

menor costo posible y una mejor comprensión del funcionamiento del sistema por parte de los desarrolladores y de los usuarios, es necesario definir la arquitectura del sistema a partir de los casos de uso y de los requisitos no funcionales. La arquitectura presenta el diseño en forma de vistas que comprenden la estructura, el comportamiento, la funcionalidad, el rendimiento, la flexibilidad, la reutilización, la facilidad de comprensión, las restricciones, la estética y los compromisos económicos y tecnológicos del sistema de información. De otro lado, el proceso completo está comprendido por ciclos que constituyen la vida del sistema de información. Cada finalización de estos ciclos acopla una versión del sistema de información, la cuál es susceptible de mejoras.

Conclusiones

No se limita pues, la educación en ambientes virtuales al uso de las herramientas que proporcionan las tecnologías de la comunicación y de la información en Internet, sino que optimiza como episodio educativo que concentra todos sus procesos y recursos en una sola resolución de acceso. Esto posibilita mayor dedicación de docentes y estudiantes a los procesos de indagación, procesamiento y aplicación de los objetos de conocimiento que se suministran, concurren y se administran en los ambientes infovirtuales de una plataforma. Las nuevas tecnologías han llegado para desmaterializar, deslocalizar y globalizar la información, a tal magnitud que los soportes físicos han sido sustituidos por los electrónicos y virtuales, al ser colocada la información en el ciberespacio, motivo por el cual se hace presente el término globalización, pues se acabaron los límites y fronteras de tiempo, espacio o distancias.

Así mismo, el proceso de virtualización de la educación, deberá estar soportado por las unidades de información, representadas por los profesionales del conocimiento como agentes propiciadores y mediadores en este proceso, pues en sus manos está la misión de acercar al usuario a las tecnologías de información y comunicación como una herramienta de mucha utilidad en la generación de nuevos conocimientos. Lo expuesto, se verá reflejado en las unidades de información, las cuales deberán suministrar materiales que incentiven el desarrollo intelectual, poniendo a disposición del usuario las redes, bases de datos en línea, libros electrónicos, hipermedios, teleconferencias, Internet, entre otros, que sólo son posibles utilizando las tecnologías de información y comunicación que cambian la forma tradicional de acercarse al conocimiento. Conviene tener en cuenta que la utilización de metodologías y medios tecnológicos proporcionan un medio efectivo y conciso para la solución de problemas con el manejo de información.

La Ingeniería Web brinda recursos para crear, implantar

y mantener aplicaciones y sistemas Web que propician el desarrollo de Software Web de excelente calidad. Ésta se basa en la Ingeniería de Software y toma prestados muchos de sus conceptos y principios básicos, dando importancia a las mismas técnicas y gestión. Se tiene en cuenta que una aplicación Web es aquella que los usuarios usan accediendo a un servidor Web a través de Internet o de una intranet. Las aplicaciones Web son populares debido a la practicidad del navegador, la habilidad para la navegación que obliga a un desarrollo preciso que garantice que el usuario no se pierda en el espacio navegacional del sistema (Olsina, 1999), actualizar y mantener aplicaciones Web sin distribuir e instalar software en miles de clientes potenciales es otra razón de su popularidad. La IWeb ya forma parte de la realidad actual y la utilizan instituciones a nivel nacional e internacional reconocidas en el medio.

Bibliografía

- AGUADED, J.I. (1993). Comunicación audiovisual en una enseñanza renovada. Propuestas desde los medios. Huelva, Grupo Pedagógico Andaluz Prensa y Educación.
- CACHEIRO, M., Inc. (2007). Caracterización de Recursos Educativos On Line. En: http://www.cnice.mecd.es/cinterneteducacion/2congreso_actas/documentos/experiencias/pdf/foro1/Mariluz_Cacheiro_Gonzalez_Caracterizacion_de_recursos_educativos_on-line.pdf, Consultado: Junio de 2007.
- _____ (2007). Caracterización de Recursos Educativos On Line. En: http://www.cnice.mecd.es/cinterneteducacion/2congreso_actas/documentos/experiencias/pdf/foro1/Mariluz_Cacheiro_Gonzalez_Caracterizacion_de_recursos_educativos_on-line.pdf, Consultado: Junio de 2007.
- CORREA, J.M. (1999). Proyecto Docente: Nuevas Tecnologías aplicadas a la Educación. San Sebastián, Universidad del País Vasco.
- COTA A. (1994). "Ingeniería de Software". Soluciones Avanzadas. Julio de 1994. Pp. 5 13.
- GAEDKE, M. (2006). International Conference on Web Engineering 2006. En: <http://www.webengineering.org/beta1/>; Consultado en Mayo de 2006.
- GALVIS, Á. MARIÑO O. (1999). Ludomática: proyecto de transformación educacional con informática para la sociedad del conocimiento. Bogotá. Disponible en Internet en: http://www.te.ipn.mx/files/f000506/txt_docto.htm
- JACOBSON, I. (1998). "Applying UML in The Unified Process" Presentación. Rational Software. Presentación disponible en <http://www.rational.com/uml> como UMLconf.zip
- LEWIS G. (1994). "What is Software Engineering?" DataPro (4015). 1994. Pp. 1 10.
- OLSINA, L. (1999). Metodología cualitativa para la evaluación y comparación de la calidad de sitios web. Ph. Tesis. Facultad de Ciencias Exactas. Universidad de la Pampa. Argentina.
- PRESSMAN, R. (2006). Ingeniería del Software un enfoque práctico. Sexta Edición. Mc Graw Hill, México. Pp. 501 638.
- TELEFÓNICA (2006), e-learning. En: <http://www.telefonica.es/sociedaddelainformacion> 1p.; Consultada mayo 2007.
- WIKILEARNING.com, (2007). Ingeniería de Software Asensio extraído de: <http://www.um.es/>, En: http://www.wikilearning.com/ingenieria_del_software-wkccp-3616-2.htm, Consultado en julio de 2007.
- WIKIPEDIA FOUNDATION, Inc. (2007). Ingeniería de la Web Redirigido de Ingeniería Web. En: http://es.wikipedia.org/wiki/Ingenieria_web#_note-0, Consultado en mayo de 2007.
- ZERODIVX, Inc. (2006), Ingeniería Web, En: <http://www.zerodivx.com/index1.htm>, consultado en julio de 2007.

La disponibilidad de nutrientes

para las plantas, consecuencia de interacción, química, biológica y bioquímica

Por: GARCÍA, Francisco¹,
MEDINA, Martha²
GUARÍN, Javier³
ROA, Carlos⁴

Resumen

La nutrición vegetal depende de varios factores; entre ellos: minerales, microorganismos y moléculas orgánicas. Éstos a la vez están relacionados con las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. Las adiciones de materia orgánica o de abonos orgánico-minerales favorecen esta condición, porque, contienen moléculas que alimentan poblaciones microbianas que segregan las enzimas requeridas para solubilizar minerales o mineralizarla, pero no suplen las necesidades de la mayoría de los cultivos. Esta dinámica está determinada por la presencia de elementos que intervienen en la fijación del nitrógeno o la producción de ácidos orgánicos que liberan fósforo, pero que también pueden afectar la biodisponibilidad de varios nutrientes o las poblaciones microbianas.

Palabras clave: Inmovilización, solubilizadores de fosfatos, mineralizadores de nitrógeno, enzimas, proteínas.

Abstract

Vegetable nutrition depends on several factors such as minerals, microorganisms and organic molecules. These, at the same time, are related with the physical, chemical and biological conditions of the floor. The additions of organic matter or organic-mineral manure favor this condition because they contain molecules that feed microbial populations which segregate the required enzymes to solubilize minerals or to mineralize it, but they don't replace the necessities of most of the cultivations. This dynamics is determined by the presence of elements that intervene in the fixation of the nitrogen or the production of organic acids that liberate phosphorus, but can also affect bio availability of several nutrients or microbial populations.

Keyword: Immobilization, solubilisers of phosphates, nitrogen mineralizers, enzymes, proteins.

¹M.Sc (c) en ciencias agrarias. UNAL. Esp. en gerencia agraria. JDC, ingeniero agrónomo UPTC. Docente investigador JDC. e-mail: jfgm29@hotmail.com
²Agrozootecnista, JDC, saraleja0206@hotmail.com
³Agrozootecnista, JDC, jagu810102@yahoo.es
⁴Agrozootecnista, JDC, carlosagroeco@hotmail.com



Introducción

La nutrición natural de las plantas terrestres se realiza en forma gaseosa o líquida por medio de las hojas y desde el suelo a través de las raíces en forma líquida. La nutrición gaseosa se da por el gas carbónico y el oxígeno al entrar a la planta a través de los estómas ubicados en sus hojas. Además, por medio de las aguas lluvias la planta recibe amoníaco, nitratos y sulfatos, compuestos que ayudan en el proceso de alimentación. Fuera de la nutrición gaseosa, la planta absorbe la otra parte de su alimentación mineral en forma de iones disueltos en el agua del suelo y en menor grado en forma de soluciones de micromoléculas orgánicas (Hanke, 2005).

La materia orgánica, corrige y mantiene las condiciones del suelo; donde se generan reacciones químicas y bioquímicas por la participación microbiana, dejando diferentes compuestos con una fracción mineral y con moléculas orgánicas asimilables por las plantas o microorganismos. Esta actividad depende de la composición bioquímica del material que presenta una cinética, donde una reacción de orden cero lleva velocidad constante y no depende de la concentración del sustrato. La otra, de primer orden muestra una velocidad proporcional a la concentración de sustrato (Bohinski, 1991).

Al respecto Coyne (2000), sostiene

que el fósforo casi siempre se encuentra en el estado (PO_4^{3-}) salvo en condiciones extremas de reducción. Igualmente, reporta que las concentraciones de fósforo en los microorganismos son diez veces más elevadas que las encontradas en la solución del suelo (0.1 a 1.0 ppm); donde puede formar 0.5 a 1% de micelios fúngicos y de 1 a 3% de la biomasa bacteriana, estando la mayor parte en ácidos nucleicos ATP, y fosfolípidos de las membranas de los microorganismos.

Pero algunos de estos organismos actúan como solubilizadores de fosfatos (MSP) tanto en la fracción orgánica como inorgánica del suelo haciendo que estos minerales tengan estado de oxidación estable $H_2PO_4^-$ en soluciones ácidas y HPO_4^{2-} en soluciones básicas. (Bonh et al: 1985), (Burbano 1989), (Osorio, 2005).

En un abono orgánico fermentado (aof) que contiene un porcentaje muy bajo de P, lo importante es la actividad enzimática que propicie y acelere la disponibilidad del elemento para la planta y los microbios en el suelo. Esto trae consigo un incremento en la actividad de fosfatasa capaces de romper los enlaces esteos que forman el $H_2PO_4^-$ con grupos carbonados de fosfolípidos (Osorio, 2005).

Fassbender (1982), Burbano (1989), Hanke (2005) afirman que

los géneros *Aerobacter*, *Bacillus* y *Pseudomonas* así como *Aspergillus*, *Alternaria* y *Penicillium* movilizan fósforo en la rizosfera, produciendo ácido keto-glucónico, láctico, málico, tartárico, fórmico, acético y cítrico entre otros, que por la condición física y composición orgánica se pueden presentar en los aof, donde el 10% de la población bacteriana solubiliza activamente fósforo a través de tres mecanismos: quelación, reducción del hierro y acidificación (Coyne 2000). Entonces, los cambios de pH modifican las cargas de las moléculas de proteínas y esencialmente su comportamiento, la solubilidad de muchas de estas es mínima en el punto isoelectrónico, ya que no se repelen cuando su carga neta es igual a cero (Matheus y Van Holde 1999).

De otra parte, Bohinski (1998) afirma que en un aminoácido el grupo amino (NH_2) unido al átomo de carbono alfa, adyacente al grupo carboxilo, puede cargarse, lo que depende del pH y del ambiente donde se encuentre; entonces, esta propiedad resulta muy importante dadas las condiciones de pH de los aof sólidos (7 a 7.5) o líquidos (4 a 5) y sus reacciones en el suelo; allí se sintetizan proteínas que favorecen la nutrición microbiana, o la formación de quelatos.

(Bernal 1995; Sulisbury y Ross 1992; Pelczar 1998, Shimada



Foto A. Jaramillo 2006 Preparación inicial de la mezcla



Foto B. Jaramillo 2006 Volteo a los ocho días donde se observa el desprendimiento de gases con aumento de temperatura.

2003), coinciden en que la actividad enzimática se ve afectada por factores abióticos así como la presencia de iones metálicos (Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Co, Ni, Mo,), que operan como agente oxidante o reductor dependiendo del estado de oxidación del ion; pero, algunas enzimas se producen siempre por la célula de forma independiente al sustrato, mientras que otras sólo aparecen por la presencia de algún compuesto en particular. Así por ejemplo, el N en el suelo en su mayor parte es orgánico, razón por la cual el proceso de acumulación del elemento está relacionado con el porcentaje de materia orgánica del suelo (MOS), donde sufre transformaciones por microorganismos heterotróficos quimiorganotróficos (Burbano, 1989).

En este sentido, Madigan et al (2004) afirman que en la obtención de las formas inorgánicas de N participan especies microbianas pertenecientes a los géneros (*Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, *Nitrosospira*, *Nitrosococcus*, *Nitrosolobus*, *Nitrosovibrio*, *Azotobacter*, y *Clostridium*), siendo el producto más reconocible el amonio; al respecto, Atlas y Bartha (2000) dicen que la oxidación del amoníaco a nitrito y de este a nitrato son procesos exotérmicos porque las bacterias quicio-organotróficas utilizan la energía derivada de la nitrificación para

asimilar el CO_2 , lo que puede estar ocurriendo en un proceso de compostación porque al dar los volteos para oxigenar hay desprendimiento de calor con olor fuerte a amoníaco.

Los aminoácidos, ácidos nucleicos y bases nitrogenadas de purina son desaminados por acción enzimática y bacterias de los géneros (*Bacillus* y *Pseudomonas*), hongos (*Aspergillus niger*) y actinomicetos (Burbano 1989, Hanke 2005). Las bases púricas son degradadas en ácidos orgánicos y urea que es descompuesta por la ureasa, liberando NH_3 y CO_2 en condiciones anaeróbicas, entonces la descomposición de las bases es incompleta y aparecen aminos que le dan olor a putrefacción como ocurre en centro de la pila de compost.

Según Peláez et al, (2005) la actividad enzimática observada del compost se atribuye a enzimas que pueden tener tres orígenes celulares diferentes: endoenzimas, enzimas de membrana y exoenzimas; las dos primeras asociadas con organismos (monera, fungí, protista y animalia) la tercera como enzimas del medio, que pueden encontrarse en: solución asociadas a matrices orgánicas (macromoléculas o de resíntesis) o celulares.

La mineralización del N está afectada por la relación C/N, el aumento de la población microbiana y la inhibición de las proteinasas; la actividad

microbiana requiere más O_2 para su respiración y nutrientes para su multiplicación celular, creándose condiciones anaeróbicas, lo que consiguen reduciendo el NO_3^- y liberando N_2 o N_2O (Burbano 1989) (Hanke 2005), situación ocurrida en los primeros días de fermentación de la pila.

En consecuencia, la importancia del abono orgánico está en la calidad y disponibilidad de minerales para la planta, así como en las moléculas que activan iones de fósforo y nitrógeno a partir de ácidos generados allí de manera permanente.

La relación suelo-planta está determinada por condiciones físicas del suelo, donde la presencia de $CaCO_3$, CaO , $FeOH$, ácidos, proteínas, nucleótidos, alcoholes, fenoles y grasas junto con el material parental forman partículas organominerales con espacios porosos ocupados por aire y agua; en ellos ocurren procesos de mineralización, solubilización e inmovilización de los elementos en forma de cationes o aniones, dentro de un equilibrio mantenido a través de los ciclos biogeoquímicos ocurridos en la naturaleza. El presente trabajo buscó establecer la relación que existe entre las moléculas orgánicas, los microorganismos y los minerales presentes en el suelo o en los abonos orgánicos fermentados (aof) que favorecen la nutrición vegetal con P y N.

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en el municipio de Soracá Boyacá, vereda Otro Lado, Centro Experimental Agroambiental Fundación Universitaria Juan de Castellanos, localizada a 5° 30' 30" Latitud Norte y 73° 20' 12" longitud Oeste del meridiano de Greenwich, altitud de 2810 msnm, temperatura media 12°C, humedad relativa del 75% precipitación promedio anual de 800 mm durante cuatro meses febrero a mayo de 2005.

En la preparación de los abonos se utilizó estiércol bovino fresco y seco, melaza, aserrín, desperdicios de molinería, escorias thomas (abono paz del río) (P_2O_5) (CaO) (Mn) (Mo), cal dolomita ($CaCO_3$, MgC_3O), sulfatos de Cu, Zn, Fe, k, Mg, y Mn, ácido bórico (H_3BO_4), suero de leche de bovino y agua.

Métodos de campo. Se hicieron dos ensayos con un diseño al azar; cada uno con dos tratamientos y tres repeticiones, donde asignaron aleatoriamente los tratamientos a un conjunto de unidades experimentales previamente determinadas. En este caso las canecas para el aof líquido y los montones para el sólido.

Aof líquido Ensayo 1.

T1. Agua + estiércol + sulfatos Cu, Fe, Mn, Mg, Zn, ácido bórico, melaza y suero; repeticiones impares (1, 3, 5);

T2 Agua + estiércol + melaza + suero; repeticiones pares (2, 4, 6).

Aof sólido. Ensayo 2.

T1 Aof sólido + aof líquido (con sulfatos)

T2 Aof sólido + aof líquido (sin sulfatos)

Las unidades experimentales se ubicaron en cobertizo de 100m² cercado en guadua, y lona de color verde, cubierto con teja de cinc. El aof líquido fue preparado en canecas plásticas de 200L, los montones de aof sólido se distribuyeron a una distancia de 1m, entre repeticiones y a 2.m entre tratamientos. Se tomaron muestras de cada replicación, siendo estas de 1000cc de aof líquido en recipiente plástico estéril y 500gr de sólido en bolsas plásticas.

Métodos de laboratorio

Las muestras para determinar la población microbiana fueron analizadas en el Centro de investigaciones microbiológicas CIMIC de la Universidad de los Andes, la composición de moléculas orgánicas se estudió en el laboratorio de nutrición animal de la Universidad Nacional; y la composición mineral en AGRILAB.



Foto A. Jaramillo 2006 aof líquido con adición de sulfatos que muestra el crecimiento de colonias de hongos diferenciados por colores

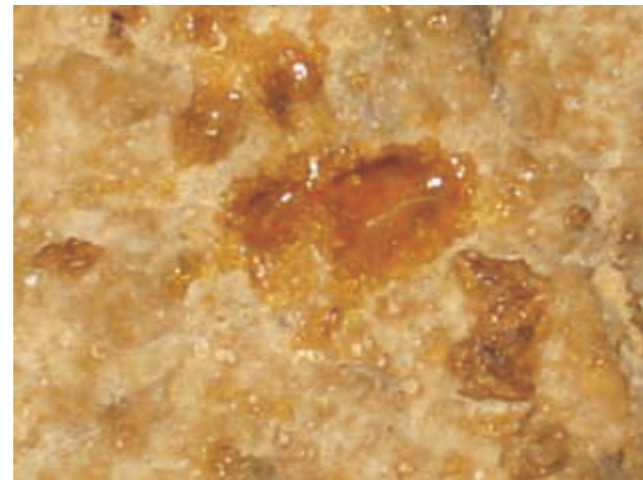


Foto B. Jaramillo 2006 aof líquido sin sulfatos con crecimiento de hongos

Resultados y discusión

Los aof líquidos con adición de sulfatos se caracterizan por un color verde agua marina, olor a fermento alcohólico indicando probablemente ácido acético (oxidación completa del alcohol etílico), y con pocas partículas en suspensión y una nata gruesa de colores gris, verde, blanco y rosado formada por poblaciones microbianas. En cambio el tratamiento sin sulfatos presentaba un color ocre, olor a vinagre, aspecto turbio y en la parte superior se formó una película de sustrato y estructuras microbianas.

Se estima por el olor a fermento alcohólico de los aof con sulfatos producción de ácido acético; y en los aof sin sulfatos, debido al olor a vinagre fermentación acética y láctica con producción de ácido butírico (se sintetiza a partir de ácido acético) y propiónico (se sintetiza a partir de ácido láctico) (Shimada, 2003).

Solubilizadores de fósforo

Tabla 1: recuento de microorganismos solubilizadores de fosfatos en el aof líquido

Tratamiento T1	R1	R3	R5
aof líquido con sulfatos	Negativo*	Negativo	Negativo
Tratamiento T2	R2	R4	R6
Aof líquido sin sulfatos	Colonia A: 80x10 ³ UFC/ml	Colonia D: > 16x10 ⁵ UFC/ml	Colonia D: > 16x10 ⁵ UFC/ml
	Colonia D: > 16x10 ⁵ UFC/ml		Colonia E: 15x10 ³ UFC/ml
	Colonia E: 1x10 ² UFC/ml		

* no mostró crecimiento de poblaciones
Fuente: CIMIC Universidad de los Andes.

En el caso de los aof líquidos los MSP muestran cantidades hasta de >16x10⁵ UFC/ml de la colonia D en todos los tratamientos; igualmente, las repeticiones R2 y R6 reportan la colonia E con poblaciones de 1x10² UFC/ml y 15x10³ UFC/ml respectivamente y la colonia A con una población de 80x10³ UFC/ml identificados como bacterias (tabla 1).

Tabla 2 recuento de microorganismos solubilizadores de fosfatos en el aof sólido

Tratamiento	T1R1	T1R3	T1R5
aof sólido con sulfatos	3x10 ² UFC/g	3x10 ² UFC/g	<10 ² UFC/g
Tratamiento	T2R2	T2R4	T2R6
aof sólido sin sulfatos	<10 ² UFC/g	<10 ² UFC/g	<10 ² UFC/g

Fuente: CIMIC Universidad de los Andes.

Al aof sólido se le mezcla como fuente inorgánica de fósforo escorias thomas cuyo contenido en P_2O_5 es del 10%; que representa para la mezcla el 0.41% del total. El fósforo orgánico aportado a través del estiércol (0.25%) y el resto del fósforo reportado en los análisis estaría en los desperdicios de molinera, melaza y suero. Resulta lógico la obtención de las UFC/g reportadas en el análisis por cuanto los microorganismos tienen una fuente de fósforo baja para su consumo. Campbell, (2001), afirma que las bacterias contienen de 1.5 a 2.5%, y los hongos contienen de 0.5 a 1.9% de este en sus células, independientemente de que sean solubilizadores de fosfatos lo que sería aportado al suelo al morir la población microbiana.

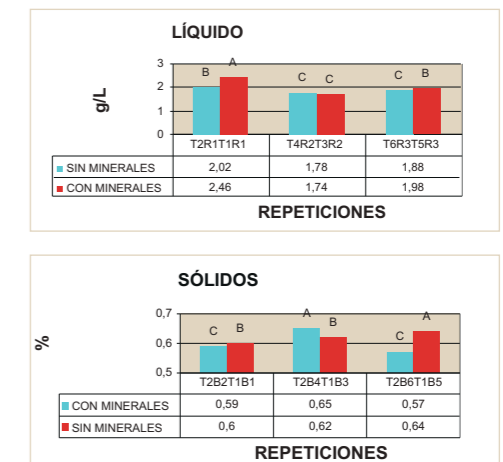
Nitrógeno y Fósforo en los aof

Nitrógeno total

La cantidad en los aof líquidos con minerales tiene valores entre 1.78 g/L y 2.02 g/L de N total en dos de las tres réplicas, mientras que el otro tratamiento reporta entre 1.74 y 2.46 g/L mostrando diferencia significativa entre tratamientos y repeticiones. En el caso de los aof sólidos el nitrógeno no supera el 1%, pero al igual que en los líquidos se muestran diferencias significativas entre tratamientos (grafica 1).

Según lo reportado por Cruz y Vega (2005), estos abonos contienen poblaciones fijadoras de nitrógeno hasta de 54 x 10⁵ UFC/g lo que facilitaría la disponibilidad de nitrógeno para la planta, que puede estar en forma de NH_4+ proteínas y biomasa.

Coyne (2000), afirma que la mineralización de materiales orgánicos que contienen nitrógeno libera NH_4+ donde aproximadamente de 103 a 107 microorganismos por gramo son mineralizadores activos. Por lo general, el nivel de producción de NH_4+ es de 1 a 20 ppm de nitrógeno al día, esto representa de 1 a 4% del nitrógeno total liberado para aprovechamiento de plantas.



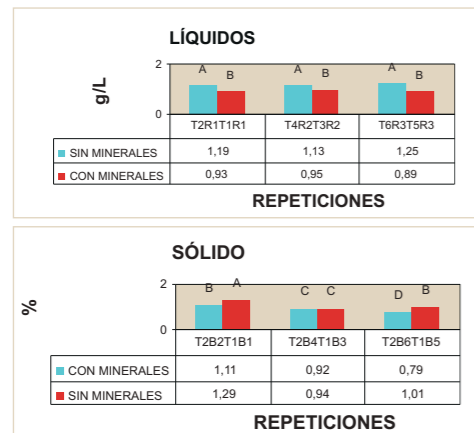
Gráfica 1. Evaluación del contenido de nitrógeno total en aof líquidos y sólidos

Fósforo

El valor más alto de fósforo está en los aof líquidos sin minerales 1.13-1.25g/L. Entre, tanto la diferencia con el aof enriquecido corresponde a un valor máximo de 0.95g/L mostrando diferencias significativas entre los tratamientos (gráfica 2). Este fósforo procede de moléculas orgánicas que los microorganismos utilizan en sus procesos metabólicos.

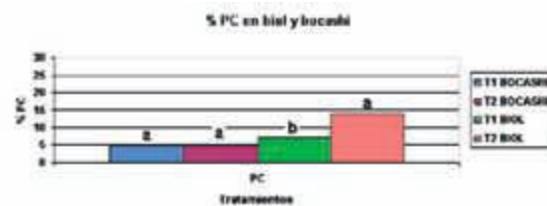
El fósforo encontrado en los aof sólidos proviene de las moléculas orgánicas y de los fosfatos agregados, reporta valores entre 0.79-1.11% para aof sin minerales y 0.94-1.29% donde se adicionan sulfatos, mostrando diferencias significativas entre repeticiones, tratamientos y disminuyendo en T1 por el incremento mostrado en los MSP.

Según Burbano (1989), los fosfatos orgánicos se solubilizan por quelación del metal respectivo, siendo necesaria para la liberación del fosfato una hidrólisis enzimática debido a las fosfatasa segregadas en el medio de cultivo por los microorganismos, los cuales, para disolver los fosfatos insolubles, secretan los ácidos anteriormente mencionados.



Gráfica 2. Evaluación del contenido de fósforo en aof líquidos y sólidos

Comportamiento de la proteína cruda en los aof



Gráfica 3. Porcentaje de proteína cruda entre tratamientos de aof líquido y sólido.

La PC entre el aof sólido y líquido presenta diferencias estadísticas altamente significativas debido a las características de las materias primas, el porcentaje de inclusión, la naturaleza del proceso y el porcentaje de materia seca (MS).

La media en el aof sólido con sulfatos es de 4,9%, equivalente a 2,9g en MS y la de los que no contienen sulfatos es de 4,76%, equivalente a 3g (gráfica 3). No existen diferencias significativas, el sulfato adicionado no muestra incremento en la proteína microbiana.

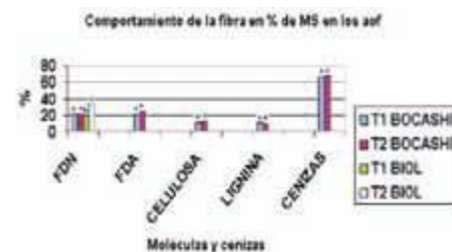
El porcentaje de proteína cruda es muy bajo en aof sólido, posiblemente por la desnaturalización al elevarse la temperatura, así como la rápida mineralización del nitrógeno por pH neutro y volatilización en forma de NH₃ por pH mayores de 7 en presencia elevada de Ca (Madigan et al, 2004). En consecuencia, el porcentaje de nitrógeno total que reporta el análisis de materia orgánica sólida está por debajo de 0.65%, lo que resulta insignificante como aporte de nitrógeno al suelo.

En aof líquido la adición de sulfatos T1 reporta un porcentaje más alto de proteína cruda hasta 7.3%; pero, el nitrógeno que corresponde a un 16% es bajo entre 1.74 y 2,46g/l. Lo que realmente resulta interesante es que el aof líquido sin sulfatos T2 presenta el doble de porcentaje de la proteína, hasta 14,9% con un valor de

nitrógeno total entre 1.78 y 2.02g/l, (Gráfica 1). Este mayor porcentaje de PC se debe a la presencia de microorganismos solubilizadores de fosfato en promedio de 16×10^5 UFC/ml y fijadores de nitrógeno hasta de 20×10^4 UFC/ml mientras que el T2 no reportó MSP ni fijadores de nitrógeno (datos aún no publicados).

En los dos tratamientos estos valores de proteína y nitrógeno son muy bajos, ya que registran el 13,6% de materia seca, en comparación con la materia seca de los tratamientos del aof sólido, en promedio 60 %. La presencia de estas colonias microbianas relacionada con el porcentaje de PC es debido a que al aumentar la población de fijadores de nitrógeno se incrementa la síntesis de aminoácidos y posteriormente proteína.

En ninguno de los dos tratamientos de aof líquido se encontró UFC/ml de oxidoreductores de azufre (Leiva y Meneses, 2006); pero es posible que el azufre agregado, como sulfato, a uno de los tratamientos no haya sido utilizado por los microorganismos, como fuente anabólica de proteína y fuera transformado en sulfuro H₂S y sulfhidrilo SH⁻ (Atlas y Bartha, 2002), ya que se tiene un medio anaeróbico con alta humedad.



Gráfica 4. Comportamiento de la fibra en los aof (carbohidratos estructurales).

Entre los aof sólidos y líquidos se registran diferencias debido a las proporciones de MS.

Los aof sólidos no presentan diferencias estadísticas altamente significativas en fibra detergente neutra FDN, ya que la media para el tratamiento con sulfatos es de 20,73% equivalente a 12,56g en MS y para el tratamiento sin sulfatos es 21,66% equivalente a 14,1g (Gráfica 4).

La degradación de celulosa también se produce a temperaturas elevadas. En estas condiciones aparecen bacterias celulolíticas termófilas, como Clostridium thermocellum (Coyne 2000). En los aof sólidos se midieron temperaturas que oscilan entre 37 y 60°C; pero estas varían dependiendo del tiempo y sitio donde sean tomadas, debido a que la concentración de humedad en el centro de la pila es mayor. Las poblaciones microbianas encontradas por (García 2005) reportan celulolíticas en abono de 120 días 43×10^4 y en el suelo, donde se agrega aof 28×10^3 , siendo las poblaciones más abundantes hasta ahora encontradas en estos ensayos.

Los reportes para fibra detergente ácida FDA en los tratamientos del aof sólido son mayores al FDN exceptuando la réplica T1B5. De ahí puede inferir que para el resto no se encuentran rastros de hemicelulosa; por consiguiente, estos valores elevados de FDA se deben a la presencia de pectinas (Shimada, 2003).

En los aof sólidos existe una relación entre el carbono orgánico oxidable en promedio de 7% con base húmeda, y los bajos niveles de celulosa con una media de 11,4% equivalente a 6,9g en MS del tratamiento con sulfatos; y una media de 13,0% equivalente a 8,4g del tratamiento sin sulfatos. Además, cuenta con bajo porcentaje de materia orgánica y alto contenido de cenizas, registrando una media de 66,0 a 67,4% (40g y 43,8 g) en tratamientos con y sin sulfatos respectivamente; catalogando este abono como orgánico-mineral según la NTC 5167.

Lignina. Los tratamientos del aof sólido presentan diferencias estadísticamente significativas; la media con sulfatos es de 11,5% equivalente a 6,9g y la que no contiene sulfatos es 9,6% correspondiente a 6.2g. Parte de esta lignina está adherida a la celulosa y no permite su fácil descomposición enzimática por parte de los microorganismos celulolíticos.

Cenizas. En el aof sólido no presentan diferencias estadísticamente significativas, por cuanto la media del tratamiento con sulfatos es 66,03%, equivalente a 40g en MS y la del tratamiento sin sulfatos es 67,43%, equivalente a 43,8g. Esto muestra que los aof sólidos presentan gran cantidad de minerales como: K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn, B, Na, reportadas por (García 2006) provenientes del proceso de mineralización y de las fuentes inorgánicas utilizadas como materias primas. Además el bajo contenido de moléculas orgánicas, catalogan a este tipo de abono como orgánico-mineral según la NTC 5167 donde las cenizas r deben estar mínimo en 60%.

Los aof líquidos reportan una media de 13,6% de MS, por tanto, no son representativos para determinar los componentes de la fibra detergente neutra (FDN) (celulosa, hemicelulosa y lignina); pero presentan diferencias estadísticas determinantes. El tratamiento sin sulfatos registra una media de 34,7% en FDN equivalente a 4,7g en MS; posiblemente por la menor descomposición observada de las materias primas y/o a la formación de biomasa microbial. La FDN en este tratamiento, guarda una relación directamente proporcional con la PC de las repeticiones. En cambio, el tratamiento con sulfatos registra una media de 19,2% equivalente a 2,6g, lo que puede estar ocurriendo debido a las mismas condiciones mencionadas anteriormente.

Conclusiones

El contenido de nitrógeno reportado en los aof es bajo para satisfacer las necesidades básicas de cualquier culti-

vo; sin embargo, las poblaciones fijadoras de nitrógeno (FN) son eficientes y gracias a éstas, la planta contará con disponibilidad de nitrógeno ya sea el proveniente del aof o posiblemente del suelo y la atmósfera donde se aplique el abono. Lo anterior debido a que la escasez las obliga a ser más hábiles en la fijación y mineralización; así mismo, el porcentaje de proteína cruda PC es bajo pero el sustrato brinda a los microbios las condiciones para su síntesis generando una fuente de nitrógeno.

Lo mismo, puede ocurrir con los solubilizadores de fósforo que hacen disponible el elemento del suelo o del montón con niveles bajos (gráfica 2). Sin embargo, en los aof líquidos y sólidos éste se puede aumentar con fuentes orgánicas e inorgánicas donde las poblaciones de MSP lo encuentren, logrando disponer de él al final del proceso. Pero si el mineral tiene alto porcentaje de Ca se puede inmovilizar en forma de fosfato de calcio y precipitar al adicionarlo al suelo especialmente a pH básico, el fosfato tricalcico por ejemplo requiere acidez para disolverlo (Hanke, 2005).



Foto A: Jaramillo 2006, medición de pH en los aof líquidos en los dos tratamientos donde se observa: con sulfatos color oscuro



Foto B: Jaramillo 2006 sin sulfatos color claro.

Los aof líquidos sin sulfatos reportan las poblaciones más altas de MSF y FN; pero al inocular el abono sólido con este fermento, se pierden debido a que cambian las condiciones abióticas en las cuales estaba el aof líquido. En consecuencia, las poblaciones que aparecen corresponden seguramente a poblaciones nativas propias del material con que se preparó.

Los aof sólidos evaluados en esta investigación cumplen con los requisitos generales y específicos de la NTC 5167, catalogándolos como orgánico minerales, pero esto no ocurre con los líquidos.

Controlador automático On Line

en la Planta de separación de Ni y Co en clonación artificial

Bibliografía

- ATLAS, R. y BARTHA, R. (1998). Ecología microbiana y microbiología ambiental. Adison Mesley. Pp. 205-402.
- BOHINSKI, R; ELIZONDO, R. y BAUTISTA, R. (1991). Bioquímica. 5ª ed. Editorial Pearson Education. México. Pp 163-164.
- BON, H. I; Mc NCAL, B. L; O'CONNOR, G. (1993). Química de suelos. México D.F: Limusa.
- BURBANO, H. (1989). El Suelo: Una visión sobre sus Componentes Biorgánicos. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia, Pp. 284-359, 386.
- CAMPBELL, R. (2001). Ecología microbiana. 1ª reimpresión. Editorial LIMUSA. México. Pp 45-55.
- COYNE, M. (2000). Microbiología del suelo: un enfoque exploratorio Editorial Paraninfo Madrid, España, Pp 5-33.
- CRUZ, B. y VEGA, R. (2005). Incidencia de los sulfatos en las poblaciones de microorganismos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfatos en los aof. Trabajo de Grado, Fundación Universitaria Juan de Castellanos, Facultad de Ciencias agrarias, Agrozootecnia. Tunja.
- FASSBENDER, H. (1982). Química del Suelo: con énfasis en suelos de América Latina. 3ª reimpresión. IICA. San José de Costa Rica. Pp. 15-105.
- GARCIA, F. (2005). Relación entre la población microbiológica y el contenido de nutrientes en un abono orgánico fermentado aof. Cultura Científica, Tunja, N°. 3. Pp 5-12. Tunja Colombia.
- _____ (2006). Interacción entre microorganismos; estructura del suelo y nutrición vegetal. Cultura Científica, Tunja, N°. 4. Pp 48-55. Tunja Colombia.
- HANKE, F. (2005). Microbiología del suelo. EN: Memorias Seminario Microbiología y bioquímica de los Abonos Orgánicos fermentados (A.O.F.) Suelo y Rumen. Fundación Universitaria Juan de Castellanos. Tunja, Colombia. Pp. 13 -23.
- LEIVA, N; MENESES, B. (2006). Identificación de microorganismos oxido-reductores de azufre en un abono orgánico-mineral fermentado líquido y sólido en Soracá, Boyacá. Trabajo de grado: Agrozootecnia. Facultad de Ciencia Agrarias. Fundación Universitaria Juan de Castellanos. Tunja, Colombia. P 70.
- MANDIGAN, M; MARTINKO, J y PARKER, J. (2004). Brock. Biología de los Microorganismos. 10ª ed. Editorial Pearson Education. Madrid, España. P 53.
- MARGULIS, L. y SAGAN, D. (2001). Microcosmos. 2ª ed. Editorial Tusquets. Barcelona, España. P 10.
- MATHEWS, Christopher; VAN HOLDE, E. (1999). Bioquímica. 1ª reimpresión. McGraw-Hill. Madrid, España. Pp 141- 815.
- NTC 5167. (2004). Productos para la industria agrícola. Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas del suelo. Bogotá, Colombia. Pp. 3-6.
- NTC 1486. (2005-2006). Compendio tesis y otros trabajos de grado. Bogota, Colombia. Pp. 11-84.
- OSORIO W. (2005), Función de las enmiendas orgánicas en el manejo de la fertilidad del suelo. EN: Memorias Encuentro Nacional de la Ciencia del Suelo (SCCS) Medellín, Colombia.
- PELAEZ, C, ARROYAVE C, CORREA W, MEJIA A, (2005). En: Memorias Encuentro Nacional de la Ciencia del Suelo (SCCS) Medellín, Colombia.
- PELZCAR, M. (1998). Microbiología. 2ª Ed. McGraw-Hill. México. Pp. 131-161.
- www.coli.usal.es/Web/educativo/biotec_microb/temas/35MercedesPuertasGarcia.pdf. (Consulta/mayo/2006).
- SALISBURY, F. y ROSS, C. (1992). Fisiología Vegetal. Editorial, Iberoamericana. California, U.S.A. Pp. 211-227.
- SHIMADA, A. (2003). Nutrición Animal. Editorial Trillas. México. Pp. 77-140.

Por: MUÑOZ -MONER Antonio.¹
GUEVARA, Alonso.²
BALLESTEROS, Javier.³

Resumen

El trabajo muestra los resultados de la investigación sobre el desarrollo de sistemas de medición y control avanzados para la Planta de Separación de Ni y Co, basado en la clonación artificial de un sensor de composición química on line y el control inteligente de los parámetros asociados al transductor-analizador.

Palabras clave: Controlador automático on line de la composición en medios continuos, clonación artificial de sensores y controladores, controladores genéticos, analizadores avanzados de composición.

Abstract

The work shows the result of the investigation on the development of advanced control and measure systems for the Separation Plant of Ni and Co, based on the artificial cloning of an on-line chemical composition sensor and the intelligent control of the parameters associated to the transducer-analyzer.

Keywords: On-line automatic controller of the composition in continuous media, sensors and controllers artificial cloning, genetic controllers, advanced composition analyzers.

¹Ph.D. en Ciencias Técnicas, Universidad de Minas de San Petersburgo (Rusia); M.Sc. en Ciencias Técnicas; Ing. en Control, Electrónica y Automatización Industrial, Universidad de Acero y Aleaciones de Moscú (Rusia); Coordinador Académico de la Especialización en Automatización Industrial y Docente e investigador de la Facultad de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Autónoma de Bucaramanga. Asesor Científico Fundación Universitaria Juan de Castellanos - JDC. E-mail: amunozm@unab.edu.co
²M.Sc. en Ciencias Computacionales, UNAB y TEC de Monterrey México. Ingeniero de Sistemas, UNIBOYACÁ. Docente e Investigador JDC, Facultad de Ingeniería. alonso.guevara@gmail.com
³M.Sc. en Ciencias Computacionales, UNAB y TEC de Monterrey México. Ingeniero de Sistemas, UNIBOYACÁ. Docente e Investigador JDC, Facultad de Ingeniería. javier.a.ballesteros@gmail.com