y el maíz (*Zea mays* L.)

El uso de las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB) podría sustituir parcialmente el uso de fertilizantes químicos, que no solo encarecen la producción, sino que también traen consigo un efecto negativo sobre el medio ambiente. En el presente trabajo se demostró que el género *Bacillus* está presente en los cultivos del arroz (*Oryza sativa* L.) y maíz (*Zea mays* L.) procedentes de diferentes regiones. Mediante el aislamiento directo del suelo rizosférico o mediante el Modelo Microcosmos se obtuvieron 92 cepas de bacilos Gram positivos, aerobios y formadores de endosporas. Todos produjeron compuestos

indólicos estimuladores del crecimiento vegetal y 37 solubilizaron fosfatos inorgánicos. Además se determinó la capacidad de crecer en medio libre de nitrógeno de 80 de ellas. Se determinó la capacidad para formar biopelículas, medida por el método de violeta cristal en placas de poliestireno, resultando que seis de ellas sobrepasan el valor de absorbancia de uno, característica que constituyen una ventaja que potencia la colonización de la planta. Se muestran fotografías que permiten comparar el medio sin inocular y la biopelícula formada por una cepa de alto valor de absorbancia y otra de bajo valor, donde se observan patrones diferentes. Siete cepas seleccionadas se identificaron como pertenecientes al género *Bacillus* utilizando la secuenciación del gen que codifica para el ARN ribosómico 16S. Por otra parte, se realizaron bioensayos *in vivo* en bandeja en el cultivo del arroz, lo que demostró la capacidad bioestimuladora del crecimiento a nivel radical. En este trabajo se obtuvieron cepas autóctonas del género *Bacillus* asociadas a gramíneas de interés económico con potencialidades para la promoción del crecimiento, lo que ofrece expectativas en la utilización agrobiotecnológica de estas bacterias.

Palabras clave: bacterias promotoras del crecimiento, arroz, maíz, *Bacillus*

Session VI: Plant - beneficial micro-organisms interactions

S6.1 Residues from anaerobic digestion - fertilizer value or pathogen risk?

Heribert Insam¹, Ingrid-Franke-Whittle¹, Marta Goberna², Sabine Podmirseg¹

¹Institut für Mikrobiologie, Universität Innsbruck, Technikerstr. 25, 6020 Innsbruck, Austria;

²Department of Soil and Water Conservation, and Management of Organic Residues, CEBAS-CSIC, Campus Universitario de Espinardo, E-30100, Espinardo (Murcia) Spain.

Anaerobic digestion (AD) is today one of the most promising methods for renewable energy production from domestic, industrial and agricultural organic wastes. A co-product of AD is the digestate (AD slurry) that can be applied to the soil, contributing to restoring its organic stock, the recycling of organic matter and the saving of fertilizers. Several features of AD slurry make it superior to undigested products such as cattle manure. These characteristics include malodor reduction, pathogen control, more readily

available and better balanced nutrients, but still no increase in nutrient leaching losses. However, opinion on pathogen survival and the leaching of mineral nitrogen is not unequivocal. Pathogens can survive the process and persist in the AD slurry, and there is also a potential for pathogen regrowth during storage due to the non-hygienic conditions of the storage/transporting tanks or to reinoculation. For a lab-scale experiment we hypothesised that using AD slurry might result in reduced pathogen survival compared to undigested manure, but higher ammonia and nitrate availability. While AD reduced the numbers of pathogens, it did not sanitise the product completely. Leaching of nitrate was higher in slurry than manure amended soils. While slaughterhouse AD yields a digestate particularly rich in nitrogen, its hygienic properties are insufficient for direct application. Additional measures like pasteurization, alkaline hydrolysis or composting are required. Summarizing, AD slurries are valuable soil amendments, however, in specific cases special attention has to be given on the sanitation, and also on the timing of application.

Keywords: anaerobic digestion, organic matter recycling, slurries, pathogen

S6.2 Response of maize on field applications of plant growth promoting rhizobacteria

Bettina Eichler-Löbermann, Thomas Krey

University of Rostock, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Germany
e-mail: bettina.eichler@uni-rostock.de

Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) can have beneficial effects on plant nutrition, but information on their performance under field conditions is scarcely known. Based on a long-term field experiment regarding different P fertilizing strategies the interactive effects of two strains of PGPR (*Pseudomonas fluorescens* strain DR54 and *Enterobacter radicincitans* sp. nov. strain DSM 16656) and organic fertilization (with cattle manure and biowaste compost) on P uptake of maize (*Zea mays* L.) as well as on soil P pools and soil enzyme activities were tested within a two year study. The organic fertilizers were applied firstly in autumn 1998 and incorporated every three years in the soil, namely in autumn 2001, 2004 and 2007. The PGPR treatments were applied in 2007 and 2008. Results showed that the organic fertilizers generally increased growth and P uptake of maize as well as soil P pools. Responses derived

from the PGPR application were less pronounced. However, the PGPR treatments also affected soil P pools. The inoculation with *P. fluorescens* likewise enhanced the high soluble P content in soil. Increases of 10 % after maize harvest in 2007 and even 15 % after the second maize harvest in 2008 compared to the control were observed, whereas the inoculation with *E. radicincitans* had no significant effects on the P content in soil. In our study interactive effects of PGPR application and organic fertilization were not observed. Our results indicate that organic fertilization does not support the PGPR performance.

Key words: maize, phosphorus, rhizobacteria, organic fertilizer

S6.3 Dark septate endophyte fungal association in shola species of Nilgiris, Western Ghats, Southern India

V. Muniappan* T. Muthukumar K. Sathiya das

Root and Soil biology Lab, Department of Botany, Bharathiar University, Coimbatore, India.
Corresponding author: V. Muniappan*
e-mail: biomunis@gmail.com

Tropical montane evergreen forest known as 'Shola' forest occurs in the higher elevation of the Western Ghats and its associated hill range in Southern India. Dark septate endophytes (DSE) are conidial or sterile fungi likely to be ascomycetous and colonizing plant roots. DSE fungal association have been reported for nearly 600 plant species representing about 320 genera and 100 families. In this study we examined DSE fungal status of plant species collected from seven shola forest (Theetukal shola, Fern hill shola, Doddabeta shola, Cairn hill shola, Governor shola, Ora shola and T.R. Bazaar) in Nilgiri Biosphere Reserves. Of the 89 plant species belonging to 44 families' examined 28 plant species had DSE fungal association. Total root length with DSE fungal colonization ranged from 37.3% in *Rubus ellipticus* to 2.6% in *Ischemum bisulcata* and varied significantly between plants species. In addition to 11 plant species had microsclerotia or Moniliform hyphae which ranged from 30.67% in *Plantago asiatica* and 1.96% in *Taraxacum officinale*. Among life forms of DSE fungal occurrence was high in herbs (24%) compared to shrubs (4%), trees (2%).

Key words: dark septate fungi, microsclerotia, Shola

S6.4 Influence of Ecomic® y Fitomas-E on the reduction of mineral fertilizers in transgenic maize

Moisés Morejon¹, Camilo Ayra¹, Pilar Tellez¹, Yanileysis Parla¹, Meraldo Pujol¹, Carlos Borroto¹, Ramón Rivera², P. José Gonzalez², Blanca de La Noval², Yoan Alsola³.

¹ Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB) Ave. 31 e/ 158 & 190, Playa, A.P. 6162, C.P. 10600, Ciudad Habana, Cuba.

e-mail: moises.morejon@cigb.edu.cu

² Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) Carretera de Tapaste km 3,5 San José de Las Lajas, La Habana, Cuba

³ Empresa Agropecuaria "Niña Bonita" Carretera Cangrejera, Lisa, Ciudad de La Habana

Corn is one of the agricultural products most in demand in our country given its use in food and feed. That is why its cultivation in our country is strategic. Globally this crop reaches every year millions of hectares. Its nutritional value is appreciated in our diet and as feedstock in the production of feed for animal consumption. It is a demanding crop in terms of nutritional requirements, mostly of nitrogen, and less phosphorus and potassium. However, high prices of these fertilizers in the international market, coupled with its environmental costs force us to seek nutritional alternatives that can reduce the high doses of mineral fertilizers by biofertilizers produced domestically. We propose a technological package for the cultivation of maize variety FR-Bt1 with the use of two Bioproducts (EcoMic® and Fitomas-E), which produce the potential yield of the variety with less use of chemical fertilizers

Key words: biofertilizers, plant growth, mineral fertilizer, transgenic maize

Influencia de Ecomic® y Fitomas-E en la reducción de las dosis de fertilizantes minerales para la nutrición del maíz transgénico

El maíz es uno de los productos agrícolas de mayor demanda en nuestro país dado su uso en la alimentación humana y animal. Es por ello que el desarrollo de su cultivo en nuestro país resulta estratégico. A nivel mundial este cultivo alcanza todos los años millones de hectáreas de extensión. Su valor nutricional es apreciado para nuestra dieta y como materia prima en la elaboración de piensos para consumo animal. Es un cultivo exigente en cuanto a requerimientos nutricionales, principalmente de Nitrógeno, y en menor medida Fósforo y Potasio.

Sin embargo los altos precios de estos fertilizantes en el mercado internacional, sumado a su costo ambiental nos obligan a buscar alternativas nutricionales, que permitan reducir las altas dosis de los fertilizantes minerales por Biofertilizantes de producción nacional. En este trabajo proponemos un paquete tecnológico para el cultivo de la variedad de maíz FR-Bt1 con el empleo de dos Bioproductos (Ecomic® y Fitomas-E), que permiten la obtención del rendimiento potencial de la variedad con un menor uso de fertilizantes químicos.

S6.5 Mycorrhizal symbiosis on roots and tubers: a contribution to soil management and food sustainability

*Luis Ruiz Martínez¹, Jaime Simo González¹, Ramón Rivera Espinosa²

¹Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT) del MINAG, Cuba, Apdo. 6, Santo Domingo, CP. 5300, Villa Clara, Cuba

²Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) del MES, Cuba
e-mail: lruiz@inivit.cu

In order to establish the importance of mycorrhizal symbiosis on roots and tubers and its dependence on arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) applied, soil type, soil fertility, mineral fertilizer doses (NPK) and inoculation methods, a research plan was developed at INIVIT during 1991 to 2011, in potato, cassava, sweet potato, taro (*Colocasia* and *Xanthosoma*) and yam in two soil types: carbonated soft brown soil and Red Ferrallitic soil of high and low - medium cation exchange capacity, respectively. A high soil-species specificity (AMF) was found; so that in brown soils the most effective species was *Glomus intraradices*, whereas in Ferrallitic soils *Glomus mosseae* was the most effective and was necessary to add additional nutrient amounts (NPK) amounting to 25-75% (depending on the crop) that is commonly applied to obtain high yields; larger amounts inhibit mycorrhization and therefore affect this component from the biological activity. In relation to inoculation methods, the results showed that the best treatment for cassava was to coat seed tips + 25% NPK and for sweet potato and dasheen seeds were coated with mycorrhiza + 50% NPK. The best treatments allowed a saving of 98, 96 and 91% mycorrhizal inoculum, respectively, in relation to soil application. The result is widespread in 100 Cuban agricultural enterprises based on tropical root and tuber crops, bananas, and plantains.

Key words: Cuba, mycorrhizas, roots and tubers.

La simbiosis micorrízica en las raíces y tubérculos. Una contribución al manejo de los suelos y a la sostenibilidad agroalimentaria

Con el objetivo de establecer la importancia de la simbiosis micorrízica en las raíces y tubérculos y su dependencia de los Hongos Micorrizógenos Arbusculares (HMA) aplicados, tipo de suelo y fertilidad de éste, dosis de fertilizantes minerales (NPK) y los métodos de inoculación, se desarrolló un plan de experimentos en el INIVIT, durante los años 1991-2011, en papa, yuca, boniato, malanga (*Colocasia* y *Xanthosoma*) y ñame en dos tipos de suelos: Pardos mullidos carbonatados y Ferralíticos Rojos de alta y baja-media capacidad de intercambio catiónico respectivamente. Se encontró una alta especificidad suelo-especie de HMA, de forma tal que en los suelos Pardos la especie más efectiva fue la *Glomus intraradices*; mientras que en los suelos Ferralíticos lo fue la *Glomus mosseae*, fue necesario adicionar cantidades complementarias de nutrientes (NPK) que ascienden al 25-75 % (en dependencia del cultivo) de las que comúnmente se aplican para obtener altos rendimientos; cantidades mayores inhiben la micorrización y por consiguiente afectan este componente de la actividad biológica del. En cuanto a los métodos de inoculación, los resultados mostraron que el mejor tratamiento para la yuca fue recubrir las puntas de la "semilla" + 25 % de NPK y para el boniato y la malanga fue recubrir la "semilla" con micorrizas + 50 % de NPK, Los mejores tratamientos permitieron un ahorro del inoculo de micorrizas del 98, 96 y 91 % respectivamente, con relación a la aplicación por el suelo. El resultado está generalizado en 100 entidades de empresas de cultivos varios de Cuba.

Palabras clave: micorrizas, raíces y tubérculos, Cuba.

S6.6 Effect of mycorrhizal fungi inoculation in the production of Persian lime (*Citrus latifolia*) plantlets grafted on five different rootstocks in Jagüey Grande

Yoel Tornet Quintana¹, Osvaldo L. Sardiñas Baró², Miguel Aranguren González³

¹Unidad Científico Tecnológica de Base Jagüey Grande (IIFT). C-24 e/ 17 y 17A No 1702, Torriente, Matanzas.

² Unidad Científico Tecnológica de Base Jagüey Grande (IIFT). C-24 e/ 17 y 17A No 1702, Torriente, Matanzas.

³ Unidad Científico Tecnológica de Base Jagüey Grande (IIFT). C-24 e/ 17 y 17A No 1702, Torriente, Matanzas

e-mail: yoel@citrovg.cu

Mycorrhizal inoculation can be applied in nurseries as a cultural practice that even can be performed with fertilizer applications. It has been shown that the cause of poor development of citrus overexploited soils is the absence of mycorrhizae on their roots. In nursery conditions of the Scientific Technological Unit Jagüey Grande, we studied the effect of inoculation with mycorrhizal (AMF) in the production of Persian lime plantlets (*Citrus latifolia* Tan) grafted on five patterns. With this aim, we evaluated the influence of this fungus on the growth patterns and grafted plantlets of Persian lime in the nursery. The use of mycorrhizal fungi (AMF), resulted in a more variable growth patterns in *Citrus reticulata* Blanco, *Citrus volkameriana* Pask and *Citrus aurantium* L. We found a higher number of roots in mycorrhizal plants from patterns *Citrus reticulata* Blanco, *Citrus volkameriana* Pask and *Citrus aurantium* L. and Citrumelo 'Swingle' (*Poncirus trifoliata* L. Raf. X *Citrus paradisi* Macf.), but not in the pattern citrange 'Carrizo' (*Poncirus trifoliata* L. Raf. X *Citrus sinensis* (L.) osb). The use of mycorrhizal favored the growth of Persian lime plantlets grafted on *Citrus reticulata* Blanco and *Citrus volkameriana* Pask. Inoculated plantlets with mycorrhizal fungi (AMF) showed a significant advance of 30 days, in the production cycle of the plantlets in the nursery.

Key words: Citrus, fungi, grafting, nursery

Efecto de la inoculación con micorrizas (HMA) en la producción de posturas de limero persa (*Citrus latifolia* Tan.) injertadas sobre cinco patrones en Jagüey Grande

La inoculación micorrízica puede ser aplicada en los viveros como una operación cultural que incluso puede realizarse junto a las aplicaciones de fertilizantes. Se ha demostrado que la causa del pobre desarrollo de los cítricos en suelos sobre explotados es la ausencia de micorrizas en sus raíces. En las condiciones de vivero de la Unidad Científico Tecnológica de Base de Jagüey Grande, se estudió el efecto de la inoculación con micorrizas (HMA) en la producción de posturas de limero 'Persa' (*Citrus latifolia* Tan.) injertada sobre cinco patrones. Con este objetivo se evaluó la influencia de este

hongo sobre el crecimiento de los patrones y del injerto de limero 'Persa' en la fase de vivero. La utilización de hongos micorrizógenos (HMA), motivó de forma variable un mayor crecimiento en los patrones mandarino 'Cleopatra' (*Citrus reticulata* Blanco), *Citrus volkameriana* Pask. y naranjo 'Agrio' (*Citrus aurantium* L.). Se obtuvo un mayor volumen de raíces en las plantas micorrizadas de los patrones mandarino 'Cleopatra', *C. Volkameriana* Pask, naranjo 'Agrio' y Citrumelo 'Swingle' (*Poncirus trifoliata* L. Raf. x *Citrus paradisi* Macf.), no siendo así en el patrón citrange 'Carrizo' (*Poncirus trifoliata* L. Raf. x *Citrus sinensis* (L.) Osb). La utilización de micorrizas favoreció el crecimiento de limero 'Persa' injertado sobre mandarino 'Cleopatra' y *Citrus volkameriana* Pask. Las posturas inoculadas con hongos micorrizógenos (HMA), presentaron un adelanto significativo de 30 días, en el ciclo de producción de las posturas en la fase de vivero.

Palabras clave: cítricos, hongos, injerto, vivero

S6.7 Selection of effectiveness rhizobia nodulating *Macroptillium atropurpureum* under salt stress

Raúl Carlos López Sánchez¹, Roeland Samson², Patrick Van Damme³, Raúl Campos Posada⁴, Ana V. Dominguez Leon¹, Ernesto Gomez Padilla¹ and Bettina Eichler⁵

¹ University of Granma. Cuba. e-mail: rlopez@udg.co.cu

² University of Antwerp. Belgium

³ University of Genth. Belgium

⁴ Universidad Autónoma de Coahuila, México

⁵ University of Rostock. Germany

The response of *Macroptillium atropurpureum* to inoculation with rizobios native isolates and commercial *Rhizobium* strains was studied under salt stress. The study was carried out under semi controlled conditions in greenhouse as well as under field conditions. The effects of three *Rhizobium* strains (JD10, JD 11 and 1030) were compared to control and mineral N fertilization taking into account yield and nitrogen fixation parameters. Under semi controlled conditions, the best results for yield and nitrogen fixation parameters were found for the native strain of *Rhizobium* (JD10). In this treatment, together with the N fertilizer treatment, the highest root and shoot weights and N uptakes were found. Furthermore, the JD 10 treatment showed the highest K:Na ratio, the highest ureide contents, highest values of chlorophyll a and b in the shoot,

and the best index of inoculation effectiveness. In the field experiments, the JD 10 treatment had positive effects on all the parameters in comparison to other treatments. The results emphasized the great potential of *Rhizobium* strains Jd10 in symbiosis with *M. atropurpureum* on salt affected soils.

Keywords: *Macroptillium atropurpureum*, nitrogen fixation, rizobio, salt stress, nodulation

S6.8 Inoculation of cowpea bean with selected native *Bradyrhizobium* strains in Cuban saline soil conditions

Ernesto Gómez Padilla¹, Beatriz Ruiz-Díez², Mercedes Fernández-Pascual², Ernesto Gómez Buzón¹, Bettina Eichler-Loebermann³, Roeland Samson⁴, Patrick Van Damme⁵, Raúl López Sánchez¹.

¹Center of Plant Biotechnology Studies, Agronomy Faculty, University of Granma, Cuba.

²Institute of Agrarian Sciences (CSIC), Madrid. Spain.

³University of Rostock, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences. Rostock, Germany.

⁴University of Antwerp, Faculty of Science, Bioscience Engineering. Belgium.

Ghent University, Laboratory of Subtropical and Tropical Agronomy and Ethobotany, Belgium.

e-mail: egomezp@udg.co.cu

Saline soils take up between 40 and 50% of the whole planet and their expansion increase annually near 3 ha min⁻¹. Cuba has around one million hectares affected by this problem; in Granma province, there are 228 thousand hectares which represent 23 % of the whole area in the island. In these areas, the introduction of genotypes with tolerance and wildness characteristics is an alternative to recovery and to avoid the harmful effect of saline stress. A series of experiments with the aim to evaluate and select salt-tolerant genotypes of cowpea, and to characterize (genetic and morphological) new isolations of *Bradyrhizobium* strains, as well as, the evaluation of symbiosis *Bradyrhizobium*-cowpea in greenhouse and field conditions (soils of Granma province) under saline stress environments were carried out. The results evidenced differences in tolerance levels to saline stress among varieties, being IT 86 D-715 the most tolerant while 86 D-510, 82 E-9, Cancarro and Trópico Yarey were classified as moderately tolerant, however Cubanita-666 was strongly affected by salinity showing susceptibility characteristics. Five new isolates from Cowpea bean nodules grown in saline soils were obtained. The *Bradyrhizobium liaoningense* (VIBA-1) and *Bradyrhizobium yuanmingense* (VIBA-2, VIBA-3,

VIBA-5 and VIBA-6) were the representative species of those which VIBA-1 and VIBA-2 evidenced the best adaptation to different stress conditions. The salinity had not harmful effect on symbiotic nitrogen fixation even some variables as acetylene reduction activity (ARA), leaves and nodules proteins content and the starch granules were increased, mainly when the tolerant genotype (IT 86 D-715) was used and inoculated with VIBA-1. The grain yield, the nodules number and dry mass, the biomass nitrogen content, the specific nitrogen fixation and the inoculation effectiveness indexes, were improved with inoculation of VIBA-1 y VIBA-2 when the plants were grown under saline soil conditions.

Keywords: saline soils, symbiotic nitrogen fixation, cowpea bean, salt tolerance

S6.9 Effectivity of *Azotobacter chroococcum* strains on chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivar JP-94, in the province of Las Tunas

Marisleidis Cutiño Escalona, Ernesto Nápoles Gallardo, Martha González Cruz.

Universidad Vladimir Ilich Lenin La Tunas. Cuba.
e-mail: marisleydisce@ult.edu.cu

This research deals with the effectiveness of native and commercial strains of *Azotobacter chroococcum* on chickpea. The influence of two native strains of *A. chroococcum* T-2 and T-51 was evaluated in comparison with the commercial strain INIFAT-12 and a control without application. This investigation was developed in two stages, two experiments under semi-controlled conditions and another one in the field. A completely randomised experimental design was used for the experiments under semi-controlled conditions with four treatments and 12 repetitions each. Seeds were inoculated before planting and physiological and growth variables were measured and they were submitted to an analysis of variation of simple classification. In semi-controlled conditions strains TU-2 and INIFAT 12 were the most effective ones. With a positive influence in most physiological indicators evaluated. Whereas the TU-51 had the less positive effect, but was more effective than the control. On field conditions there were no difference between the *A. chroococcum* strains and all induce higher yields than the non-inoculated control.

Keywords: chickpea, biofertilization, *Azotobacter*

Efectividad de cepas de *Azotobacter chroococcum* en el cultivo del garbanzo (*Cicer arietinum*, L.) cultivar JP-94, en un suelo fersialítico pardo rojizo mullido de la provincia Las Tunas

Se evaluó la influencia de las cepas nativas de *Azotobacter chroococcum* T-2, T-51 en comparación con la cepa comercial INIFAT-12, más un testigo sin aplicación en indicadores fisiológicos y productivos del cultivo del garbanzo *Cicer arietinum*. L cultivar JP-94 en suelo Fersialítico pardo rojizo mullido de la provincia de Las Tunas. La investigación se realizó en dos etapas, con dos experimentos bajo condiciones semicontroladas y uno en campo. Para los experimentos bajo condiciones semicontroladas se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con cuatro tratamientos y 12 repeticiones, donde se inoculó la semilla en el momento de la siembra, se midieron las variables fisiológicas y del crecimiento, estas fueron sometidas a un análisis de varianza de clasificación simple, las medias de cada tratamiento se compararon mediante la prueba de Duncan $P < 0.05$. En la primera etapa, la cepa Tu-2 e INIFAT-12 fueron las más efectivas, pues mantuvieron influencia positiva en la mayoría de los indicadores fisiológicos evaluados, mientras que la Tu-51 fue la de menor influencia positiva, pero más efectiva que el testigo. En condiciones de campo, se experimentó con un diseño en bloque al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, midiéndose los componentes del rendimiento expresados en $t \cdot ha^{-1}$. Estos fueron procesados mediante un análisis de varianza de clasificación doble con la prueba de Duncan $P < 0.05$, y se realizó una valoración económica. En esta etapa los tratamientos inoculados con *A. chroococcum* no presentaron diferencia desde el punto de vista estadístico en cuanto a rendimiento en $t \cdot ha^{-1}$, y superaron al testigo.

S6.10 Effectivity of biofertilizer application in chickpea (*Cicer arietinum* L.) in a fersialitic reddish brown soil

Maritza González Leyva.

Universidad de Las Tunas. Las Tunas. Cuba.
e-mail: maritzagl@ult.edu.cu

Experiments were conducted in agricultural enterprises of Las Tunas province with Chickpea (*Cicer arietinum*, L.), variety nacional L-29, in order to evaluate the performance of this crop to *Mesorhizobium cicerii* application, strain INIFAT-12 and *Penicillium bilaii* in a fersialitic reddish

brown soil. The results showed that the three inoculated treatments behaved better than non-inoculated for most physiological parameters. The strain *M. cicerii* had better results in terms of physiological parameters and yield performance. In all inoculated treatments physiological processes, such as flowering, pods emission and harvesting were improved.

Keywords: Chickpea (*Cicer arietinum* L.), biofertilizer, nutrition

Efectividad de algunos biofertilizantes en el cultivo del garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en un suelo fersialítico pardo rojizo mullido

En las áreas de la Empresa Agropecuaria Las Tunas se realizó un experimento en el cultivo del Garbanzo (*Cicer arietinum* L.), variedad nacional L- 29, con el objetivo de evaluar la efectividad de la aplicación de *Mesorhizobium cicerii*, *Azotobacter chroococcum* y *Penicillium bilaii*, en un suelo Fersialítico pardo rojizo mullido. Los resultados obtenidos muestran que la aplicación de estos productos biológicos producen efectos positivos como alternativa de nutrición ya que los tres tratamientos inoculados superan al testigo sin inocular en el comportamiento de la mayoría de los parámetros fisiológicos y la cepa de *M. cicerii* fue la que arrojó los mejores resultados en el experimento en cuanto a los parámetros morfofisiológicos (altura de la plantas, número de ramas y longitud de la raíz) e indicadores del rendimiento evaluados (número de vainas, número de granos por vaina y masa de 1000 granos).

Palabras clave: biofertilizante, garbanzo, nutrición

S6.11 Use of inorganic fertilizers and bio-fertilizers in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

Alejandro Sueiro Garra, Miriela Rodríguez Pequeño, Bladimir Díaz, Anairys María Flores Morales

Centro de Estudios y Servicios Ambientales de Villa Clara (CESAM). e-mail: arqueocent@vcl.cu.

Empleo de fuentes inorgánicas y biofertilizantes en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en la CPA Triunfo de la Revolución

El trabajo es el resultado de un experimento, realizado por estudiantes y profesores de la Carrera de Agronomía de la SUM de Sagua la Grande en el primer trimestre del año 2011,

donde se evaluó la efectividad de fuentes inorgánicas y biofertilizantes en el cultivo del frijol. Este se realizó en la Finca # 2 de la CPA Triunfo de la Revolución, Sagua la Grande, Villa Clara. Se emplearon semillas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) sobre suelo Sialitizado cálcico. Se utilizó un diseño de bloques al azar, donde se les realizaron evaluaciones a 4 tratamientos. Durante el ciclo del cultivo no se emplearon químicos contra plagas, las malezas fueron controladas con atenciones culturales y se desarrolló en condiciones de riego. Se evaluó el rendimiento a partir del número de legumbres por planta, número de granos por legumbre, peso 100 granos y peso total de los granos. Mediante el software SPSS 15, se realizaron pruebas ANOVA para cada variable, en las que resultaron diferencias significativas, se realizó un test de Duncan para localizar estas diferencias. Con respecto al rendimiento, se constataron diferencias significativas entre las medias del número de vainas por planta para cada tratamiento excepto entre el control y la urea. También resultaron significativas las diferencias entre el número de granos por tratamiento entre el control y *Rhizobium* y el control y Fitomas. La utilización de *Rhizobium* constituye una alternativa económica y ecológicamente sustentable para la agricultura en el mejoramiento de los cultivos, los suelos y los ecosistemas en general.

Palabras clave: biofertilizantes, *Rhizobium*, sostenibilidad, agroecología.

S6.12 Genetic identification of *Rhizobium* strains: their behavior on different bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes

Ariany Colás Sánchez¹, Roldán Torres Gutiérrez¹, Bettina Eichler-Loebermann², Klever Ivan Granda Mora³, Yenisey Gutiérrez Sánchez¹, Anne Willems⁴, Jan Michiels⁵, Jos Vanderleyden⁵
e-mail- ariany80@gmail.com; arianycs@uclv.edu.cu

¹Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Cuba

²University of Rostock, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences, Alemania

³Universidad Nacional de Loja, Area de Recursos Naturales, Ecuador

⁴Gent University, Laboratory of Microbiology, Bélgica

⁵Katholieke Universiteit Leuven, Centre for Microbial and Plant Genetics, Bélgica

The work was carried out with the aim of identify and characterize isolates of *Rhizobium* genus from 13 sampling areas in central provinces of Cuba (Sancti Spiritus, Villa Clara and

Cienfuegos), and to determine the effect of the isolates on phenotypic and growth parameters of common bean genotypes under controlled conditions. The morphological analysis was based on determining the differences of the colonies obtained from isolation, which evaluated the Gram stain, growth type, color, slime production, edge and elevation. The genetic identification of isolates was performed by molecular tools using 16S rRNA gene sequencing. Under controlled conditions the nodulation, phenotypic parameters, biomass and nitrogen content were evaluated on ICA Pijao and BAT-304 common bean genotypes. The results showed a wide morphological diversity of native strains in the soils of central Cuba. A total of 33 isolates showed different characteristics in at least one parameter measured. A total of 22 sequences were analysed for genetic identification, turning out six genus of bacteria matching to *Arthrobacter*, *Chryseobacterium*, *Enterobacter*, *Stenotrophomonas*, *Pseudomonas* and *Rhizobium* genus. Rhizobia were the only bacteria with differences at level species. From eight sequences aligned belonging to *Rhizobium* genus, four species (*Rhizobium* sp., *R. etli*, *R. pisi* and *R. radiobacter*) were identified including the first report of *R. pisi* for Cuban soils. Phenotypic analysis showed the beneficial effect of the species *R. etli* and *R. pisi* respectively, increasing the growth parameters, biomass production and nitrogen content on bean genotypes. Genotypic variability demonstrated the close correlation among these strains and genotype BAT-304 compared with ICA Pijao.

Keywords: genetic identification, growth parameters, nitrogen content, *Phaseolus vulgaris*, *Rhizobium*, strains.

Identificación genética de cepas de *Rhizobium*: comportamiento en genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

El trabajo se realizó con el objetivo de caracterizar e identificar bacterias pertenecientes al género *Rhizobium*, aisladas de 13 zonas de muestreos de las provincias de Sancti Spíritus, Cienfuegos y Villa Clara, así como determinar el efecto de estos aislados sobre parámetros morfológicos, fisiológicos y la fijación de nitrógeno de genotipos de frijol común. Se realizó el análisis morfológico, la identificación genética de los aislados resultantes de la caracterización morfológica y el análisis fenotípico de los aislados que se condujo en condiciones controladas, evaluándose diferentes parámetros y la fijación de nitrógeno de los genotipos ICA

Pijao y BAT-304. Los resultados mostraron una amplia diversidad morfológica de las cepas nativas en los suelos de la región central de Cuba. Un total de 33 aislados mostraron características diferentes en al menos uno de los parámetros medidos. De las 22 secuencias analizadas en la identificación genética, fueron identificados seis géneros correspondiente a *Arthrobacter*, *Chryseobacterium*, *Enterobacter*, *Stenotrophomonas*, *Pseudomonas* y *Rhizobium*. De las ocho secuencias alineadas pertenecientes al género *Rhizobium*, fueron identificadas cuatro especies (*R. sp.*, *R. etli*, *R. pisi* y *R. radiobacter*) siendo *R. pisi* el primer reporte de para suelos de Cuba. El análisis fenotípico mostró el efecto beneficioso de las especies de *R. etli* y *R. pisi*, respectivamente, el aumento de los parámetros de crecimiento, producción de biomasa y contenido de nitrógeno en los genotipos de frijol. La variabilidad genotípica demuestra la estrecha correlación entre el genotipo de estas cepas y BAT-304 en comparación con el ICA Pijao.

Palabras clave: identificación genética, parámetros de crecimiento, *Phaseolus vulgaris*, *Rhizobium* strains

S6.13 Effect of plant growth promoting bacteria on Sorghum variety UDG-110 under semi-controlled conditions

Bladimir Díaz¹, Rene Cupull², Pilar Fernández³, Ana María Suarez¹, Yelenys Alvarado⁴, Roldán Torres¹, Oralia Rodríguez², Sirley Gattorno², Rafael Jiménez², Pedro Torres². e-mail: bladimir@uclv.edu.cu

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. CUBA.

²Centro de Investigaciones Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. CUBA.

³U.P. Estab. Prov. Suelos y Fertilizantes. MINAGRI. Villa Clara. CUBA.

⁴Instituto de Biotecnología de las Plantas, Villa Clara. CUBA.

It was carried out an experiment under controlled conditions using as substrate an Oxisol soil. The sorghum seeds variety UDG-110 were pelletized with casting containing nine bacterial strains isolated from rhizosphere and inside of sorghum root. It was proven the positive effect of the isolated ones on different morphophysiological parameters of the crop being in a stimulation of vegetable growth in comparison with a treatment control without application. It was concludes that bacterial strains could constitute alternatives for the biofertilization under field conditions.

Keywords: PGPB, sorghum bicolor, plant growth promotion, biofertilization

Efecto de bacterias promotoras del crecimiento vegetal sobre la variedad de sorgo UDG-110 en condiciones semi-controladas

Se realizó un experimento en condiciones controladas utilizando como sustrato suelo Ferralítico rojo (Oxisol). Se peletizaron las semillas de sorgo variedad UDG-110 con casting conteniendo nueve estirpes bacterianas aisladas de la rizosfera e interior de la raíz del sorgo. Se comprobó el efecto positivo de los aislados sobre diferentes parámetros morfofisiológicos del cultivo resultando en una estimulación de crecimiento vegetal en comparación con un tratamiento control sin aplicación. Se concluye que las estirpes bacterianas pudieran constituir alternativas para la biofertilización en condiciones de campo.

Palabras claves: BPCV, sorghum bicolor, estimulación del crecimiento vegetal, biofertilización

S6.14 Biofertilization with VAM for the production of *Lysiloma bahamense* Benth plantlets in nurseries

Emir Falcón Oconor, Manuel C. Riera Nelson, Orfelina Rodríguez Leyva

Facultad Agroforestal de Montaña. Universidad de Guantánamo. Guantánamo. Cuba.
e-mail: emir@fam.cug.co.cu

Mycorrhizae play an important role in increasing the absorption of nutrients and in the improvement of plant growth in different agroecosystems. In order to demonstrate the benefits of arbuscular mycorrhizae on plant growth and nutrition, a research was conducted in a traditional nursery belonging to the Forestry Unit Guantánamo, Guantánamo Integral Forest Enterprise. The effect of two VAM strains on a brown carbonated soil in a ratio 7:1 (soil, cow dung) was studied. Three treatments were formed by applying 10 (g) of *Glomus hoiu* and *Glomus intraradices* on seed planting and a non-inoculated control, 20 seedlings were evaluated per treatment at 120 days; measuring height growth, stem diameter, counting the number of leaves, canopy width, % infection, visual density and mass of arbuscular endophyte. The results showed a positive response to inoculation with differences against non-inoculated, with best results for *G. intraradices*.

Keywords: *Lysiloma bahamense*, mycorrhiza, nursery, plantlets

Efectividad de la biofertilización con hongos micorrizicos arbusculares en la producción de posturas de *Lysiloma bahamense* Benth.

Las micorizas juegan un papel importante en el incremento de la absorción de los nutrientes y en la mejora del crecimiento de las plantas en los diferentes agroecosistemas. Con el objetivo de demostrar los beneficios de las micorizas arbusculares en el crecimiento y nutrición de las plantas, se realizó una investigación en un vivero tradicional perteneciente a la Unidad Silvícola Guantánamo, de la Empresa Forestal Integral Guantánamo. Se evaluaron dos cepas de hongos formadores de micorriza arbusculares (HMA) sobre un suelo Pardo sialítico carbonatado con proporción 7:1 (suelo- estiércol vacuno, relación 7:1). Se conformaron 3 tratamientos aplicando 10 (g) de micorriza arbusculares de la especie *Glomus hoi like* y *Glomus intraradices* por debajo de la semilla, siendo evaluadas 20 plántulas de cada tratamientos a los 120 días; midiéndoles el crecimiento en altura, diámetro del tallo, conteo del número de hojas, el ancho de copa, % de infección, densidad visual y masa del endófito arbuscular. Los resultados evidenciaron una respuesta positiva a la inoculación al existir diferencias con el testigo no inoculado, destacándose el tratamiento 3 (*G. intraradices* + 7:1) con los mejores resultados

Palabras claves: *Lysiloma bahamense*, micorriza arbusculares y vivero

S6.16 *In vitro* phosphate solubilizing capacity of fungi isolated from rhizosphere of *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris* (Schrader ex Wendland)

Mayra Acosta-Suárez¹, Yelenys Alvarado-Capó¹, Mileidy Cruz-Martín¹, Cynthia Sánchez-García¹, Michel Leiva-Mora¹, Berkis Roque¹, Marisol Freire-Seijo¹, Manuel Alfonso Mariño².

¹Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central 'Marta Abreu' de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. CP 54 830.

² Empresa Forestal. Buen Viaje y Río. Santa Clara, Villa Clara, Cuba e-mail: mayra@ibp.co.cu

Microorganisms play an essential role in the operation and the viability of the ecosystem of the soil. The communities of filamentous fungi habitants in the rhizosphere of the bamboos are diverse; to know their functions could contribute

to a better handling of these plants in the breeding soil. In this sense, the present investigation had objective, to determine the solubility phosphate capacity of isolate of different filamentous fungi isolated from the rhizosphere of *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris* Schrader ex Wendland. Were utilized 78 isolate corresponding to 15 generous that were isolated of four localities where the plantations had between four and 60 years of planted. Of each isolate, discs of mycelium in plates of Petri with medium of culture for the phosphate solubilisation were seeded. A qualitative scale for the evaluation of the change of coloration of culture medium was made. The results showed that only 44.87% of the isolate showed capacity to solubility phosphates. These belonged to *Aspergillus* (42,85%), *Penicillium* (54,28%) and *Trichoderma* (2,85%). The capacity of solubilisation of phosphorous varies between the generous studied and within the isolate a same generous. The inoculation with organisms phosphate solubilizers, could contribute to increase the phosphorus levels available in the rhizosphere of the plants.

Keywords: bamboo, filamentous fungi, rhizosphere, phosphorus solubilisation

Determinación *in vitro* de la capacidad solubilizadora de fosfatos de hongos aislados de la rizosfera de *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris* (Schrader ex Wendland)

Los microorganismos juegan un papel esencial en el funcionamiento y la sustentabilidad del ecosistema del suelo. Las comunidades de hongos filamentosos habitantes en la rizosfera de los bambúes son diversas, conocer sus funciones pudiera contribuir a un mejor manejo de estas plantas en los viveros. En este sentido, la presente investigación tuvo como objetivo, determinar *in vitro* la capacidad solubilizadora de fosfatos de cepas de diferentes hongos filamentosos aislados de la rizosfera de *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris* Schrader ex Wendland. Se emplearon 78 cepas correspondientes a 15 géneros que habían sido aisladas de cuatro localidades donde las plantaciones tenían entre cuatro y 60 años de plantadas. De cada cepa, se sembraron discos de micelio en placas de Petri con medio de cultivo para la solubilización de fosfatos. Se confeccionó una escala cualitativa para la evaluación del cambio de coloración del medio de cultivo. Los resultados mostraron solo el 44,87 % de las cepas mostraron capacidad de solubilizar fosfatos *in vitro*. Estas pertenecían a *Aspergillus* (42,85%), *Penicillium* (54,28%) y *Trichoderma* (2,85%). La capacidad de

solubilización de fósforo *in vitro* varía entre los géneros estudiados y entre las cepas dentro de un mismo género. La inoculación con organismos solubilizadores de fosfato, podría contribuir a incrementar los niveles de fósforo disponible en la rizosfera de las plantas.

Palabras clave: Bambúes, hongos filamentosos, rizosfera, solubilización fósforo

S6.17 Bacteria of the banana phyllosphere with potential of promoting plant growth

Mileidy Cruz-Martín*, Cynthia Sánchez-García, Berkis Roque, Mayra Acosta-Suárez, Michel Leiva-Mora, Eylin Mena, Yelenys Alvarado-Capó

Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Carretera a Camajuaní, km 5.5, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. CP 54 830. e.mail: mileidy@ibp.co.cu

Effective and sustainable technological alternatives for the replacement of chemical fertilization it is a challenge for scientists. Agriculture must provide more food with fewer resources and less land uses mainly in future climate change scenario. The possibility of using techniques based on the use of microorganisms that usually live associated with plants is a promising alternative for a sustainable agriculture. Positive actions are known in microorganisms among which plant growth promotion is ensured by different mechanisms. Considering these criteria, this study was aimed to characterize bacteria isolated from banana phyllosphere, as promoters of plant growth. The ability to fix atmospheric nitrogen, phosphate solubilize, protease activity was determined *in vitro*. Micropropagated *Musa* spp. plants were inoculated with selected strains in greenhouse, by immersion of roots. Bacteria tested, influenced favorable in banana plant growth. The 100% of bacteria were able to grow in culture media without nitrogen, 26.3% solubilized phosphate, 57.9% had protease activity and 89% produced more than 10 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ of indol acetic acid. Bacteria isolates were able to modify the banana architecture of roots and their dry weight. These results demonstrate the potential of bacteria associated with banana phyllosphere to improve growth of micropropagated *Musa* plants.

Keywords: Indol acetic acid, *Musa* spp, PGPB, growth promotion

Bacterias de la filosfera de bananos con potencial como promotoras del crecimiento vegetal

Es un reto para la comunidad científica la búsqueda de alternativas tecnológicas eficaces y sustentables para la sustitución de la fertilización química. Lo cual, se hace urgente en un escenario en donde la agricultura debe ofrecer más alimento con cada vez menos recursos y menos tierras adecuadas para esta actividad, condicionada, además, a las severas limitaciones que le impone el cambio climático. En relación con los manejos sostenibles en agricultura, la posibilidad de usar técnicas basadas en la utilización de microorganismos que usualmente viven asociados a las plantas es una alternativa promisoría. Esto está justificado por las acciones positivas que se sabe realizan los microorganismos entre las que se encuentran la promoción de crecimiento vegetal mediante diferentes mecanismos. Teniendo en cuenta tales criterios, el trabajo tuvo como objetivo caracterizar bacterias aisladas de la filosfera de bananos, como promotoras del crecimiento vegetal. Para ello se determinó *in vitro*, la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, solubilizar fosfatos, actividad proteasas y la de producir. Plantas *in vitro* de *Musa* spp. fueron inoculadas por inmersión de raíces, en casa de cultivo, con cepas seleccionadas. Como resultado se determinó que las bacterias evaluadas poseen características que pueden incidir en el crecimiento de las plantas. El 100% fueron capaces de crecer en medios de cultivo sin nitrógeno, el 26.3% de solubilizar fosfatos, el 57.9% tuvo actividad proteasa y 89% produjeron Ácido Indol acético por encima de $10 \mu\text{g.mL}^{-1}$. Al evaluar el efecto de las cepas sobre las plantas se encontró que fueron capaces de modificar la arquitectura de las raíces así como su peso seco. Estos resultados demuestran el potencial que tienen las bacterias asociadas al cultivo de *Musa* spp. para su empleo en los programas de manejo del cultivo.

Palabras clave: Acido Indol Acético, *Musa* spp. PGPB, promoción del crecimiento

S6.18 Interaction between *Tsukamurella paurometabola* C 924 and *Rhizobium leguminosarum* in bean plants

Marieta Marín Bruzos¹, Jesús Mena Campos¹, Pavel Chaveli Chávez², Rolando Morán Valdivia¹ y Eulogio Pimentel Vázquez¹
e-mail: marieta.marin@cigb.edu.cu

¹Microbiology Laboratory. Centre for Genetic Engineering and Biotechnology.. Circunvalación Norte y Avenida Finlay. POBox 387. CP 70100. Camagüey, Cuba.

²Estación Experimental de Suelos de Camagüey, Cuba.

The experiment was carried out to evaluate the interaction between *Tsukamurella paurometabola* C 924 and *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* CFH in bean plants. Treatments consisted of non-inoculated plants, plants inoculated with *T. paurometabola* C 924, inoculated with *R. leguminosarum* biovar *phaseoli* CFH and inoculated with both strains. The application of the microorganisms single or in coinoculation improved the germination of seeds. *T. paurometabola* C 924 did not enhanced *Rhizobium* nodulation. However, no significant differences were found between treatments for shoot height and diameter. There was an increase in the leave's number in the plants inoculated with *T. paurometabola* C 924. We concluded that application of *T. paurometabola* C 924 improved the growth of the plants and even though *T. paurometabola* C 924 did not enhance nodulation, this fact did not affect the plants growth.

Keywords: *Rhizobium leguminosarum*, *Tsukamurella paurometabola*; nodulation, bean, germination

Interacción de *Tsukamurella paurometabola* C 924 con *Rhizobium leguminosarum* en el cultivo de frijol

El objetivo del trabajo fue evaluar mediante el análisis de los parámetros fenológicos de las plantas, la interacción de *T. paurometabola* C 924 con *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* CFH en el cultivo de frijol. Se emplearon cuatro tratamientos (plantas sin inocular, inoculadas con *T. paurometabola* C 924, inoculadas con *R. leguminosarum* biovar *phaseoli* CFH e inoculadas con ambas cepas). Se observaron diferencias significativas en los porcentajes de germinación de las plantas tratadas con microorganismos de forma independiente o conjunta con respecto al control sin inocular. Se determinó que la inoculación de *T. paurometabola* C 924 afectó el proceso de nodulación de *R. leguminosarum* biovar *phaseoli* CFH. Sin embargo, esto no incidió de manera ostensible en la altura de las plantas, ni en el diámetro del tallo pues no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a estos parámetros. Respecto al número de hojas, los mejores resultados se obtuvieron

con la aplicación de *T. paurometabola* C 924. Se concluyó que la aplicación de *T. paurometabola* C 924 estimuló el desarrollo de las plantas de frijol y que aunque existió antagonismo entre *T. paurometabola* C 924 y *R. leguminosarum* biovar *faseoli* CFH, esto no afectó las características fenológicas del cultivo.

Palabras clave: *Rhizobium leguminosarum*; *Tsukamurella paurometabola*; nodulación; frijol; germinación

S6.21 Bioestimulation of Cayena lisa pineapple vitroplants through the inoculation with *Azotobacter chroococcum*

Rayza M. González R^{1*}, Alitza Iglesias¹, Rosalinda Serrato F³, José C. Lorenzo F¹, Víctor Olalde P³, Lázaro E. Pulido², Bernardo Dibut A⁴

¹Centro de Bioplantitas, Universidad de Ciego de Avila, UNICA. Cuba. e-mail: rgonzalez@bioplantitas.cu

²Facultad de Agronomía, Universidad de Ciego de Avila, UNICA. Cuba

³Laboratorio de Bioquímica ecológica, Centro de Investigaciones Avanzadas del IPN, CINVESTAV, Irapuato. México

⁴Instituto nacional de Investigaciones fundamentales de la Agricultura tropical. Cuba

A series of laboratory and greenhouses experiments were carried out at Bioplant Center, University of Ciego de Avila to determine the effect of a bioproduct containing *Azotobacter chroococcum* on pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) vitroplants production. Pineapple Cayena lisa vitroplants were cultivated *in vitro* on MS medium using conventional procedures and transferred to both conditions and were either mock inoculated or inoculated with *Azotobacter*. Out of several *A. chroococcum* strains tested, INIFAT 5 had the best behavior. A monthly application with this strain had the best stimulation of plant growth and development. This was evident when the autochthonous populations of bacteria in the substrate red soil:filter cake (1:1) were shown to be low, indicating the need of reinoculation. Several indicators were also determined: anatomic, photosynthetic index and fluorescence index, chlorophyll a and b content, total carbohydrates content, protein and amino acids content. It was shown in all cases that the inoculation with this rizobacter stimulates plant metabolism which allows explaining the agrobiological effects of these bacteria on the vitroplants development. These results are the first reports on the characterization of these indicators in plants treated with plant growth promoting bacteria.

Keywords: vitroplants, pineapple, *Azotobacter chroococcum*, acclimatization

Bioestimulación de vitroplantas de piña cv. Cayena lisa mediante la inoculación de *Azotobacter chroococcum*

Con el objetivo de determinar el efecto de la aplicación de un biopreparado a base de *Azotobacter chroococcum* en la producción de vitroplantas de piña (*Ananas comosus* L. Merr) se desarrolló un conjunto de experimentos en fase de laboratorio y casas de aclimatización pertenecientes al Centro de Bioplantitas de la Universidad de Ciego de Ávila. Se emplearon en ambas condiciones vitroplantas de piña cv Cayena lisa provenientes de la micropropagación convencional cultivadas en medio MS, inoculadas con la bacteria y un testigo sin inocular. De las pruebas discriminatorias de diferentes cepas de *A. chroococcum*, el mejor comportamiento correspondió a la cepa INIFAT 5. La frecuencia de aplicación cada cuatro semanas con esta cepa, propició la mayor estimulación en el crecimiento y desarrollo de las vitroplantas, lo que pudo comprobarse al determinar las bajas poblaciones autóctonas de esta bacteria en el sustrato cachaza: suelo rojo (1:1) que indican la necesidad de reinoculación. Se determinaron además diferentes indicadores como son: anatómicos, índice de fotosíntesis y fluorescencia, contenido de clorofilas a y b, carbohidratos totales, proteínas y aminoácidos. En todos los casos se pudo comprobar que la inoculación con esta rizobacteria ejerce una estimulación en el metabolismo de las plantas que permite explicar los efectos que a nivel agrobiológico ejercen estas bacterias en el desarrollo de las vitroplantas. Estos resultados constituyen los primeros reportes de caracterización de estos indicadores en plantas tratadas con bacterias estimuladoras del crecimiento.

Palabras clave: vitroplantas, piña, *Azotobacter chroococcum*, aclimatización