

LA AZOTOBACTER SP COMO ALTERNATIVA DE FERTILIZACIÓN EN EL RUBRO PAPA

Lisbeth J. Díaz de García¹

Luz G. Pargas López²

Yelinda M. Araujo Vergara³

¹Universidad Politécnica Territorial del estado Mérida. ²Universidad de los Andes.

³Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del estado Mérida (INIA)

lisbethjane@gmail.com

Resumen

El cultivo tradicional de papa *Solanum tuberosum* L. en los andes venezolanos es altamente demandante de gallinaza (10-30 t/ha), insumo utilizado como enmienda orgánica que, mezclado con fertilizantes químicos, provee al mismo de los nutrientes requeridos, principalmente de Nitrógeno (N). Su uso excesivo y frecuente ha generado diversos problemas que atañen al contexto social, económico y ecológico, comprobándose que es el sustrato ideal para el desarrollo de moscas domésticas, las cuales transmiten diversas enfermedades al ser humano, deteriorando su salud integral; se aúna a esto las pocas alternativas viables y económicas que sustituyan su uso. Tal situación llevó a las autoras del presente artículo a realizar una investigación para evaluar el efecto de la bacteria fijadora de nitrógeno *Azotobacter sp* como alternativa de fertilización en el rubro papa, en una finca del municipio Libertador del estado Mérida, Venezuela. La hipótesis a comprobar fue la siguiente: si el uso del biofertilizante a base de dicha bacteria afecta el desarrollo del cultivo de la papa, este debería influenciar positivamente sobre las características químicas del suelo y su rendimiento, logrando una reducción en los costos de producción. A objeto de alcanzar el objetivo general de la investigación y comprobar la hipótesis respectiva, se realizó un ensayo basado en el diseño experimental de bloques al azar con tres replicas para cada tratamiento de fertilización usado (T1: testigo, T2: biofertilizante; T3: gallinaza mezclada con fertilizante químico), el cual posibilitó disponer de información sobre las propiedades químicas del suelo y los rendimientos del cultivo; así mismo se aplicó la técnica de la entrevista para estimar los costos de producción y la obtención de beneficios adicionales producto del uso de *Azotobacter sp*. De manera general, los resultados obtenidos permiten afirmar que la aplicación del biofertilizante: (a) incrementa el contenido de Amonio y de materia orgánica en el suelo, pudiendo ser una fuente de reserva de Nitrógeno disponible; (b) permite obtener un rendimiento del cultivo de papa que está dentro del promedio encontrado en la zona de estudio con la fertilización tradicional (25 – 30 t/ha); (c) posibilita una reducción considerable de los costos de producción; (d) aporta beneficios adicionales palpables en el medio ambiente, en la salud, en la relación hombre – planta – medio ambiente. Significando tales resultados que el uso del biofertilizante a base *Azotobacter sp* es una alternativa agroecológica para contribuir con el desarrollo sustentable de los agroecosistemas tropicales.

Palabras clave: Azotobacter sp, biofertilización, costos de producción, cultivo de papa, fertilización, gallinaza, rendimiento, suelo.

THE AZOTOBACTER SP ALTERNATIVE AS FERTILIZATION IN POTATO CROP

Abstract

Traditional cultivation of potato *Solanum tuberosum* L. in the Venezuelan Andes is highly demanding of chicken dung (10-30 t/ha), input used as organic amendment, mixed with chemical fertilizers, it provides the required nutrients, mainly nitrogen (N). Excessive and frequent use has generated various problems concerning the social, economic and ecological context and found to be ideal for the development of houseflies substrate, which transmit various diseases to humans, impairing their overall health; this is coupled with few viable economic alternatives and substitute use. Such problem led the authors of this article to conduct research to evaluate the effect of nitrogen-fixing bacterium *sp Azotobacter* alternative fertilization in potato category, on a farm in the municipality of Libertador Mérida, Venezuela. The hypothesis to be tested was the following: if the use of biofertilizer based bacteria that affects the development of potato cultivation, this should have a positive influence on soil chemical characteristics and performance, achieving a reduction in production costs. In order to achieve the overall objective of the research and test the respective hypothesis, based on the experimental randomized block design with three replicates for each fertilization treatment used (T1: control, T2: biofertilizer; T3: chicken dung mixed with chemical fertilizer), which allowed to have information on chemical soil properties and crop yields; likewise the interview technique was applied to estimate production costs and additional benefits resulting from the use of *sp Azotobacter*. Overall, the results confirm that the application of biofertilizer: (a) increases the content of ammonium and organic matter in the soil and can be a source of nitrogen available reserves; (b) leads to a yield of potato crop is inside the average found in the study area with traditional fertilization (25-30 t / ha); (c) allows for a considerable reduction in production costs ; (d) provides additional tangible benefits the environment, on health, on the relationship man - plant - environment. Meaning these results that the use of biofertilizer based *sp Azotobacter* is an agroecological alternative to contribute to sustainable development of tropical agroecosystems.

Key words: Azotobacter sp, biofertilization, production costs, potato crop, fertilization, chicken dung, performance, soil.

Introducción

La principal actividad económica, social y cultural del estado Mérida está representada por la actividad agrícola, siendo la papa *Solanum Tuberosum* L. uno de los rubros principales y más demandados a nivel nacional y en el ámbito internacional, por ser considerado un producto de alto valor nutritivo que contribuye de manera significativa a solucionar problemas de hambre en el mundo, y forma parte fundamental en la dieta diaria del venezolano. Aunado a esto, el producto posee un alto valor agregado, pudiendo ser aprovechado de diversas maneras: asadas, sancochadas, fritas, entre otras.

De acuerdo con datos aportados por el Ministerio para el Poder Popular de Agricultura y Tierras (MPPAT, 2010) y por los productores del estado Mérida, entre ellos los del sector Las Cuadras, parroquia Gonzalo Picón, municipio Libertador, en la producción de papa actualmente se emplean grandes cantidades de estiércol de gallina (gallinaza) por unidad de superficie (entre 10 y 30 t/ha/año) en cada ciclo del cultivo, lo cual ha generado diversos problemas que atañen a la salud integral de los pobladores. El uso excesivo de la gallinaza trae como consecuencia la generación de moscas, afecta las aguas, los suelos y el ambiente, convirtiéndose en un problema de salud pública que incide de manera considerable en el deterioro del ambiente, así como en el incremento de los costos de producción del cultivo de la papa. Esta problemática deriva de la aplicación del esquema del manejo agronómico tradicional, y a las pocas alternativas viables y económicas que sustituyan el uso de la gallinaza. Actualmente el Estado venezolano está promocionando la utilización de tecnologías que permitan la sustentabilidad del agroecosistema. El empleo del biofertilizante a base de la bacteria *Azotobacter sp*, pretende dar respuesta a la problemática anteriormente planteada.

Considerando esto último, se estimó procedente realizar una investigación que posibilitara el logro de los objetivos especificados seguidamente.

Objetivo General

Evaluar el efecto de la bacteria fijadora de Nitrógeno *Azotobacter sp* como alternativa de fertilización en el rubro papa, en una finca del municipio Libertador del estado Mérida.

Objetivos Específicos

1. Determinar el efecto del *Azotobacter sp* sobre las características químicas del suelo bajo el cultivo de papa en El Valle, municipio Libertador del estado Mérida.
2. Evaluar el efecto del *Azotobacter sp* en el rendimiento del cultivo de papa en un suelo de El Valle, municipio Libertador del estado Mérida.
3. Estimar los costos de producción del cultivo de papa con el uso del *Azotobacter sp*, así como algunos beneficios.

En el presente artículo, además del marco referencial que sirvió de base a la investigación realizada, se expone el marco metodológico propuesto para llevar a cabo la indagación y responder al problema planteado, así como los resultados obtenidos, las conclusiones a que se llegó y las recomendaciones sugeridas por las autoras.

Marco Referencial

Antecedentes (síntesis)

Según Ojeda (citado en Martínez *et al*, 2004) en la década de los 70 en la República de Cuba se realizan los primeros estudios sobre microorganismos tales como el *Azotobacter chroococcum* en el Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical (INIFAT).

Por su parte, Quintero y Acevedo (en Martínez *ob.cit*) refieren que en Colombia, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

inició en la década de los 80 los trabajos de investigación en *micorrizas*, evaluando su efectividad agronómica en cultivos tropicales como yuca y algunas pasturas.

En Perú, De la Peña (1994) afirma que los agricultores están aceptando cada vez más las ventajas comparativas de los microorganismos (*Rhizobium*, *Azotobacter*, *Micorrizas*, *Azolla*, entre otros) para mejorar la fertilidad biológica del suelo. Y en Venezuela, Toro (1997) afirma que cerca del 70% de las tierras cultivables poseen limitaciones por acidez y baja fertilidad natural, y para 2010 se tiene una red de laboratorios de producción de biofertilizantes.

Respecto a la papa *S. Tuberosum L.* Del Castillo y Montes de Oca (1994) estudiaron el efecto del uso de bacterias solubilizadoras de fósforo (P) y fijadores de N₂ sobre el rendimiento de este cultivo en las variedades Atlantic y Desirée, obteniendo los mejores rendimientos al combinar el 100% del fertilizante mineral con ambos biopreparados, con incrementos entre 4 y 5 t ha⁻¹.

Los trabajos mencionados se han efectuado a nivel experimental en laboratorios y otros en el campo, usando otro tipo de agentes biológicos diferentes al *Azotobacter sp*, lo que hace interesante la presente investigación ya que fue realizada a campo abierto y para el momento de su ejecución en Venezuela existían trece laboratorios de producción de biofertilizantes a cargo del Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (INSAI), anterior Servicio Autónomo de Salud Agropecuaria (SASA), productores de las diferentes dosis de biofertilizantes para todo el país. Otras instituciones como el Instituto Universitario Tecnológico de Ejido (IUTE), también los producen con fines de investigación y educacional.

Sobre la base de este aparte del marco referencial, a continuación se presenta el Cuadro 1 en el que se compara la agricultura convencional y la sustentable a fin de sopesar las ventajas y desventajas que conlleva el desarrollo de una respecto a la otra, y a su vez encamina hacia la concientización de una agricultura más cónsona con el medio ambiente,

en donde se logre aprovechar al máximo las potencialidades naturales y agrícolas, así como la gran biodiversidad presente en nuestros agroecosistemas.

Cuadro 1

Comparación entre la agricultura convencional y la agricultura sustentable

Categorías de Análisis	Agricultura Convencional (Agroquímicos)	Agricultura Sustentable	Impactos de la Agricultura Sustentable en los Núcleos Endógenos de Desarrollo
Valor biológico del alimento producido	Menor. Incluye residuos tóxicos sensoriales	Mayor	Mejorar la salud
Salud	Generación de enfermedades por el consumo de alimentos y los procesos tecnológicos	Prevención y mejoramiento de la salud derivada principalmente de la nutrición	Control y regulación de enfermedades
Genética	Modificaciones de genes con el riesgo de desaparición de otros cultivos	Evolución genética	Incrementar la diversidad genética
Rentabilidad	Más a corto plazo	Más a largo plazo	Aumentar el poder adquisitivo de la gente o mejorar los salarios
Insumos	Altamente mecanizado e intensivo, y predominancia en agroquímicos.	Abonos naturales reciclaje, control integrado de insectos, preparados biológicos	Ahorro energético y de recursos

Cuadro 1 (Continuación)

Categorías de Análisis	Agricultura Convencional (Agroquímicos)	Agricultura Sustentable	Impactos de la Agricultura Sustentable en los Núcleos Endógenos de Desarrollo
Tecnología	Dura, costosa, guacal negro, altos insumos, obsolescencia rápida, necesidad de especialitas y expertos	Blanda, popular, barata, guacal blanco socialmente aceptable, pocos insumos, mayores posibilidades de innovación	Reforzar valores culturales de los productores y el aumento del conocimiento
Producción	Rendimiento / Ha	Eficiencia energética, productividad agroecológica, biológica	Variedad de productos de diversos usos para el consumo y comercialización
Relaciones entre factores de la producción	Causa – efecto	Multifuncional. Implica red alimentaria, sinergia, reciclaje de nutrientes y socialmente justa	Preservación de los agro-ecosistemas
Financiamiento	Mega financiamiento	Financiamientos alternos, flexibilidad de requisitos e intereses blandos	Solvencia económica
Ecología	Deterioro de los ecosistemas y desertización, contaminación de agua, aire y cielo. Desaparición de flora y fauna	Preservación general del medio natural, incrementando recuperación del suelo	Preservación de los agro-ecosistemas

Cuadro 1 (Continuación)

Categorías de Análisis	Agricultura Convencional (Agroquímicos)	Agricultura Sustentable	Impactos de la Agricultura Sustentable en los Núcleos Endógenos de Desarrollo
Adaptabilidad	Modifica el medio productivo	Se integra a las capacidades y potencialidades agrícolas	Incremento de las potencialidades agrícolas
Espacialidad	Cultivos a gran escala	Cultivos variados a pequeñas y medianas escalas	Diversificar el espacio geográfico
Enfoque Metodológico	Principalmente analítico	Predominantemente holístico	Aumento de la comprensión de la realidad y ubicación en ella
Activos sociales	Reducidos. Sustituidos por la tecnología	Mayor participación social	Reducción de la pobreza y exclusión social
Organización Social de la Producción	Mínima	Alta, con arraigo cultural	Contraloría social de la producción y aumento de la reproducción social
Tenencia de la tierra	Provee y mantiene latifundios	Facilita la distribución de la tierra	Reducción de conflictos sociales

Fuente: Núñez Rodríguez (2004).

La fertilización es una de las prácticas principales del proceso productivo (Hetier y Pargas, 2001). Al estudiarla se percibe que los agricultores articulan tanto el trabajo práctico (regar, sembrar, fertilizar, recolectar, etc.) con los procesos subjetivos o prácticas relativas a un

utillaje mental propio de los seres humanos. Encontramos en el trabajo citado, una forma de acceder a esta articulación en los términos de lo que se conoce como las “Representaciones Sociales” de fertilidad y fertilización de suelos en los llanos occidentales de Venezuela, lo que permitió después de un estudio de suelos durante 10 años en una parcela de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos “Ezequiel Zamora” (UNELLEZ), emprender el estudio de la dimensión socio-simbólica e intersubjetiva debido a que no obstante existir múltiples y valiosas investigaciones sobre la cuestión agrícola, esta información solo se queda en un estrato técnico-científico, en especial las recomendaciones de aprovechar los suelos de mejores condiciones para el cultivo, los fertilizantes adecuados, las prácticas menos drásticas a fin de preservar estos suelos y el ecosistema para beneficio de las futuras generaciones. Se observó que la transmisión de este conocimiento científico se enfrentaba con otro conocimiento: el sentido común de los agricultores al observar, por ejemplo, cómo se aplicaban las fórmulas recomendadas en un porcentaje de aceptación, al combinar las proporciones de elementos químicos con elementos ya familiarmente conocidos y preservados por generaciones.

Bases Teóricas

Los biofertilizantes son preparaciones de células vivas o latentes que cumplen la función de fijar de manera biológica el Nitrógeno (N), solubilizan el Fósforo (P), producen hormonas promotoras del crecimiento, entre otros aspectos (Jiménez, 2007). Ellos se han convertido en uno de los puntales de la agricultura orgánica, y actualmente su producción comercial se ha extendido considerablemente, existiendo una amplia gama de productos (Socorro, 2008).

De acuerdo a Herrera (citado en INIA, 2005), los biofertilizantes de origen bacteriano y de uso agrícola, pueden ser a base de microorganismos fijadores de nitrógeno, los cuales se clasifican en: simbióticos (ejemplo: *Rhizobium sp* y *Bradyrhizobium sp*) y no simbióticos (ejemplo: *Azotobacter chroococum* y *Azospirillum brasilense*).

De acuerdo a González y Lluch (1992), la morfología de *Azotobacter* ha sido y es uno de los apartados de estudio más atractivo de este género bacteriano. Así, la citología de estas bacterias no solo se altera por las condiciones ambientales, sino que más bien varía de una forma extrema.

Este género comprende bacterias grandes, levaduriformes, aerobias estrictas, no esporógenas y Gram Negativas; son mesófilas y su temperatura óptima de desarrollo es de 30°C (Martínez-Viera, 1986). De acuerdo a Jiménez (2007), la clasificación taxonómica de las bacterias de *Azotobacter* es la siguiente: Familia: *Azotobacteraceae*; Subclase: Gamma; Género: *Azotobacter*; Especies: *chroococcum*, *vinelandii*, *beije rinckii*, *paspali armeniacus* y *nigricans* y *salinestrus*.

De acuerdo con la estructura molecular de *Azotobacter sp*, estas son bacterias de forma bacilar que reaccionan a la tinción de Gram, como Gram Negativas, miden aproximadamente entre de 2 y 6 µ micronanómetros de diámetro (Moreno, 2006).

En otro orden de ideas, los abonos orgánicos son usados ampliamente por los productores agrícolas, pues representan una fuente de N y demás nutrientes de fácil asequibilidad. Así mismo, mediante el proceso de descomposición realizada por los microorganismos habitantes del suelo (bacterias, hongos, entre otros) se producen compuestos inorgánicos, especialmente humus, un residuo orgánico estable que favorece la absorción de nutrientes por parte de las plantas (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Según estos últimos autores, algunas ventajas en el uso de abonos orgánicos son las siguientes:

- Disposición de macro y micronutrientes para las plantas.
- Aumento en capacidad de intercambio catiónico del suelo.
- Aumento de materia orgánica (MO), que ayuda a la capacidad amortiguadora de los suelos, atenuando cambios químicos y biológicos.

- Formación y estabilización de agregados en el suelo.
- Retención de agua y aireación de los suelos.
- Regulación de temperatura del suelo e incremento de la población de macro y microorganismos.
- Protección de erosión del suelo.

En el Cuadro 2 puede observarse la cantidad de nutrientes presentes en diversas fuentes de Materia Orgánica (MO), siendo la gallinaza el material que aporta las mayores cantidades de N, P y K por cada 1000 kg de abono orgánico, en contraste con las otras fuentes de materiales orgánicos cuyos aportes en nutrientes son menores a excepción del elemento Mg, el cual está presente en mayor cantidad en el estiércol de vaca.

Cuadro 2

Cantidad de nutrientes presentes en diversas fuentes de Materia Orgánica (MO)

Materiales Orgánicos	N	P₂O₅	K₂O	MgO
	Kg de elemento/1000 kg de abono orgánico			
Vaca	20	13	20	12
Oveja	40	20	35	4
Cerdo	20	14	18	5
Gallinaza	25-50	20	50	6
Humus de composta	10	10	10	7
Humus de lombriz	4	5	2	2
Desecho de flores	13	10	3	8

Fuente: Pumisacho y Sherwood (2002)

El uso de altas cantidades de abonos orgánicos como la gallinaza por unidad de superficie (> a 10 t/ha), ha traído efectos negativos en los

recursos naturales, tales como: acumulación de nitratos en aguas freáticas, toxicidad en las plantas por la presencia de altos niveles de Nitrito (NO₂) en los suelos, contribuyendo a la muerte de la biota del suelo, lo que ha ocasionado desequilibrios en los procesos naturales, que se traducen en un alto costo económico, social y ecológico.

Sistema de Hipótesis y Variables

Hipótesis de la investigación

Si el uso del biofertilizante a base de la bacteria fijadora de Nitrógeno *Azotobacter sp* afecta el desarrollo del cultivo de la papa, éste debería influenciar de manera positiva sobre las características químicas del suelo, sobre su rendimiento y por ende lograr una reducción en los costos de producción.

Variable independiente

Tipo de fertilización bajo experimentación: a) gallinaza + fertilizante químico; b) biofertilizante (*Azotobacter sp*); c) sin fertilización.

Variable dependiente

Rendimiento obtenido al final del experimento expresado en kg/ha; características químicas del suelo (ppm de nutrientes); y costos de producción.

Marco Metodológico

A objeto de lograr los objetivos de la investigación y comprobar la hipótesis formulada, la metodología utilizada se expone seguidamente.

Para determinar el efecto *Azotobacter sp* sobre las características del suelo bajo el cultivo de papa, así como en el rendimiento de dicho cultivo,

se realizó un ensayo de campo que implicó la toma de muestras de suelos antes y después de la cosecha del cultivo de papa en la finca productora seleccionada, ubicada en El Valle, municipio Libertador del estado Mérida, para establecer el nivel de fertilidad inicial y residual del suelo. La finca se caracteriza por tener tradición papera, abarcar una superficie de 2 has (20.000 m²), y a los fines de la presente investigación se tomó un área total de 81 m², dividiéndose en nueve (9) subparcelas de 9m² cada una. De esta manera al inicio y al final del ensayo se trabajó con nueve submuestras de suelos.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con tres replicas para cada uno de los tratamientos. Inicialmente se efectuó, con ayuda de estacas y una cinta métrica, el trazado de las subparcelas contentivas de cinco (5) hileras de 10 semillas de papa variedad Granola F2 cada una, separadas a una distancia de 0,6 m entre surcos y a una distancia de 0,50 entre plantas (450 plantas de papa en total). Se aplicaron tres tratamientos, cada uno con tres repeticiones.

1. Tratamiento 1 (T1): testigo, no se realizó aplicación de fertilizante químico ni orgánico.

2. Tratamiento 2 (T2): biofertilizante a base de *Azotobacter sp.* empleando la dosis comercial (2 Litros/ha).

3. Tratamiento 3 (T3): 15 t/ha de gallinaza + 45 kg/ha de N- 25 kg/ha de P₂O₅-25 kg/ha de K₂O (aproximadamente es la mitad de la dosis de fertilizante químico que aplican normalmente los productores de la zona). Sin embargo, en base a los análisis realizados al suelo se usó la mitad de la dosis de fertilizante químico de la fórmula 12-12-17/2 sp (190 kg/ha) fraccionada en dos partes, 95 kg al momento de la siembra y los 95 kg restantes al momento del aporque, debido a que el suelo mostró altos contenidos de nutrientes.

En el ensayo se empleó gallinaza comercial seca y empacada, denominada fertipollo. Para los análisis químicos se tomaron porciones

al azar en 5 sacos diferentes y se mezclaron para formar una muestra compuesta. La cantidad de fertilizante químico utilizada en el ensayo corresponde a la mitad de la dosis de fertilizante que aplican normalmente los productores de la zona, debido a que en este tratamiento también se pone una dosis de 15 t/ha de gallinaza. Se usó la fórmula completa 12-12-17/2 sp, realizando la aplicación fraccionada en dos partes, la mitad al momento de la siembra y la otra mitad en el aporque.

Los tratamientos de fertilización química y orgánica se colocaron al fondo del surco, antes de la siembra, tapándolos con tierra. El biofertilizante también fue aplicado al fondo del surco y al inicio de la mañana, por ser una de las horas más frescas del día, ya que la efectividad del producto puede ser afectada por las altas temperaturas y la radiación solar.

En el ensayo se realizaron las labores de manejo agronómico usuales del cultivo. Se llevaron a cabo aplicaciones de fungicidas e insecticidas de forma preventiva, pues el clima en la zona no fue el más apropiado para el desarrollo óptimo del cultivo (altas temperaturas diurnas, bajas temperaturas en la noche, con presencia de neblina). A pesar del control químico se observaron plantas afectadas con marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*), las cuales fueron eliminadas del ensayo, aplicando cal agrícola en el fondo del hoyo de la planta para evitar la diseminación de la enfermedad.

Transcurridos 49 días después de la siembra se realizó el aporque de las plantas, aplicando nuevamente los tratamientos de biofertilizante y la dosis restante del fertilizante químico en el tratamiento de gallinaza.

Al finalizar el ciclo del cultivo (104 días) se efectuó la cosecha de los tubérculos, con el propósito de evaluar el efecto de *Azotobacter sp* en el rendimiento del cultivo de papa en un suelo de El Valle, municipio Libertador, estado Mérida.

Para la recolección de los datos se utilizó una planilla de evaluación en la cual se registró toda la información obtenida en el campo. Esta planilla poseía un ítem de observaciones donde se registraba cualquier

eventualidad como la posible muerte de una planta, o daños a las mismas ocasionados por los rigores del clima e incidencia de plagas. También contenía fecha de observación y evaluación, de igual manera se mantuvo un seguimiento quincenal del rubro así como de todas las tareas realizadas en el mismo.

Con la información obtenida en el campo y en el laboratorio se logró disponer de información sobre las propiedades químicas del suelo (al inicio y al final del ensayo), y los rendimientos del cultivo de papa. Para el estudio de los resultados se aplicó el análisis de varianza de una Vía. Las diferencias entre las medias de las variables se evaluaron utilizando la prueba de Tukey. Los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el Programa STATISTICA 6.0.

A propósito de estimar los costos de producción del cultivo de papa, así como la obtención de algunos beneficios, se empleó la técnica de la entrevista que es definida por Aguirre (1995) como un intercambio de información que se efectúa cara a cara; es un canal de comunicación entre el analista y la organización, y sirve para obtener información acerca de las necesidades y la manera de satisfacerlas, como también para lograr la comprensión (por parte del usuario) de toda idea o método nuevos. Por otra parte, la entrevista ofrece al analista una excelente oportunidad para establecer una corriente de simpatía con el personal usuario, lo cual es fundamental en el transcurso del estudio, y la ocurrencia del hablar en situación de interlocución, acto que se desarrolla en tres momentos de abstracción creciente: selección de elementos, organización de tales elementos y la organización argumentativa. Los dos primeros momentos se dan antes de que la persona ponga en acto su discurso; el tercero corresponde al acto de tomar la palabra y desarrollar el discurso, e implica una actividad cognitiva. A los fines consiguientes, se realizaron entrevistas para recabar información de forma verbal a través de un cuestionario (instrumento técnico) diseñado con preguntas abiertas, para familiarizar al entrevistado con los temas objeto de consulta, así como también con preguntas de evocación que requieren concentración,

reflexión y tiempo. El cuestionario diseñado para realizar las entrevistas contenía ocho preguntas muy puntuales dirigidas a conocer los costos de producción en que incurren los productores de la zona, en contraste con la información suministrada por el ente oficial (MPPAT), y así poder establecer posibles beneficios en el uso de alternativas de fertilización diferentes a la convencional. Para su análisis se empleó la técnica de la hermenéutica, y los resultados fueron plasmados en cuadros descriptivos.

Resultados

Efecto del Azotobacter SP sobre las Características Químicas del Suelo bajo el Cultivo de Papa

En cuanto a las condiciones químicas del suelo se puede decir, de acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio, que es apto para el cultivo de papa, posee altos contenidos de nutrientes esenciales: fósforo y potasio (P y K) necesarios para el crecimiento y buen desarrollo del cultivo, es rico en materia orgánica favoreciendo la absorción de nutrientes por parte de las plantas. En líneas generales, el suelo no requirió de enmiendas pues tenía condiciones favorables para el desarrollo del cultivo. Al inicio del ensayo este contaba con elementos como: P (271,5 ppm), K (507 ppm), y Ca (803 ppm) en cantidades altas y Mg (71,5 ppm) en cantidades medias. Después de la cosecha del cultivo de papa se obtuvo una reducción de casi la mitad del elemento P (117 ppm), mientras que para los elementos K (445,5 ppm), Ca (663 ppm) hubo una reducción pero no tan marcada como en el caso del P, debido a que la gallinaza empleada tenía contenidos muy altos de estos elementos. Además de la gallinaza también se adicionó fertilizante químico, práctica usual de los productores de papa de la zona, a través de la Fórmula Completa: 12-12-17/2 sp, la cual contiene Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K) y Magnesio (Mg) en formas rápidamente disponibles por las plantas; esto enriqueció aún más la disponibilidad de nutrientes presentes en el suelo que, en el caso del Mg, se incrementó con respecto al inicio del ensayo (91,92 ppm).

Al finalizar el ciclo del cultivo papa se encontró, en las parcelas con aplicación del biofertilizante *Azotobacter sp* y del testigo, una disminución en los contenidos de P, K, Ca y Mg disponibles en el suelo, debido a la extracción de nutrientes para el desarrollo de las plantas de papa, quedando en el suelo una reserva de dichos elementos, que pudiera ser utilizada por otro cultivo.

En relación al tratamiento con biofertilizante, se observaron comportamientos similares al tratamiento con la adición de gallinaza, con respecto al P (de 220 ppm se redujo a 95 ppm), mientras que para el K (530,5 ppm) y Ca (894 ppm), hubo una mayor pérdida tanto de K (297 ppm), como de Ca (567 ppm). Es necesario acotar que el biofertilizante *Azotobacter* solo proporciona el elemento Nitrógeno, pues los microorganismos pueden fijar entre 50-70 por ciento del Nitrógeno atmosférico y de 30 a 50 por ciento del N orgánico. En tanto la gallinaza aporta grandes cantidades de otros nutrientes, además del nitrógeno, tales como Calcio (Ca), Potasio (K), Magnesio (Mg), entre otros.

Los resultados sugieren que el cultivo de papa extrajo las cantidades de nutrientes disponibles en el suelo requeridos para su desarrollo, dejando cantidades suficientes de reserva que podrían ser aprovechados por otros cultivos. En el tratamiento de gallinaza y fertilizante químico se realizó un gran aporte del elemento Mg, tanto que las plantas de papa tomaron lo que necesitaron y quedó un excedente de este elemento en el suelo.

Con respecto al tratamiento testigo, se observaron resultados muy parecidos a los anteriores, disminución en todos los niveles de P (de 220 ppm a 95 ppm), K (de 534 ppm a 317,5 ppm), Ca (de 834 ppm a 612 ppm) y Mg (de 80,5 ppm a 68 ppm). Esto pudo deberse a la extracción de nutrientes presentes en el suelo para el desarrollo de las plantas de papa, quedando en el suelo una reserva que pudiera ser utilizada en otro cultivo.

En cuanto a la concentración de las diferentes formas de N, se observó que en el tratamiento testigo hubo una pequeña disminución de los contenidos de Nitrógeno total (de 0,66 a 0,59 por ciento) y Amonio

(de 0,50 a 0,43 por ciento respectivamente), mientras el contenido de Nitrato aumentó (de 0,12 a 0,16 por ciento respectivamente). Esto se debió a la existencia de una cantidad alta del mismo al inicio del ensayo y durante el período de duración del experimento la planta tomó lo que requería, quedando un excedente en el suelo. Existe la posibilidad de que el Nitrato sea lavado en el perfil del suelo por las lluvias o el agua de riego y pueda contaminar las aguas subterráneas. Mientras que el N disponible en la forma de Amonio actúa como un elemento mineral de reserva que a posteriori se transformaría en Nitrato, cuya forma es de más fácil absorción por parte de las plantas.

Al final del ensayo hubo una disminución de los contenidos de nitrógeno (N) total (de 0,62 a 0,54 por ciento) y de nitrato (de 0,27 a 0,05 por ciento) del suelo del tratamiento de biofertilizante, a diferencia del contenido de Amonio que se incrementó (de 0,35 a 0,50 por ciento respectivamente). Posiblemente la acción de los microorganismos del *Azotobacter* pudo favorecer la absorción de N por parte de las plantas de papa, debido a una reducción significativa en los niveles de Nitrato, mientras que el incremento en el contenido de Amonio constituye una fuente de reserva de N en el suelo. Es importante referir que el N orgánico debe pasar por un proceso de mineralización a fin de que pueda estar disponible para las plantas, por lo que se requiere de la actuación de microorganismos que faciliten su transformación de Amonio, a Nitrito y, por último, a Nitrato.

Con el tratamiento de gallinaza + fertilizante químico se observó, como era de esperarse, un incremento en los niveles de N total (de 0,59 a 0,60 por ciento) de Nitrato (de 0,09 a 0,12 por ciento) y una muy pequeña pérdida de Amonio (de 0,49 a 0,48 por ciento), debido a que al inicio del ensayo dichos elementos se encontraban en altas concentraciones. Sin embargo, siguiendo el manejo tradicional del cultivo por parte de los productores de la zona se le adicionó gallinaza rica en estos nutrientes, más una fórmula completa de fertilizante químico, lo cual aportó los nutrientes necesarios para el desarrollo del cultivo y dejó un excedente en el suelo.

Desde el punto de vista socioeconómico, el mantenimiento de estas

cantidades de N se hace insostenible debido a los altos costos que acarrear la adquisición y posterior incorporación de la gallinaza al suelo que, de no usarse de manera adecuada, podría traer consecuencias adversas sobre la salud, ya que la misma es una fuente rica para la reproducción de moscas (*Musca domestica* L) capaces de acarrear cerca de 100 enfermedades patógenas como: fiebre tifoidea, cólera, salmonella, disentería, tuberculosis, ántrax, y otras. Las moscas, en las áreas con poco o nada de higiene, son portadoras de enfermedades y patógenos diversos, y algunas variedades empiezan a ser inmunes a insecticidas.

Sobre los porcentajes de materia orgánica, se apreció que hubo un incremento de ésta al final del ensayo, principalmente en los tratamientos con la adición de gallinaza y del biofertilizante. En cuanto al parámetro de pH del suelo, en el tratamiento con gallinaza + fertilizante químico la reducción en el nivel de pH de 0,2, es decir, aumentó la acidez del suelo, mientras que para los tratamientos restantes, el biofertilizante y el testigo se produjo un incremento en el pH de 0,2 y 0,4 respectivamente. Significa que tanto en uno y otro se tendió a estabilizar los niveles de acidez de suelo más hacia lo neutralidad ($\text{pH} = 7$), lo cual es apropiado para el crecimiento de los cultivos.

Efecto del Azotobacter SP en el Rendimiento del Cultivo de Papa

Concluido el ciclo del cultivo de papa (104 días), variedad Granola, se realizó la cosecha de los tubérculos con el propósito de evaluar el efecto de *Azotobacter sp* en el rendimiento del cultivo en referencia, en un suelo de El Valle, municipio Libertador del estado Mérida. También se procedió a pesar los tubérculos correspondientes a cada subparcela.

El rendimiento de tubérculos en peso fresco presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos de fertilización. En promedio, el mayor rendimiento se dio en el tratamiento con gallinaza y fertilización química; sin embargo, el rendimiento obtenido con el biofertilizante *Azotobacter sp.*, resultó 33 por ciento más alto que el testigo.

Cuadro 3

Rendimiento de papa de la variedad Granola obtenido con los tratamientos de gallinaza y *Azotobacter sp* en suelos de El Valle, municipio Libertador, estado Mérida.

Tratamiento de Fertilización	Rendimiento
Gallinaza (15 ton/ ha)	47,0 (8,4) a
Biofertilizante (2 l/ ha)	33,1 (10,8) b
Testigo	25,0 (2,4) b

Nota: Los valores entre paréntesis corresponden a la desviación estándar. Letras distintas indican diferencias significativas (n = 6, Tukey, p <0,05)

Es importante resaltar que el rendimiento obtenido con el tratamiento del biofertilizante a base de *Azotobacter sp* arrojó resultados positivos, en el sentido de que los mismos se asemejan a los promedios de producción obtenidos en la zona (entre 25 a 30 t/ ha).

Ensayos similares con papa de la variedad Idiafrit, fueron realizados en el Campo Experimental de Mucuchíes del INIA, ubicado en el municipio Rangel del estado Mérida, durante 3 años consecutivos (2000 – 2003), en donde se incorporó gallinaza y Vermicompost. Los resultados arrojaron un incremento del rendimiento promedio superior al 10 por ciento al uno y otro material. El número de tubérculos se incrementa en un 8,32 por ciento al abonar con gallinaza y 15,14 por ciento al abonar con Vermicompost.

El análisis de fritura realizado por la empresa de procesamiento de la Snacks Americana Latina, ubicada en La Grita, estado Táchira, demostró que los lotes donde se usó gallinaza resultaron no aptos para agroindustria, mientras que las muestras de parcela abonadas con Vermicompost resultaron aptas. Esto indica que la gallinaza afecta la calidad culinaria del tubérculo; así mismo, algunas pruebas mostraron que los extractos de gallinaza contienen Metabolitos que son tóxicos para las plantas (Zambrano, González, Villamizar y Acevedo, 2004).

En el año 2005, Araujo, Díaz, Rodríguez y Varela (2005) también

evaluaron el uso de gallinaza en suelos de El Valle, estado Mérida, a diferentes dosis, desde cero (0) para el tratamiento testigo hasta siete (7) t/ha, que corresponde a la mitad de la dosis que normalmente usan los productores de la zona, y no encontraron diferencias significativas en los rendimientos de papa en los tratamientos (promedios de 19 a 21.000 kg/ha). La explicación dada por los autores es que el área bajo estudio presentó niveles altos de materia orgánica, por la aplicación de gallinaza en altas dosis y en ciclos repetidos. Es por ello que no se hace necesario la aplicación de estos abonos orgánicos en cada ciclo del cultivo papa (como es usual en la zona), pues existe cierto contenido de N disponible para el cultivo. Así mismo, las cantidades de gallinaza y fertilizantes nitrogenados aplicados en la zona, para mantener la productividad en términos de cosecha, generalmente son bastante altas.

González, *et al* (1996) obtuvieron respuestas del cultivo de papa a la aplicación de diferentes dosis de gallinaza al momento del porqué, obteniendo los mejores resultados al aplicar entre 10.000 y 13.500 kg/ha, con rendimientos promedios de producción de papa de 25 a 30.000 kg/ha. Sin embargo, se comprobaron también efectos negativos sobre la biota del suelo.

Procede acotar que, si bien los estudios mencionados se realizaron en zonas con altitudes diferentes (municipios Rangel y Libertador del estado Mérida), los rendimientos obtenidos en ambos casos, se asimilan a los normalmente logrados en estas zonas.

En relación al uso del biofertilizante puede referirse que, a pesar de que los rendimientos alcanzados fueron menores a los obtenidos con la gallinaza, existen diversos beneficios no medibles estadísticamente, pero si palpables en el medio ambiente, en la salud, y en el aspecto económico de los productores, que hacen de esta fertilización un fuerte aliado para el desarrollo de una agricultura sustentable. Por otra parte, el empleo de *Azotobacter sp* contribuirá al fortalecimiento de la relación hombre – planta – medio ambiente, pues es una tecnología basada en principios agroecológicos. Tales afirmaciones pueden formularse al considerar las

respuestas aportadas por los productores de papa en cuanto al uso de nuevas opciones de fertilización y sus beneficios, así como la reducción de los costos de producción logrados. Sobre estos aspectos, en el próximo aparte se hará referencia a los mismos.

Costos de Producción del Cultivo de Papa con el Uso de Azotobacter SP y otros Beneficios

Mediante la aplicación de la metodología adoptada se logró obtener información sobre la cantidad de gallinaza usada (expresada en t/ha) y costo, uso de fertilizante diferente a la gallinaza y resultado obtenido, evocación referente a la palabra biofertilizante, rendimiento obtenido al momento de cosechar la papa, significado de ganancia, cifras oficiales del costo de producción de la papa y opinión de los productores, uso de nuevas alternativas de fertilizantes que contribuyan a la sustentabilidad, y prácticas agrícolas y costos.

Cantidad de gallinaza usada (T/ha y costo)

En promedio los productores usan entre 13 y 14 t/ha de gallinaza, con un costo promedio de 4.000 Bs. F. Esto indica que los productores invierten una importante cantidad de dinero en tal tipo de fertilización orgánica, lo cual aumenta considerablemente los costos de producción de papa, pudiendo ser llevados a una mínima expresión usando el Biofertilizante propuesto en la presente investigación. Además, también los productores manifestaron que últimamente se ha dificultado la adquisición de gallinaza para uso como abono, pues está siendo utilizado con otros fines, como suplemento alimenticio para animales.

Uso de otros fertilizantes diferentes a la gallinaza y resultado obtenido

Se evidenció que solo el 25 por ciento de los entrevistados han utilizado una alternativa diferente a la gallinaza. De las tres experiencias

comentadas, el humus de lombriz dio buenos resultados, pero se dificulta su obtención y es bastante costoso. El productor que probó el biofertilizante a base de *Azotobacter sp* obtuvo un 20 por ciento menos de rendimiento, y refirió que el producto fue de fácil manejo, representando una alternativa diferente al uso de gallinaza. En cuanto al entrevistado que usó la cachaza de caña de azúcar, especificó que obtuvo pérdidas, por tener rendimientos muy bajos.

Evocación referente a la palabra Biofertilizante

Al preguntarle a los productores sobre ¿qué se le viene a la mente cuando oye la palabra biofertilizante?, el 80 por ciento la asoció con fertilizante, alimento y natural, mientras que el 20 por ciento restante lo hizo con alimentación. Esto significa que los productores están conscientes de la necesidad de emplear productos que contribuyan con la nutrición del cultivo. Con respecto a la segunda parte de la pregunta relacionada con el beneficio, el 100 por ciento de los entrevistados coincidió en que usar productos naturales o biofertilizantes es positivo, no solo para el cultivo y el suelo, sino también para el medio ambiente.

Rendimiento obtenido al momento de cosechar la papa

Al analizar la información aportada por los productores, el 33 por ciento de los entrevistados manifestaron que el rendimiento promedio oscila entre 25 a 30.000 kg/ha; un 25 por ciento coincidió entre 30 a 35.000 kg/ha; en tanto el resto de los entrevistados, 42 por ciento, opinaron de la siguiente manera: de 28 a 30.000 kg/ha, 30.000 kg/ha, 30 a 40.000 kg/ha y de 40 a 45.000 kg/ha. Es decir, que en promedio los productores de la zona obtienen rendimientos aproximados de 30.000 kg/ha.

Significado de ganancia

Para el 100 por ciento de los productores la palabra “ganancia” solo tiene

un valor monetario; sin embargo, 58 por ciento opinó que simplemente era la obtención de dinero por encima de los costos de producción sin valorar si el ingreso es alto o bajo, mientras que 33 por ciento manifestaron que la verdadera ganancia estaba representada en ganar el doble o más de lo invertido. Un productor (9 por ciento) la definió de manera breve y clara, así: “*Mientras más entre y menos salga*”. Es importante acotar que otros elementos fundamentales en el proceso agroproductivo como la dimensión humana y ambiental no tuvieron preponderancia en sus respuestas debido, quizás, a que la concepción economicista forma parte del arraigo cultural de los pueblos donde se privilegia la obtención de lucro por encima del beneficio ecológico y humano.

Cifras Oficiales del costo de producción de la papa y opinión de los productores

Para el momento de la ejecución de la presente investigación el Ministerio del Poder Popular de Agricultura y Tierra (MPPAT) estimaba que producir una ha. de papa costaba Bs. F 22.348,31. Pero al entrevistar a los productores, el 100 por ciento expresó que para producir tal cantidad de papa “gasta más” que lo pautado por el mencionado organismo oficial. De ellos, el 30 por ciento coincidieron que gastan 40.000 Bs. F. o más; 25 por ciento entre 35.000 y 40.000 Bs. F.; 25 por ciento entre 30.000 y 35.000 Bs. F.; 8 por ciento el doble de lo indicado por el Ministerio; otro 8% lo que corresponde al doble o más; otro 8 por ciento dijo que entre 38.000 a 40.000 Bs.F. y el 4 por ciento restante aseveró que gasta 40.000 Bs. F. En conclusión puede decirse que producir 1 ha. de papa está por el orden de los 40.000 Bs. F. cultivando bajo el esquema tradicional.

Uso de nuevas alternativas de fertilizantes que contribuyan a la sustentabilidad

El 100% de los entrevistados coincidió en que les gustaría probar un producto biológico (biofertilizante) que con el transcurso del tiempo

garantice la sustentabilidad de la sociedad. Las respuestas estuvieron dirigidas a proteger la familia, a ser solidarios con ellos mismos y con el prójimo; también se mostraron interesados en proteger el ambiente y la salud, elementos primordiales para el avance de una sociedad sustentable. Por lo demás, las respuestas indican que los productores poseen cierto grado de concientización, y buscan no solo el beneficio individual sino el colectivo.

Prácticas agrícolas que realizan los productores y costos de producción de la papa

Los productores entrevistados coincidieron en el pago del jornal fijo, el cual está en el orden de 60 Bs. F. diarios, mientras que los temporeros varían de acuerdo a la tarea asignada (este monto es de 80 Bs. F. o más). Al momento de la cosecha se pagan 10 Bs. F. por saco de papa recogido. Siendo así, el salario de un jornal fijo es de 960 Bs. F. al mes. Es importante resaltar que durante todo el ciclo del cultivo emplean aproximadamente 177 jornales, lo que ocasiona un incremento significativo en los costos de producción, representando un 31 por ciento de los gastos totales; un 28 por ciento de lo invertido se gasta en adquirir fertilizantes químicos y orgánicos, es decir, 59 por ciento de los costos en que se incurre para producir papa se invierten en pago de jornales y fertilizantes, el 41 por ciento restante se usa para la preparación de la tierra, adquisición de semilla e insumos varios (herbicidas, fungicidas, insecticidas y nematocidas), así como para otros gastos (sacos, herramientas, entre otros).

Los resultados obtenidos indican que existe una reducción significativa en los costos de producción, al utilizar la alternativa planteada en la presente investigación. Al restar el costo de la aplicación de la gallinaza (3.996 Bs. F.), al costo de producción obtenido en las respuestas de los entrevistados, obtenemos como resultado un costo total de 35.087 Bs. F.

De la misma manera existiría una reducción en los costos de producción en cuanto a la cantidad de los fertilizantes utilizados, pues durante el

ensayo se usó la mitad de la dosis que normalmente emplea el productor de la zona (3.521 Bs. F.), ahorrando un 50 por ciento en fertilización.

En cuanto a la cantidad de jornales también existe una reducción considerable de los costos, pasando de 26 jornales a cuatro, que corresponderían a dos en el momento de la siembra, para aplicar el biofertilizante y los dos restantes al momento del aporque. Esto representaría una reducción en los costos de producción de 1.781 Bs. F., es decir del 5 por ciento, quedando un costo total en 28.739 Bs. F., con un ahorro de 27 por ciento sobre el gasto actual. También, es importante señalar el beneficio ecológico, que trasciende al económico, debido a que el biofertilizante es una alternativa socio-tecnológica sustentable.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Los resultados obtenidos permitieron formular las siguientes conclusiones.

1. La aplicación del biofertilizante *Azotobacter sp* permitió incrementar el contenido de Amonio y materia orgánica en el suelo, que podría ser una fuente de reserva de Nitrógeno disponible.

2. El rendimiento del cultivo de papa obtenido en el ensayo usando el biofertilizante *Azotobacter sp* (33.1 kg/ha), a pesar de ser inferior (30 por ciento menos) al obtenido con la gallinaza y el fertilizante químico (47 kg/ha), está dentro del promedio de rendimiento de este cultivo encontrado en la zona de estudio con la fertilización tradicional (25 – 30 t/ha).

3. El uso de *Azotobacter sp* representa una alternativa agroecológica para contribuir con el desarrollo sustentable de los agroecosistemas tropicales enmarcada en la Constitución Bolivariana de Venezuela (CBV), así como en los tratados internacionales suscritos a nivel mundial para proteger el planeta.

4. Existen un conjunto de beneficios no medibles estadísticamente, pero sí palpables en el medio ambiente, en la salud, y en el aspecto económico de los productores, que hacen de esta alternativa de fertilización un fuerte aliado para el desarrollo de una agricultura sustentable.

5. El uso del biofertilizante *Azotobacter sp* contribuirá con el fortalecimiento de la relación hombre – planta – medio ambiente, debido a que es una tecnología basada en principios agroecológicos (sustentables).

6. Se evidenció una buena aceptación por parte de los productores agrícolas en cuanto al uso de otras alternativas de fertilización, diferentes a la gallinaza, como es el caso del biofertilizante a base de *Azotobacter sp*.

7. Se constató que 59 por ciento de los costos de producción de papa se invierten en pago de jornales y fertilizantes, el 41 por ciento restante se usa para preparar la tierra, adquisición de semilla, insumos varios (herbicidas, fungicidas, insecticidas y nematicidas), así como, en otros gastos (sacos, herramientas, entre otros).

8. El 100 por ciento de los entrevistados coincidieron en que les gustaría probar un producto biológico (biofertilizante) que con el transcurso del tiempo le garantice preservar el ambiente, su salud y la de sus hijos, nietos y descendientes (sustentabilidad) y mostraron preocupación en cuanto a temas como el ambiente, la salud, la solidaridad entre otros, lo cual lleva a pensar que están conscientes y sensibles a temas tan importantes como el abordado en la presente investigación.

9. El uso del biofertilizante reduce en un 27 por ciento los costos de producción actuales de la producción de papa siendo un monto considerable, pues los Bs. F. 10.344 ahorrados producto del empleo de la nueva alternativa podrían ser invertidos o utilizados para otros fines como el ahorro, la educación, la vivienda, y los alimentos.

Recomendaciones

1. Hay necesidad de continuar experimentando con el biofertilizante, a

fin de conseguir las dosis adecuadas para el cultivo de la papa y disminuir el uso de la gallinaza y los fertilizantes químicos en este cultivo, dados los beneficios mostrados en los resultados

2. Continuar brindando apoyo a las tecnologías de bajo costo e impacto ambiental que permitan mantener al agroecosistema papero en equilibrio.

3. Sembrar en las generaciones futuras el deseo de utilizar alternativas de fertilización más cónsonas con el medio ambiente.

4. Difundir el uso y beneficios de los biofertilizantes debido a que los mismos no ocasionan efectos adversos a la salud o al medio ambiente.

5. Sincerar los costos actuales de producción de papa a fin de mejorar la financiación del rubro.

6. Introducir la alternativa de biofertilización dentro de los costos de producción para el fortalecimiento de tecnologías que conlleven a una agricultura agroecológica sustentable.

Referencias

- Araujo, Y.; Díaz, L.; Rodríguez F.; Varela R. (2005). Evaluación del uso de la gallinaza en suelos del Valle, estado Mérida. En *Informe del Proyecto Coordinado Gobernación -Fundacite-INIA*. Mérida, Venezuela.
- Aguirre, A. (1995). *Etnografía. Metodología cualitativa en la investigación sociocultural*. México: Alfaomega.
- De la Peña. G. (1994). Manejo ecológico del suelo. *Documento de trabajo de la Red de Acción de Agricultura Alternativa (RAAA)*. Perú, Lima.
- Del Castillo, P. y Montes de Oca, F. (1994). Efecto del uso de bacterias solubilizadoras de fósforo y fijadoras de nitrógeno sobre el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum*). En II Taller sobre Biofertilización en los Trópicos. *Cultivos Tropicales*, 15 (3), 67. Cuba, La Habana.
- González, C.; Benítez, M.; y Álvarez, C. (1996). *Respuesta de la papa a la aplicación de distintas dosis de gallinaza en el momento del aporque*. En II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. España:

Pamplona-Iruña.

- González, J. y Lluch, C. (1992). *Biología del Nitrógeno. Interacción planta-microorganismo*. Madrid: Rueda.
- Hetier, L. y Pargas, L., (2001). Informe final. Proyecto Interdisciplinario CE:TS3 – T91 – 0 003 (CE-CSIC-ULA-ORSTHOM-CNRS-KUL-UNELLEZ-LUZ): “*Influence of cultivation on organic nitrogen status in tropical soils. Adjustment of a mathematical model to nitrogen fertility*”. *Efecto de la fertilización nitrogenada sobre las reservas de nitrógeno orgánico en los suelos de los llanos occidentales de Venezuela*. Interlocutores: M.Banchs (UCV), M. Hernández (USB), M. Herlich (INRA,CNRS, Francia), Laboratorio ORSTHOM-ULA. Tarsy Carballas, (Unión Europea). PALMAVEN. Publicación ORSTOM´CEE-Alianza Francesa. Edición en francés e inglés, 1997. La edición en español, CDCHT (2001) *Representaciones sociales de prácticas agrícolas*.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA, 2005). Producción de semilla de papa en Venezuela. *Manuales de Cultivo*, 5. Mérida, Venezuela: Producciones Karol.
- Jiménez, D. (2007). *Caracterización molecular de cepas nativas colombianas de Azotobacter sp mediante el análisis de restricción del DNA Ribosomal 16s*. Tesis de la Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias Básicas - Microbiología Industrial. Bogotá, Colombia.
- Martínez, R.; Dibut, B.; Tejada, G. y García, R. (2004). Reducción de la fertilización nitrogenada en distintos cultivos económicos mediante la aplicación de biofertilizantes. En *Memorias del Congreso “Trópico 2004”*, Cuba, La Habana.
- Martínez, R.; López, M.; Brossard, M.; Tejada, G.; Pereira, H.; Parra, C.; Rodríguez, J.; Alba, A. (2006) *Procedimientos para el estudio y fabricación de biofertilizantes bacterianos*. (Serie B N° 11) Maracay, Venezuela: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.
- Martínez-Viera, R. (1986). *Ciclo biológico del nitrógeno*. Cap. I y II. Cuba, La Habana: Ed. Científico Técnica.
- Ministerio para el Poder Popular de Agricultura y Tierras (MPPAT, 2010).

Costos de producción y estadísticas nacionales y regionales del rubro papa. Mérida, Venezuela: División de Circuitos Agroproductivos y Agroalimentarios.

- Moreno, L. (2006). *Caracterización por técnicas convencionales y biología molecular de Azotobacter sp y otras bacterias diazótropicas para su posible uso como biofertilizantes.* Tesis de post-grado, Universidad de Los Andes (ULA). Mérida, Venezuela.
- Núñez, M. y Rodríguez, J. (2004). *Agricultura sustentable.* Venezuela: Instituto para la Producción e Investigación de la Agricultura Tropical (IPIAT).
- Pumisacho, M. y Sherwood, S. (2002). *El cultivo de papa en Ecuador.* Maracay-Venezuela/Quito-Ecuador: Editorial del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y del Centro Internacional de la Papa (CIP).
- Socorro Castro, Alejandro R. (2008) *Modelo alternativo para la racionalidad agrícola* [Libro en línea]. Manejo Agroecológico de suelos y nutrición vegetal. Disponible: en http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2005840/lecciones/cap09/Lec9_1.htm. [Consulta: 2008, marzo 06].
- Toro, M. (1997). *Biofertilizantes microbianos en Venezuela.* En: investigaciones recientes Laboratorio de Estudios Ambientales, Instituto de Zoología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Apartado 47.258, Caracas 1041-A, Venezuela.
- Zambrano, A.; González, L.; Villamizar, E. y Acevedo, E. (2004). Evaluación de la incorporación de la gallinaza y vermicom post sobre el sedimento y calidad comercial de la variedad de papa Idiafrut. *Memorias del XXII Congreso de la ALAP.* Mérida, Venezuela: INIA.

COMPORTAMIENTO DE LA RELACIÓN ADSORCIÓN SODIO (RAS) EN EL BIOTRATAMIENTO DE RIPIOS Y LODOS DE PERFORACIÓN PETROLEROS

Elizabeth Marín¹, Alberto Martín²

^{1,2}Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño”,
Extensión Costa Oriental del Lago, Cabimas
investigación@psmcabimas.edu.ve

Resumen

En las operaciones de perforación de la industria petrolera es necesario el tratamiento de los desechos generados para evitar la contaminación ambiental. Una de las técnicas empleadas es el biotratamiento, proceso en el que intervienen una serie de variables que necesitan ser controladas para que los parámetros físico-químicos en los suelos mezclados con desechos cumplan con los límites establecidos por la normativa del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente en su Decreto 2635. En el desarrollo de esta investigación se evaluó el comportamiento del RAS durante el proceso de biotratamiento efectuado en CETRAPECA, siendo necesario acudir a la información histórica del control de las variables del proceso así como a los análisis de los muestreos realizados a las parcelas. La investigación se tipificó de campo y descriptiva; la información recopilada se constituyó como la población de estudio, mientras que la muestra fue de tipo variable en función de los objetivos propuestos al inicio de la investigación. La evaluación del comportamiento del RAS generó resultados concretos que evidenciaron el grado de incidencia de las condiciones del suelo donde se realiza el biotratamiento, así como la influencia que tiene el tipo de desechos según su origen y su formulación en la evolución del biotratamiento, y se estudiaron las consecuencias del empleo de horas máquina en la mezcla de los desechos, como la aplicación del fertilizante triple 15 para enmendar los suelos.

Palabras clave: ambiente, biorremediación, biotratamiento, lodos, Relación Adsorción Sodio (RAS), ripios, salinidad, sodicidad, suelos.