

Uso de abonos orgánicos líquidos como alternativa de fertilización para producción de semilla de papa variedad Andinita, municipio Campo Elías, Mérida (Venezuela)

The use of liquid organic fertilizer as an alternative to fertilization for the production of potato seed variety Antidinita, Campo Elías municipality, Mérida (Venezuela)

Uso de fertilizantes orgânicos líquidos como fertilizante alternativo para a produção de sementes de batata, variedade Andinita, município de Campo Elías, Mérida (Venezuela)

María Angélica Ormeño Díaz¹ y Juan Carlos Rey B².

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Av. Universidad, Edif. INIA, Mérida, Venezuela. Correo electrónico: mormeno@inia.gov.ve.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Aragua. Av. Universidad, El Limón, Maracay. Correo electrónico: jcreyb@hotmail.com.

Resumen

En Mérida (Venezuela) la producción de papa se basa en el excesivo uso de agroquímicos, especialmente para la producción de semilla, lo cual no solo encarece la producción, sino que contamina los suelos, el ambiente y la salud de los productores. Desde hace una década el Estado venezolano ha impulsado la producción agrícola sustentable, para lo cual se han desarrollado prácticas alternativas para la producción sostenible que incluye utilización de semilla sana de variedades tolerantes o resistentes a plagas y enfermedades, control integrado de plagas y uso de abonos orgánicos. Se establecieron ensayos en 2014-2015 para evaluar abonos orgánicos (AO): T1 (testigo, 100% Fertilizante Químico, FQ), T2 (50% FQ + 50% AO al 30%), T3 (100 % AO al 20%) y T4 (100% AO al 30%), cuatro repeticiones en bloques distribuidos completamente al azar. Los AO se aplicaron quincenalmente. Para el manejo fueron utilizadas prácticas

Recibido el 13-10-2017 • Aceptado el 09-07-2018

*Autor de correspondencia. Correo electrónico: mormeno@inia.gov.ve

agroecológicas. Se midió número total por tipo de tubérculos (consumo, semilla y descarte), su biomasa y rendimiento. Se realizó el análisis estadístico comparación de medias de Tukey ($p < 0,1$). Los abonos orgánicos líquidos al 30% (T4) dieron valores similares en rendimientos que T1, por lo que puede ser sustituido como fertilizante para la producción de papa y semilla. La fertilización combinada (T2) mejora los rendimientos de papa Andinita ($58 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), así como la producción de tubérculos comerciales (consumo + semilla) 81 % y número de tubérculos tamaño semilla (62), seguido por T4 (80% y 69%). Los tratamientos con abonos orgánicos presentaron mejores rendimientos cuando hubo presencia de enfermedades.

Palabras clave: té de estiércol, manejo agroecológico, *Solanum tuberosum* L.

Abstract

The production of potato in Mérida (Venezuela) is basically based on the excessive use of agrochemicals, especially during the seed production process. This practice not only increases the production costs, but contaminates the soil, the environment and negatively affects the health of those who produce it. For ten years, the Venezuelan government has promoted sustainable agricultural production for which it has developed alternative practices for sustainable production that includes the use of seed from healthy varieties resistant to plagues and disease, an integrated disease control, and the use of organic fertilizers. Tests were established in 2014-2015 to evaluate the use of organic fertilizers (AO in spanish): T1 (control treatment, 100% FQ (chemical fertilizer, spanish), T2 (50% FQ + AO 30%), T3 (100% AO 20%) y T4 (100% AO 30%), with each repetition done in blocks randomly distributed. The organic fertilizers were applied every 15 days: the handling was done according to agro-ecological practices. The total number per type of crop was measured (for consumption, the seed, and to throw away), its weight and yield. The comparative statistical analysis was done using the Tukey test ($p < 0,1$). The liquid organic fertilizers at 30% (T4) produced similar yield values than T1, so that it may be used as a fertilizer for the production of potato and seed. Combined forms of the fertilizer (T2) improves yielding of this variety Andinita ($58 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), as well as 81% of production of commercial tubers (consumption + seed) and the number of tuber seed size (62), following for T4 (80% and 69 respectively). The tests with organic fertilizers show better yielding results even in the presence of disease.

Key words: manure tea, agroecological management, *Solanum tuberosum* L.

Resumo

Em Mérida (Venezuela) a produção de batata é baseado no uso excessivo de agroquímicos, especialmente para a produção de sementes, que não só aumenta o custo de produção, mas polui o solo, o ambiente e a saúde dos produtores. Durante uma década o governo venezuelano tem promovido a produção

agrícola sustentável, tem desenvolvido práticas para a obtenção de variedades tolerantes ou resistentes a pragas e doenças, manejo integrado de pragas e uso de fertilizantes orgânicos. Se estabeleceram experimentos em 2014-2015 para avaliar fertilizantes orgânicos (AO): T1 (controle, 100% fertilizante químico, CF), T2 (50% + 50% 30% CF AO), T3 (100% de OD de 20%) e T4 (100% AO a 30%), quatro repetições em blocos distribuídos completamente ao acaso. A AO foi aplicada quinzenalmente. Para o manejo, foram utilizadas práticas agroecológicas. O número total foi medido por tipo de tubérculo (consumo, semente e disposição), biomassa e rendimento. A análise estatística foi feita comparando as médias de Tukey ($p < 0,1$). adubo líquido de 30% (T4) deu rendimentos semelhantes valores T1, de modo que pode ser substituído para a produção de fertilizantes e sementes de batata. A fertilização combinada (T2) rendimentos melhorados de batata Andinita (58 t.ha⁻¹), bem como a produção de tubérculos comerciais (consumo + semente) 81% e o número de tubérculos tamanho das sementes (62), seguido de T4 (80 % e 69%). Os tratamentos com adubação orgânica apresentaram melhores rendimentos quando houve presença de doenças.

Palavras-chave: chá de chorume, manejo agroecológico, *Solanum tuberosum* L.

Introducción

La mayor producción de papa se encuentra en la región andina de Venezuela; sin embargo, la producción de este cultivo se ha convertido en una limitante en el país debido a los altos costos de producción, la escasez de insumos agrícolas y la poca cantidad de semilla de calidad disponible en el mercado nacional. El estado Mérida es el mayor productor de papa y semilla de papa del país, representando el 56% (10.360 ha) para el 2010 y 43% (12.369 ha) para el 2015, de la producción nacional (MPPAT, 2016). Por otro lado, en Mérida, la producción se basa en el excesivo uso de agroquímicos, especialmente para la producción de semilla, lo cual no solo encarece la producción, sino que contamina los suelos, el ambiente y la salud de los productores. Desde hace más de una década el gobierno venezolano ha

Introduction

The largest potato production is found in the andean region of Venezuela; however, the production of this crops has become in a limitation for the country due to the high prices of production, lack of agricultural supplies and the small amount of quality seed available in the national market. Merida state is the biggest potato and potato seed producer of the country, representing 56% (10.360 ha) in 2010 and 43% (12.369 ha) in 2015, of the national production (MPPAT, 2016). On the other hand, in Merida, production is based on the excessive use of agrochemicals, especially in seed production, which not only increases the prices of production, but also contaminates the soil, environment and health of the farmers. For over a decade the venezuelan government has developed state policies to

desarrollado políticas de Estado para estimular la producción sustentable, para lo cual, el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) ha desarrollado prácticas alternativas para la producción sostenible de papa, la cual incluye la utilización de semilla sana de variedades tolerantes o resistentes a plagas y enfermedades, control integrado de plagas y uso de abonos orgánicos. Fue necesario establecer ensayos de fertilización para evaluar las diferentes dosis de fertilización química, combinada (química más orgánica) y orgánica para las nuevas variedades como las reportadas por Ormeño (2011) para la variedad Tibisay, que incluyen la aplicación de otras prácticas agroecológicas, por no haber en el país tablas de fertilización ajustadas a las nuevas variedades (INIA, 2005). La literatura reporta investigaciones en las cuales se ha estudiado la aplicación de abonos orgánicos especialmente gallinaza y compost como complementos de la fertilización química en los Andes Venezolanos y en otras zonas productoras de papa en el país; sin embargo, la mayoría de ellos solo estudiaron la cantidad a aplicar y su incidencia en el rendimiento, manteniendo el mismo manejo con agroquímicos para las demás prácticas y sin considerar su efecto sobre la calidad de los suelos o el estado sanitario del cultivo (De Brito *et al.*, 1976; INIA, 2005; Zamora *et al.*, 2008). Otro hecho que se debe tomar en cuenta es que la producción de papa en los Andes merideños incluye la rotación de cultivos con zanahoria y ajos y no con leguminosas,

stimulate the sustainable production, for which, the Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) has developed alternatives practices for the sustainable production of potato, which includes to use of healthy seed of varieties that are tolerant or resistant to plagues and diseases, integrated plague control and use of organic fertilizer. It was necessary to establish fertilization trials to evaluate the different doses of chemical fertilization, combined (chemical plus organic) and organic for the new varieties as reported by Ormeño (2011) for the Tibisay variety, which includes the application of other agroecological practices, for not having in the country tables adjusted to the new varieties (INIA, 2005). The literature reports on research into the application of organic fertilizer especially chicken manure and compost as a supplement of chemical fertilization in Los Andes and potato producing areas in the country; however, most of them only studied the amount to apply and its impact in performance, maintaining the same handling with agrochemical for the other practices and without considering its effect over the quality of the soil or the health status of the crop (De Brito *et al.*, 1976; INIA, 2005; Zamora *et al.*, 2008). Another fact to be considered is that the production of the potato in Los Andes of Merida include rotation of the crop with carrot and garlic and not with legumes, so the wear of the soil is greater. Since 2006 the integral application of agro-ecological practices have been evaluated with the purpose to develop technological references of the

por lo que el desgaste de los suelos es mayor. Desde el 2006 se viene evaluando la aplicación integral de prácticas agroecológicas con el fin de desarrollar referenciales tecnológicos de manejo de papa especialmente para los pequeños y medianos productores, con énfasis en la producción artesanal de semilla de papa que incluya el uso de abonos orgánicos fáciles de producir por los productores y con recursos locales. El objetivo de este trabajo fue evaluar las diferentes fuentes de fertilización para la producción de papa de la variedad Andinita, utilizando un manejo integral con prácticas agroecológicas.

Material es y métodos

Durante el 2014 y 2015 se establecieron varias parcelas demostrativas agroecológicas, en el sector Mistajá, municipio Campo Elías, estado Mérida, ubicadas entre los 2.103 a 2.124 msnm, coordenadas UTM N-950.400 y E-241.441. Las características de los suelos se observan en el cuadro 1. Presentan buen contenido de materia orgánica, altos valores en la disponibilidad de los cationes, pH ligeramente ácido, según rangos señalados por Casanova (2005) para suelos tropicales venezolanos. Se evaluaron diferentes fuentes de fertilización: fertilizantes químicos (FQ), fórmula completa 12-12-17 SP más sulphomag (22 % K_2O + 18 MgO) según análisis de fertilidad de los suelos; abonos orgánicos (AO), se utilizaron té de

handling of potato especially for little and medium farmers, with emphasis in traditional production of potato seed that includes the use of organic fertilizer that are easy to produce by farmers and with local resources. The objective of this work is to evaluate the different fertilization sources to produce the Andinita potato variety, using an integral management with agro-ecological practices.

Material es y métodos

During 2014 and 2015 several agro-ecological demonstration plots were established, in sector Mistaja, Campo Elias municipality, Merida state, located between 2.103 to 2.124 m above sea level, UTM N-950.400 and E-241.441 coordinates. The characteristics of the soil are shown in Table 1. They have a good amount of organic matter, high levels of cations available, pH slightly acid, according to ranges indicated by Casanova (2005) for venezuelan tropical soil. Different sources of fertilization were evaluated: chemical fertilizers (FQ), complete formula 12-12-17 SP plus sulphomag (22 % K_2O + 18 MgO) according to soil fertility analysis; organic fertilizer (AO), bovine manure tea and liquid vermicompost were used in ratio 3:1, in different concentrations, following the methodology described by Ormeño and Ovalle (2007) for its preparation, and the combination of FQ and AO.

Same agro-ecological practices were applied to every treatment. An equivalent of 800 kg of agricultural lime was applied per hectare to reduce soil acidity by 0,5 the value of pH (as

estiércol de bovino y vermicompost de lombriz líquido en relación 3:1, en diferentes concentraciones, siguiendo la metodología descrita por Ormeño y Ovalle (2007) para su preparación, y la combinación de FQ y AO.

Las demás prácticas agronómicas aplicadas fueron agroecológicas e igual para todos los tratamientos. Se aplicó el equivalente de 800 kg de cal agrícola por hectárea para bajar la acidez de los suelos en 0,5 del valor de pH (según recomendación de análisis de fertilidad de INIA Mérida); se utilizaron trampas amarillas pegajosas para la captura de insectos plaga chupadores y mosca minadora (*Liriomyza* sp.), cambiadas cada 15 días o cuando éstas estuvieran llena de insectos, caldo sulfocálcico (mensualmente) en dosis de 400 mL.bomba⁻¹ de espalda de 20

a result of fertility analysis by INIA Merida); sticky yellow traps were used to capture of insect pests miner fly (*Liriomyza* sp.) and changed every 15 days or whenever full of insects; sulfocalcic broth was applied monthly with manual sprayer in dose of 400 mL per 20 L and barrier crops (corn, chive, coriander, chard, lupine, bean, vetch and chachafruto); at least three crops in each plot for pest control; beneficial fungus *Trichoderma harzarium* was used for fungus diseases control in every treatment including control, sowing, after a month and during the hilling. In both years, there was a need to apply commercial fungicide (two applications) to control attacks from candelilla (*Phytophthora infestans*) caused by excess moisture, although the sowing date of 2015 was advanced

Cuadro 1. Características iniciales de los suelos de las parcelas sembradas con papa Andinita 2014-2015, sector Mistajá, municipio Campo Elías, Mérida.

Table 1. Initial characteristics of the soil in the plots sown with Andinita potato variety 2014-2015, Mistaja sector, Campo Elias municipality, Merida.

Características	Unidad	2014	2015
Textura	(%)	A	FAa
pH	(1:2,5)	5,8	6
MO	(%)	3,05	5,95
C.E.	(dS.m ⁻¹)	0,02	0,11
P ₂ O ₅	(mg.kg ⁻¹)	93	64
Ca	(mg.kg ⁻¹)	1716	2742
MgO	(mg.kg ⁻¹)	100	36
K ₂ O	(mg.kg ⁻¹)	123	168

FAa (franco arcillo arenosa), A (arcillosa), MO (materia orgánica), CE (conductividad eléctrica).

L y cultivos barrera (maíz, cebollín, cilantro, acelga, lupino, caraota, arveja y chachafruto) por lo menos tres cultivos en cada parcela para el control de plaga; se utilizó el hongo benéfico *Trichoderma harzarium*, para el control de enfermedades fungosas en todos los tratamientos incluyendo el control, en la siembra, al mes y en el aporque. En los dos años, hubo la necesidad de aplicar fungicidas comerciales (dos aplicaciones) por exceso de humedad, para controlar ataques de candelilla (*Phytophthora infestans*), pese a que el 2015 se adelantó la fecha de siembra para no coincidir con período de lluvias excesivas. Se utilizó la variedad de papa 'Andinita', de la especie *Solanum andigena*, de crecimiento erecto, color de la flor lila, tubérculos ovalados, piel amarillo pálido y pulpa crema. Su período vegetativo varía de 120 a 150 días dependiendo de la altura de la zona de siembra. Es una papa doble propósito (consumo directo y fritura). Se evaluaron cuatro tratamientos para mejorar la producción de papa obtenida por Ormeño (2011) con el uso de abonos orgánicos líquidos: T1 (testigo o control, 100 % FQ), T2 (50 % FQ + AO 30 %), T3 (100 % AO al 20 %), T4 (100 % AO al 30 %). Se realizaron siete aplicaciones de abonos orgánicos líquidos cada 15 días, comenzando en la siembra. La aplicación se hizo con bombas de espalda manual, al suelo, y después del primer aporque al suelo y de forma foliar (doble pasada en el suelo y una al follaje). Las semillas fueron sembradas en hilos de 6 m x 0,70 m entre surcos, a 30 cm entre plantas. Con cuatro hilos por tratamiento

to avoid the period of excessive rains. The 'Andinita' potato variety was used, obtained from *Solanum andigena* specie; it shows an erect growth, toluilac flower color, oval tuber, pale yellow skin and cream pulp. Its vegetative period varies from 120 to 150 days depending on the altitude of the planting area. It's a double purpose potato (direct consumption and frying). Four treatments were evaluated to improve the potato production obtained by Ormeño (2011) with the use of liquid organic fertilizer: T1 (witness or control, 100 % FQ), T2 (50 % FQ + AO 30 %), T3 (100 % AO at 20 %), T4 (100 % AO at 30 %). Liquid organic fertilizer was applied every 15 days from planting, for a total of seven applications. The application was made with manual sprayer to the soil and foliage, after the first hilling (double pass to the ground and one to the foliage). The seeds were planted in threads of 6 m; seeding density was 0.70 m between grooves and 30 cm between plants. There were four threads for each treatment to evaluate the two central ones. The experimental design was a random complete blocks with four repetitions. The harvesting was made on the 102nd day in 2014 and 99th day in 2015.

The percentage of emergence of the potato after a month of sowing was evaluated. In the harvest the number of total tubers (NT), number of consumption tubers (NC), number of seed tubers (NS), number of discard tubers (ND), biomass of the consumable tubers (PC), biomass of the seed tubers (PS), biomass of the

para evaluar los dos centrales, cuatro repeticiones de cada uno. El diseño fue establecido en bloques al azar. La cosecha se realizó a los 102 días en 2014 y a los 99 días en 2015.

Se evaluó el porcentaje de emergencia de la papa al mes de la siembra. En la cosecha se evaluó el número total de tubérculos (NTT), número de tubérculos consumo (NC), número de tubérculos semilla (NS), número de tubérculos descarte (ND), biomasa de tubérculos consumo (PC), biomasa de tubérculos semilla (PS), biomasa de tubérculos descarte (PD) y rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$). La clasificación de los tubérculos se realizó con base a biomasa: Consumo (> 100 g), semilla (< 100 g y > 40 g) y descarte (< 40 g). Adicionalmente se agregó al descarte todos los tubérculos con evidencia de ataque de plagas, enfermedades y daños mecánicos.

A la data se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk modificado para conocer la calidad de los datos. Con base a los resultados de la prueba de normalidad se aplicó un análisis de varianza (ANAVAR) y pruebas de medias de Duncan y Tukey ($\alpha \leq 0,05$ y $\alpha \leq 0,10$) (Tukey, 1977). Para los datos del año 2015 se utilizó la prueba de medias de Duncan. El procesamiento de los datos se realizó con el programa Infostat versión 2016 (Di Rienzo *et al.*, 2016).

Resultados y discusión

El porcentaje de emergencia para el año 2014 fue de 93 % y del año 2015 fue de 97 %.

discard tubers (PD) and yield ($t \cdot ha^{-1}$) were evaluated. The classification of the tubers was made based on biomass: Consumption > 100 g, seed < 100 g and > 40 g and discard < 40 g. Additionally every tubers with evidence of plague attacks, disease and mechanical damage were added to the discard.

The Shapiro-Wilk normality test was applied to the data to know the quality of the data. Based on the results of the normality test, a variance analysis (ANAVAR) and Duncan and Tukey means test ($\alpha \leq 0.05$ y $\alpha \leq 0.10$) (Tukey, 1977) were applied. For the 2015 data the Duncan means test was used. The processing of the data was in the Infostat program, version 2016 (Di Rienzo *et al.*, 2016).

Results and discussion

The percentage of emergence in 2014 was 93% and 97% in 2015.

Potato test 2014

The normality test showed that all studied variables were normally distributed. When the variance analysis was applied with $p < 0.05$, no significant differences were found in any of the studied variables, so the level of significance was increased to $P < 0.10$ (Probability equal 10%), where only the variable number of consumption tubers (NC) presented significant differences that allowed having two well differentiated groups (Table 1).

In the rest of the variables, no significant statistical differences

Ensayo de papa 2014

La prueba de normalidad demostró que todas las variables evaluadas se distribuyeron normalmente. Al aplicar el análisis de varianza con $p < 0,05$ no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables estudiadas, por lo que se amplió el nivel de significación a $p < 0,10$ (probabilidad 10%), en donde solo la variable número de tubérculos de papa tamaño consumo (NC) presentó diferencias significativas que permitió tener dos grupos bien diferenciados (figura 1).

En el resto de las variables tampoco se encontraron diferencias estadísticas significativas. Los resultados del ensayo establecido durante el 2014-2015 se muestran en el cuadro 2, en el que se concluyó que el mejor tratamiento para la producción de papa y de tubérculos tamaño consumo y semilla fue el T4

were found. The results of the trials during 2014-2015 are shown in table 2, which concluded that the best treatment to potato production, for consumption and seed was T4 (100% use of organic fertilizer at 30%), since it presents higher yield (36.7 t.ha^{-1}), higher number of consumption tubers and it was the second best seed tubers producer followed by T3. There wasn't statistical differences between T4 and T3.

Table 2: Number of tubers, biomass and yield of Andinita potato variety with the use of organic fertilizers, Mistaja sector, Campo Elias municipality, Merida, 2014-2015.

There weren't statistical differences between the control and the other treatments in terms of yield, however, T4 and T3 (100% use of liquid organic fertilizer at concentrations of 30 and

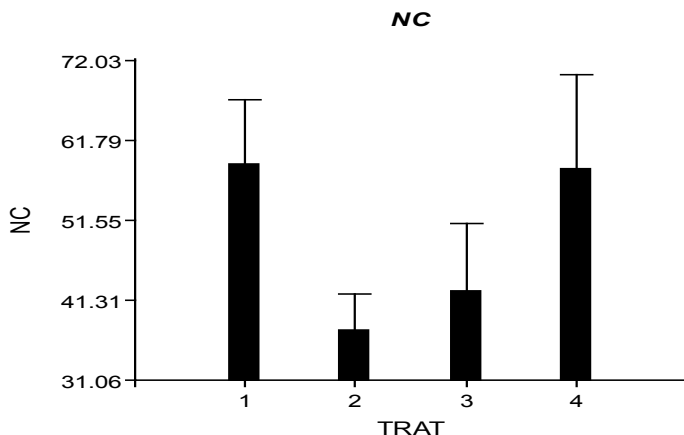


Figura 1: Número de tubérculos de papa tamaño consumo (NC) con la aplicación de abonos orgánicos en Mistajá (Mérida) 2014-2015.
Figure 1: Number of consumption tubers (NC) with the application of organic fertilizers in Mistajá (Mérida) 2014-2015.

Cuadro 2. Producción del número de tubérculos, biomasa y rendimiento de papa variedad Andinita con el uso de abonos orgánicos, en el sector Mistajá, municipio Campo Elías, Mérida 2014-2015.
Table 2. Number of tubers, biomass and yield of Andinita potato variety with the use of organic fertilizers, Mistaja sector, Campo Elias municipality, Merida 2014-2015.

Tratamiento	NTT	NC	PC	NS	PS	ND	PD	Rendimiento								
			(kg)		(kg)		(kg)	(t.ha ⁻¹)								
1 (testigo)	169	a	46	ab	5,1	a	49	a	2,5	a	75	a	1,4	a	32,2	a
2	176	a	34	b	3,8	a	62	a	3,4	a	80	a	1,5	a	30,9	a
3	167	a	57	a	6,1	a	52	a	2,8	a	58	a	1,0	a	35,5	a
4	182	a	60	a	6,1	a	56	a	2,8	a	66	a	1,3	a	36,7	a
CV	21,08		34,22		36,56		26,94		26,59		28,36		25,01		22,95	
Error	1339,0		284,0		3741197,9		217,0		7103750,0		4678,5		104687,5		724019452,0	

NTT: número total de tubérculos, NC: número de tubérculos consumo, PC: biomasa de tubérculos consumo, NS: número de tubérculos semilla, PS: biomasa de tubérculos semilla, ND: número de tubérculos descarte y PD: biomasa de tubérculos descarte Letras distintas indican diferencias estadísticas para una $p < 0,10$ según la Prueba de Tukey.

(100% uso de abonos orgánicos al 30%), por presentar mayor rendimiento (36,7 t.ha⁻¹), mayor número de tubérculos tamaño consumo, segundo productor de tubérculos semilla; seguido del T3. No hubo diferencias estadísticas con T3.

No hubo diferencias estadísticas entre el testigo y los demás tratamientos en cuanto al rendimiento, sin embargo, T4 y T3 (uso 100% de abonos orgánicos líquidos en concentraciones del 30 y 20% respectivamente) presentaron ligeramente mayores valores de rendimiento que el testigo (T1) donde se usaron fertilizantes químicos como abonos. Lo que infiere, que para esas condiciones pueden ser sustituidos los fertilizantes químicos (sintéticos) por los abonos orgánicos líquidos, sin reducción en los rendimientos, resultados que coinciden con lo reportado por Marín *et al.* (2017) para la producción de papa con fertilización orgánica combinada (sólida y líquida) en suelos andisoles en Costa Rica. Por otra parte, los rendimientos obtenidos en este ensayo coinciden con lo señalado por Ormeño (2011) para papa variedad Tibisay cuando se utilizaron abonos orgánicos líquidos al 20% en el municipio Miranda (Mérida), sin embargo, el uso de fertilizantes químicos al 100% permitió mayores rendimientos (49 t.ha⁻¹) en el mismo sector. En el municipio Rangel, el uso de fertilizantes químicos (100%) permitió obtener 27,6 t.ha⁻¹. En Rangel el uso de abonos orgánicos líquidos, no presentó rendimientos competitivos comparados con el uso de fertilizantes químicos como para sustituir éstos,

20%, respectively) presented slightly higher yield values than the control (T1), where chemical fertilizers were used. This implies that chemical fertilizers (synthetic) can be replaced by liquid organic fertilizers, without reduction in yields, what matches with that reported by Marín *et al.* (2017), andisols for the production of potato with combined organic fertilization (solid and liquid) in Andisols in Costa Rica. On the other hand, yields obtained in this test coincide with that indicated by Ormeño (2011) for the Tibisay potato variety when liquid organic fertilizer at 20% was used in the Miranda municipality (Merida); however, the use of chemical fertilizer at 100% allowed better yields (49 t.ha⁻¹) in the same sector. In the Rangel municipality, the use of chemical fertilizer (100%) allowed to obtain 27.6 t.ha⁻¹; in this municipality, the use of liquid organic fertilizer didn't show competitive yields compared to the use of chemical fertilizer to substitute them, but it did show an alternative for small-scale or 100% agro-ecological Tibisay potato variety production, this partly due to the presence of the *Erwinia* sp. bacteria that affected several plants in the blocks, mainly block 2.

The production of commercial tubers (consumption + seed) was 65% (T3), 64% (T4), 56% (T1) and 54% (T2), which coincides with that reported by Ormeño (2011) for Tibisay potato variety in the mentioned municipalities. Ormeño (2011) in Venezuela and Zuñiga *et al.* (2008) in native potatoes of Peru, mention the use of organic fertilizers alone

pero si una alternativa para la producción a pequeña escala o 100% agroecológica de papa Tibusay (17 t.ha⁻¹), considerando que el promedio del rendimiento de papa para el estado Mérida para ese año (2008) fue de 21 t.ha⁻¹, para el 2015, 23 t.ha⁻¹ (MPPAT, 2016). FEDEAGRO (2017) reportó rendimientos nacionales de papa de 17,9 t.ha⁻¹ para el 2015. Los rendimientos presentados en la zona de estudio, aunque muy superiores a los promedios nacionales y estatales de papa, estuvieron por debajo de los reportados por Ormeño (2011) para papa Tibusay, esto debido en parte, a la presencia de la bacteria *Erwinia* sp. que afectó varias plantas dentro de los bloques, principalmente del bloque 2.

La producción de tubérculos comerciales (consumo + semilla) fue de 65% (T3), 64% (T4), 56% (T1) y 54% (T2), lo que coincide por lo reportado por Ormeño (2011) para papa variedad Tibusay en los dos municipios mencionados. Ormeño (2011) en Venezuela y Zúñiga *et al.* (2008) en papas nativas del Perú mencionan que el uso de abonos orgánicos solos o combinados permiten obtener mayor cantidad de tubérculos útiles de papa (consumo y semilla). Martínez (2013) señala que en la fase crítica de la papa (35-50 días después de la emergencia) es donde se determina la calidad y rendimiento de este cultivo. El principal elemento responsable de la movilización del almidón de las hojas a los tubérculos es el potasio, por lo que la demanda de este nutriente es alta. Debe estar disponible para asegurar la movilización de

or combined to obtain more useful potato tubers (consumption and seed). Martínez (2013) points out that the critical phase of the potato (35-50 days after emergence) is when the quality and yield is determined in this crop. The main element responsible for moving the starch from the leaves to the tubers is potassium, so the demand for this nutrient is high. It must be available to ensure the mobilization of nutrients to the tuber. That's why it was inferred that the frequent use of liquid organic fertilizers, rich in potassium, contributes this essential element for the development of tubers, hence in plots where liquid fertilizers are applied, yields are major than when only solid fertilizers are applied, which, in general are made only in the planting.

Gómez-Brandon *et al.* (2015) remark that one of the advantages of the use of compost tea or liquid vermicompost include the ability to store water, improve nutrient availability, suppress diseases of plants and increase microbial diversity in soil. In general, the application of organic fertilizer has the advantage of providing all the nutrients of the crops, which doesn't happen with chemical fertilizers that accelerate the depletion of nutrients that are not incorporated in the formulas that are applied in the soil (Valverde *et al.*, 2011).

Potato test 2015

The normality test showed that all values were normal. When the analysis of variance with a probability of 5% and Duncan's test of mean were made, significant differences were found in only PC and yield, so

nutrientes al tubérculo. Por eso se infirió, que la aplicación frecuente de abonos orgánicos líquidos, ricos en potasio, aporta este elemento esencial para el desarrollo de los tubérculos, de ahí que en las parcelas en donde se aplican abonos líquidos, los rendimientos son mayores que cuando sólo se aplican los abonos orgánicos sólidos, lo cual, por lo general se hace solo en la siembra. Gómez-Brandón *et al.* (2015) mencionan que dentro de las ventajas del uso de té de compost o vermicompost líquido se incluyen su capacidad de mantener el contenido de materia orgánica y capacidad para almacenar agua, mejoran la disponibilidad de los nutrientes, suprimen enfermedades en las plantas e incrementan la diversidad microbial en los suelos. En general, la aplicación de los abonos orgánicos tiene como ventaja el aportar todos los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, reponiendo al suelo la extracción de nutrientes en las cosechas, lo que no sucede con los fertilizantes químicos que aceleran el agotamiento de los nutrientes que no están incorporados en las fórmulas que se aplican en el suelo (Valverde *et al.*, 2011).

Ensayo de papa 2015

La prueba de normalidad demostró que todos los valores son normales. Al aplicar el análisis de varianza con probabilidad de 5% y prueba de medias de Duncan se encontró diferencias significativas sólo en dos variables estudiadas PC y rendimiento, por lo que se amplió el nivel de significación a $p < 0,10$

the level of significance was extended to $P < 0.10$, where the NC, PC and yield variables showed significant differences that allowed to have two well-differentiated groups.

Significant differences were not found in the rest of the variables. Results of the established test during 2015 are shown in Table 3, where it was concluded that the best treatment for the production of potato and tuber size consumption and seed was T2 (50% FQ + 50% AO al 30%), since it presents higher yield (58 t.ha⁻¹) followed by T1 (46.8 t.ha⁻¹) and T4 (45.5 t.ha⁻¹), T2 > T1=T4.

T2 treatment (combined use of chemical and organic fertilizer) presented higher yield values, surpassing T1 control by 11.2 t.ha⁻¹. Several authors indicate that the use of organic fertilizers as complement of chemical fertilizers improves the yield of the potato (Ormeño, 2011; Arias and Arnude, 2010; Zúñiga *et al.*, 2008) and other crops like yucca (*Manihot esculenta* Crantz) (Ormeño, 2016). There weren't significant differences in the yield between control and T4 (100% AO at 30%), what allowed to show, once corrected the sanitary problems found under these conditions in the period 2014-2015, the use of liquid organic fertilizers increased the yield to place them in values very close to control, which represents an alternative fertilization for small and medium producers, not only for lower costs than with the use of chemical fertilizers (Ormeño, 2010), but also for reaching competitive yields like with chemical fertilization, surpassing the average national and state yield

, en donde las variables NC, PC y rendimiento presentaron diferencias significativas que permitió tener dos grupos bien diferenciados.

En el resto de las variables no se encontraron diferencias significativas. Los resultados del ensayo establecido durante el 2015 se muestran en el cuadro 3, en el que se concluyó que el mejor tratamiento para la producción de papa y de tubérculos tamaño consumo y semilla fue el T2 (50% FQ + 50% AO al 30%), por presentar mayor rendimiento (58 t.ha⁻¹), seguido del T1 (46,8 t.ha⁻¹) y T4 (45,5 t.ha⁻¹), T2 > T1=T4.

El tratamiento T2 (uso combinado de fertilizantes químico y orgánico) presentó los mejores valores de rendimiento, superando al (T1) testigo por 11,2 t.ha⁻¹. Varios autores indican que el uso de abonos orgánicos como

reported by FEDEAGRO (2017) and MPPAPT (2017) for Venezuela in 2015. On the other hand, T4 had the least amount of discard tubers, while T1 had the highest.

In this cycle, the percentage of commercial tubers was greater in T2 (81%), followed by T4 (80%), T3 (76%) and lastly T1 with 75%; T2 had the largest amount of seed tubers (NS). Values obtained in this cycle surpass that reported by Ormeño (2011); however, both research agree that treatments where organic fertilizers is used combined or only have a higher number of commercial tubers.

There are no references indicating the use of liquid organic fertilizers as an alternative to fertilization,

Cuadro 3. Producción del número de tubérculos, biomasa y rendimiento de papa variedad Andinita con el uso de abonos orgánicos, en el sector Mistajá, municipio Campo Elías, Mérida, 2015.

Table 3. Production of number of tubers, biomass and yield of Andinita potato variety with the use of organic fertilizers, in Mistaja sector, Campo Elias municipality, Merida, 2015.

Tratamiento	NTT	NC	PC	NS	PS	ND	PD	Rendimiento
			(kg)		(kg)		Log10	(t.ha-1)
1 (testigo)	155 a	47 ab	6,5 ab	68,5 a	4,0 a	39 a	-0,18 a	46,8 ab
2	157 a	59 a	8,7 a	69,0 a	4,4 a	29 a	-0,17 a	58,0 a
3	110 a	36 b	4,8 b	49,5 a	2,9 a	25 a	-0,40 a	34,0 b
4	126 a	42 ab	6,4 ab	59,5 a	4,1 a	25 a	-0,39 a	45,5 ab
CV	27,02	32,0	34,79	35,2	41,46	47,97	92,05	29,58
Error	1366,14	213,89	5,242	469,8	2,53	200,29	0,068	185527886

NTT: número total de tubérculos, NC: número de tubérculos consumo, PC: biomasa de tubérculos consumo, NS: número de tubérculos semilla, PS: biomasa de tubérculos semilla, ND: número de tubérculos descarte y PD: biomasa de tubérculos descarte.

Letras distintas indican diferencias estadísticas para una p < 0,1 según la Prueba de Duncan.

complemento de los fertilizantes químicos mejora los rendimientos en papa (Ormeño, 2011; Arias y Arnude, 2010; Zúñiga *et al.*, 2008) y en otros cultivos como la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) (Ormeño, 2016). No hubo diferencias significativas en los rendimientos entre el testigo y el T4 (100% AO 30%), lo que permitió mostrar, que en esas condiciones, corrigiendo los problemas sanitarios encontrados en el período 2014-2015, el uso de abonos orgánicos líquidos aumentó los rendimientos para ubicarlos en valores muy cercanos al testigo, por lo cual representa una alternativa de fertilización para los pequeños y medianos productores no sólo por los costos más bajos que con el uso de fertilización química (Ormeño, 2010), sino también por alcanzar rendimientos competitivos con la fertilización química, superando los rendimientos promedios estatales y nacionales reportados por FEDEAGRO (2017) y MPPAPT (2017) para Venezuela en el 2015. Por otro lado, el T4 presentó el menor número de tubérculos de descarte, mientras que el T1 presentó el mayor número.

En este ciclo, el porcentaje de tubérculos comerciales fue mayor en T2 (81%), seguido del T4 (80%), T3 (76%) y por último el T1 con 75%, presentando el mayor número de tubérculos semilla (NS) el T2. Los valores obtenidos en este ciclo superan los reportados por Ormeño (2011); sin embargo, coinciden en que los tratamientos donde se utilizan los abonos orgánicos combinados o solos presentan mayor número de tubérculos comerciales.

but as a supplement to chemical fertilization; however, most of the time, the organic fertilizers used are solid. Luna *et al.* (2016) point out that use of organic fertilizers: Chicken manure (2.5 t.ha⁻¹), bovine manure (10 t.ha⁻¹) and vermicompost (0.7 t.ha⁻¹) allowed better height of the potato plant and greater number of tubers per plant compared to the use of just chemical fertilizers or combined (10-30-30 and 10-15-15). Torres *et al.* (2011) recommend applying a combined fertilization with a half of total dose required of synthetic fertilizer (according to fertility soil analysis) more 5 t of organic fertilizer, when the chemical and physical properties of the soil are not the most appropriate for the growth of the roots of the plants. Merchán *et al.* (2009), recommend applying two fists (approximately 250 g) per plant of solid worm compost or vermicompost supplementing with liquid organic fertilizer (10%) biweekly. Ramírez-Guerrero and Meza-Figueroa (2014) studied three types of commercial compost and vermicompost in dose of 5 t.ha⁻¹, they didn't find significant differences between them on the growth and yield of the Atlantic potato variety, that were between 12 and 13 t.ha⁻¹, applying alternatively seven commercial liquid organic fertilizers as daily supplement. Ormeño (2010) evaluated the effects of three solid organic fertilizers supplemented biweekly with manure tea (20%) on the yields of Tibisay potato variety, he found that all treatments had better values than the control (chemical fertilization) which yield was 21 t.ha⁻¹; the best treatments were the filter cake

No existen referencias en donde se indique el uso de abonos orgánicos líquidos como alternativa de fertilización, sino como complemento de fertilización química, sin embargo, la mayoría de las veces, los abonos orgánicos utilizados son sólidos. Luna *et al.* (2016) señalan que el uso de los abonos orgánicos sólidos: gallinaza ($2,5 \text{ t.ha}^{-1}$), estiércol de bovino (10 t.ha^{-1}) y vermicompost de lombriz ($0,7 \text{ t.ha}^{-1}$) permitieron mayor altura de las plantas de papa y mayor número de tubérculos por planta en comparación con el uso de fertilizantes químicos (10-30-30 y 15-15-15) solos o combinados. Torres *et al.* (2011) recomiendan aplicar fertilización combinada de fertilizantes sintéticos (la mitad de los fertilizantes según análisis de fertilidad) más 5 t de abonos orgánicos cuando las características químicas y físicas de los suelos no son las más adecuadas para el crecimiento radicular de las plantas. Merchán *et al.* (2009), recomiendan aplicar 2 puños (aproximadamente 250 g) por planta de compost o vermicompost de lombriz sólido complementando con aplicaciones de bioles (10%) quincenales. Ramírez-Guerrero y Meza-Figueroa (2014) estudiaron tres tipos de compost y vermicompost comerciales en dosis de 5 t.ha^{-1} , no encontraron diferencias significativas entre ellos para el crecimiento y los rendimientos de papa variedad Atlantic que estuvieron entre las 12 y 13 t.ha^{-1} , incluso, aplicando alternadamente siete abonos orgánicos líquidos comerciales como complemento diario. Ormeño (2010) evaluó el efecto de tres abonos orgánicos sólidos complementados

(sludge) of sugar cane or “cachaza” (dose 1 t.ha^{-1}) which yield was 29 t.ha^{-1} and dried bovine manure (dose 1 t.ha^{-1}) with $28,8 \text{ t.ha}^{-1}$ of yield; this yields were above the national and state potato averages with conventional management (use of agrochemicals). In addition, the study revealed that goat manure in doses greater than 720 kg.ha^{-1} affect potato yields. This study showed that it is not necessary to apply high amounts (several tons) of solid organic fertilizers as indicated by fertilization recommendations made by INIA Mérida (Venezuela) and other countries such as Ecuador (Suquilanda, 2012) where it is recommended the use of $20\text{-}25 \text{ t.ha}^{-1}$ of compost or bokashi plus foliar applications of liquid organic fertilizers every 15 days to obtain yields above national averages. Arias and Arnaude (2010) found that the best dose for application of chicken manure to obtain higher yields of Granola potato variety was of 5 t.ha^{-1} applied in seeding without fractionated, as a complement of the chemical fertilization. Valverde *et al.* (2011) in evaluations about effect of quantities of organic fertilizers (compost and chicken manure) on the productivity of Friepapa potato variety made in Ecuador, found that the best dose of fertilizers was 15 t.ha^{-1} for a yield of 29.6 t.ha^{-1} in the Samana sector and 20.5 t.ha^{-1} in San Jorge, which were slightly below that obtained with chemical fertilizers in the first sector and 3 t.ha^{-1} below in the second; however, they point out that although the application of fertilizers improved the soil, it is not profitable for the producers. Romero-Lima *et*

quincenalmente con té de estiércol (20%) en los rendimientos de papa variedad Tibisay, encontró que todos los tratamientos presentaron mejores valores que el testigo (fertilización química) con 21 t.ha⁻¹, siendo los mejores tratamientos cachaza de caña (dosis 1 t.ha⁻¹) con 29 t.ha⁻¹ y estiércol de vaca seca (dosis 1 t.ha⁻¹) con 28,8 t.ha⁻¹ de rendimiento; por encima de los promedios estatales y nacionales de papa con manejo convencional (uso de agroquímicos). En adición, el estudio reveló que el estiércol de chivo en dosis mayores a 720 kg.ha⁻¹ comienza a afectar los rendimientos de la papa. Este estudio demostró que no es necesario aplicar altas cantidades (varias toneladas) de abonos orgánicos sólidos como lo señalan recomendaciones de fertilización realizadas por INIA Mérida (Venezuela) y otros países como Ecuador (Suquilanda, 2012) en donde se recomienda el uso de 20-25 t.ha⁻¹ de compost o bocachi más aplicaciones foliares de abonos orgánicos líquidos cada 15 días para obtener rendimientos por encima de los promedios nacionales de papa. Arias y Arnaude (2010) encontraron que la mejor dosis para aplicación de gallinaza en los rendimientos de papa variedad granola fue de 5 t.ha⁻¹, cuando se aplicaba toda en la siembra y no fraccionada, como complemento de la fertilización química. Valverde *et al.* (2011) en evaluaciones de cantidades de abonos orgánicos (compost y gallinaza) sobre la productividad de la papa variedad Fripapa realizadas en Ecuador encontraron que la mejor dosis de abonos fue de 15 t.ha⁻¹ para un rendimiento de 29,6 t.ha⁻¹ en el sector

al. (2000), found that the application of chicken manure of 6 t.ha⁻¹ as a complement to chemical fertilization allowed obtaining the highest yields and quality of potatoes in Mexico. Zamora *et al.* (2008) indicate that in the state of Falcón (Venezuela) the costs of chemical fertilizers have limited the establishment of potatoes, so a sustainable alternative is the use of organic fertilizers. They agree with Luna *et al.* (2016) who indicated that potato cultivation responds very well to organic fertilization and it is a good option to reduce the use of chemical fertilizers and as a transformative alternative of agricultural systems to achieve sustainable production from an ecological, economic and social point of view. Ormeño (2010) points out that the application of solid organic fertilizers combined with liquid organic fertilizers improved potato yields compared to the control (chemical fertilizers) as well as reducing production costs by 30%. Mamani *et al.* (2016) increased the yield of potatoes by 33% compared to the traditional management of Bolivian farmers (without application of fertilizers) by using liquid organic fertilizers with foliar application. Pumisacho and Sherwood (2002) indicated that in spite of the diverse agronomic contributions of the use of solid organic fertilizers, in Ecuador the intensive use of these is limited, due to the costs of collection, transport and application. For the aforementioned, it is proposed as a more economical and viable alternative the use of liquid organic fertilizers, which can be produced in little space in the potato production plots.

Samana y 20,5 t.ha⁻¹ en San Jorge, los cuales estuvieron ligeramente por debajo del obtenido con fertilizantes químicos en el primer sector y 3 t.ha⁻¹ por debajo en el segundo, sin embargo, señalan que aunque la aplicación de abonos mejoró los suelos, no es rentable para los productores. Romero-Lima *et al.* (2000), encontraron que la aplicación de gallinaza de 6 t.ha⁻¹ como complemento a la fertilización química permitió obtener los mayores rendimientos y calidad de papa en México. Zamora *et al.* (2008) indican que en el estado Falcón (Venezuela) los costos de los fertilizantes químicos han limitado el establecimiento de la papa, por lo que una alternativa sostenible es el uso de abonos orgánicos. Coincide por lo señalado por Luna *et al.* (2016) quienes indican que el cultivo de la papa responde muy bien a la fertilización orgánica y constituye una buena opción para reducir el uso de fertilizantes químicos como alternativa transformadora de los sistemas agrícolas para alcanzar una producción sustentable desde el punto de vista productivo, ecológico, económico y social. Ormeño (2010) señala que la aplicación de abonos orgánicos sólidos combinados con los abonos orgánicos líquidos mejoró los rendimientos de papa comparado con el testigo (fertilizantes químicos) además de reducir los costos de producción en un 30%. Mamani *et al.* (2016) aumentaron en un 33% el rendimiento de la papa en comparación con el manejo tradicional de los campesinos bolivianos (sin aplicación de abonos) al utilizar bioles de forma foliar, además del ingreso

Conclusions

The use of liquid organic fertilizers produces higher yields in potatoes than solid organic fertilizers. The application of liquid organic fertilizers at 30% (T4) presented similar values in yields than T1 (100% chemical fertilizers), so it can be substituted as fertilizer for potato consumption and potato seed production. The combined fertilization (T2) increases the yields of the Andinita potato variety (58 t.ha⁻¹), as well as increases the percentage values of production of commercial tubers (consumption + seed) and the number of seed-size tubers.

End of English version

neto. Pumisacho y Sherwood (2002) indicaron que pese a las diversas contribuciones agronómicas del uso de abonos orgánicos sólidos, en el Ecuador el uso intensivo de estos es limitado, por los costos de recolección, transporte y aplicación. Por lo antes mencionado, se propone como una alternativa más económica y viable el uso de los abonos orgánicos líquidos, los cuales pueden ser producidos en poco espacio en las parcelas de producción de papa.

Conclusiones

El uso de abonos orgánicos líquidos produce mayores rendimientos en papa que los abonos orgánicos sólidos. La aplicación de abonos orgánicos líquidos al 30% (T4) presentó valores similares en rendimientos que el T1 (100% fertilizantes químicos), por lo que puede ser sustituido como fertilizante para la producción de papa y semilla de papa. La fertilización combinada (T2) aumenta los rendimientos de la papa variedad Andinita (58 t.ha^{-1}), así como incrementa valores de porcentaje de producción de tubérculos comerciales (consumo + semilla) y el número tubérculos tamaño semilla.

de Córdoba, Argentina. Disponible en: URL <http://www.infostat.com.ar>.

Literatura citada

- Arias, K. y O. Arnaude de Chacón. 2010. Efecto de la fertilización química, orgánica y combinada sobre el rendimiento de la papa *Solanum tuberosum* L. variedad Granola. *Agron. Trop.* 60(1):75-84.
- Casanova, E. 2005. Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. 2^{da} ed. Caracas, Venezuela. 453 p.
- Confederación Nacional de Asociaciones de Productores Agropecuarios (FEDEAGRO). 2017. Superficie cosechada, raíces y tubérculos. Estadísticas (en línea). Disponible en <http://www.fedeagro.org/produccion/Rubros.asp> Fecha de consulta: 31 mayo 2017.
- De Brito, J., J. Alvarado y A. Norero. 1976. Fertilización de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en el suelo de la Estación Experimental Mucuchíes. *Agron. Trop.* 27(2):207-223.
- Di Rienzo JA.; Casanoves F., Balzarini MG; González L., Tablada M., Robledo, CW. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional
- Gómez-Brandón, M., Vela, M., Martínez-Toledo, M.V., INSEM, H. y J. Domínguez. 2015. Effects of compost and vermicompost teas as organic fertilizers. In: Sinha, S., Pant, K.K., Bajpai, S. (Eds.). *Advances in fertilizer technology: Synthesis* (Vol.1). Studium Press, LLC, USA. pp. 300-318.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). 2005. Producción de semilla de papa en Venezuela. Series Manuales de Cultivo INIA No 5. Mérida, Venezuela. pp: 25-28 y 161-164.
- Luna M. R., Espinosa C., K., Trávez T. R., Ulloa M., C., Espinoza C., A. Bejarano A., A. 2016. Respuesta de variedades de papa (*Solanum tuberosum*, L.) a la aplicación de abonos orgánicos y fertilización química. *Ciencia y Tecnología*, 9 (1):11-16. Disponible en: <https://doi.org/https://doi.org/10.18779/cyt.v9i1.112>
- Mamani, E., Morales, V., Ortuño, N. 2016. Aplicación de biofertilizantes foliares en el cultivar Huaycha (*Solanum tuberosum* subesp. *Andígena*) en los valler interandinos de Bolivia. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 20(2): 14-25.
- Marín, S., Bertsch, F., Castro, L. 2017. Efecto del manejo orgánico y convencional sobre propiedades bioquímicas de un andisol y el cultivo de papa en invernadero. *Agronomía Costarricense*, 41(2): 27-46.
- Martínez, A. 2013. Fertilización en el cultivo de papa. Reporte técnico 4. (en línea). Argentina. Disponible en <http://www.agrodeloeste.com.ar/files/trabajos/TrabajoTecnico4.pdf>. Fecha de consulta 10 febrero 2017.
- Merchán, M., Valverde, F., Novoa, V., Pumisacho, M. 2009. Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado de suelos en el cultivo de la papa. INIAP-SENACYT. Quito, Ecuador. pp: 83-140.
- Ministerio del Poder Popular para Agricultura Productiva y Tierra (MPPAPT). 2016.

Informe: Estadísticas de producción del estado Mérida. Mérida, Venezuela. 80 p.

en <http://www.culturaorganica.com/html/articulo.php?ID=39> p.13-26. Fecha de consulta: 10 febrero 2017.

Ministerio del Poder Popular para Agricultura Productiva y Tierra (MPPAPT). 2017. Informe anual: Estadísticas de producción. Caracas, Venezuela.

Torres, L., Valverde, F., Andrade-Piedra, A. 2011. Manejo de fertilizantes. (en línea). International Potato Center (CIP), Lima (Perú), <http://cipotato.org/blogs/manejo-de-fertilizacion-en-el-cultivo-de-papa>. Fecha de consulta: 10 febrero 2017

Ormeño, MA y A. Ovalle. 2007. Producción y aplicación de abonos orgánicos. Revista INIA Divulga. (10 no. esp.): 29-35.

Tukey, J. 1977. Exploratory data analysis. Addison-Wesley Publishing Co., Reading, MA, 668p.

Ormeño, M. Rosales, R., Pizzani, P. y Pizzani, S. 2010. La producción agroecológica de papa un alternativa para los pequeños y medianos productores del estado Mérida (Venezuela). Simiente 80(3-4):141-142.

Valverde, F.; Alvarado, S.; Torres, C.; Quishpe, J. y Parra, R. 2011. Los abonos orgánicos en la productividad de la papa (*Solanum tuberosum*). (en línea). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), E.E. Santa Catalina, Quito, Ecuador. Disponible en http://cipotato.org/wp-content/uploads/congreso%20ecuatoriano%204f_valverde_memoria.pdf. Fecha de consulta: 10 febrero 2017.

Ormeño, M. 2011. El uso de prácticas agroecológicas como alternativa para la producción rentable de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Los Andes Venezolanos. J. InterAmer. Soc. Trop. Hort. (54): 131-133.

Zamora, F.; Tua, D. y Torres D. 2008. Evaluación de cinco fuentes orgánicas sobre el desarrollo vegetativo del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el municipio Federación, Estado Falcón-Venezuela. Memoria. pp: 125-126. Disponible en: http://www.papaslatinas.org/wp-content/uploads/2017/08/alap_LIBRO-ALAP-COMPLETO-final.pdf. Fecha de consulta: 10 febrero 2017.

Ormeño, M. 2016. Manejo agroecológico de la relación suelo-agua-planta en el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Cranz) bajo condiciones tropicales. Informe técnico final 2014-2016, PZ-RT-Y-4. Programa Plan Nacional de Investigación e Innovación Agrícola (PNIA) del Plan Productivo Zamora. INIA. Mérida (Venezuela). 18 p.

Pumisacho, M. y Sherwood S. 2002. El cultivo de la papa en Ecuador. INIAP-CIP, 2 ed. Ecuador. pp:54-84.

Zúñiga, L.; A. Oswald y J. Sánchez. 2008. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre variedades de papas nativas en la Sierra Central del Perú. Memoria. Pp: 123-124. Disponible en: http://www.papaslatinas.org/wp-content/uploads/2017/08/alap_LIBRO-ALAP-COMPLETO-final.pdf. Fecha de consulta: 10 febrero 2017.

Ramírez-Guerrero, H. y Meza-Figueroa, C. 2014. Fortalecimiento de la producción de papa y su transición ecológica con el uso de fertilización orgánica. Rev. Agron. (LUZ). Supl. 1:1-11.

Romero Lima, MR; Trinidad Santos, A.; García Espinosa, R.; Ferrera Cerrato, R. 2000. Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. Agrociencia 34(3):261-269.

Suquilanda, MB. 2012. La producción orgánica de la papa. Revista Cultura Orgánica (en línea) Edit. Agro Síntesis. D.F. (México). Disponible