



Boletín de la Sociedad Geológica del Perú

journal homepage: www.sgp.org.pe ISSN 0079-1091

Aplicación de rocas, enmiendas orgánicas y microorganismos nativos de desierto, con tecnologías apropiadas, para la regeneración de suelos salinos del desierto de Atacama, región Tacna-Perú.

D. Salinas¹ & K. Ramos²¹Instituto para el Desarrollo y la Vida Árbol – IDV ARBOL²Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.¹sergioidvearbol@gmail.com²kennyramos900@gmail.com

Resumen:

Tras seis años de experiencia en campo, en las zonas de la irrigación Yarada – Los Palos, Magollo y Valle Viejo en la Región Tacna, observamos que el polvo de rocas tiene mejor efecto en el suelo y las plantas, cuando se acompaña con enmiendas orgánicas y coinoculo de microorganismos nativos de desierto (MINDE) coincidiendo con estudios previos que destaca la utilización de vermicompuestos con polvo de roca para mejorar la disponibilidad de nutrientes, en especial de micronutrientes (Souza et al. 2013) y la solubilización biológica, mediante la utilización de bacterias específicas (Lombardi et al. 2013). Esta elaboración y aplicación se realiza usando tecnologías apropiadas no convencionales, que son de fácil acceso, a bajo costo, con recursos locales, con el fin de conservar la agrobiodiversidad y desarrollar agroecosistemas sustentables (Altieri et al., 1997).

Palabras clave: Agroecosistema, Tecnologías Apropiadas, Polvo de Rocas, Enmiendas Orgánicas, Microorganismos.

Abstract: After six years of experience in the field, in the Yarada - Los Palos, Magollo and Valle Viejo irrigation areas in the Tacna Region, we observed that rock dust has a better effect on soil and plants, when accompanied by organic amendments and coinoculum of native microorganisms of desert (MINDE) coinciding with previous studies that highlights the use of vermicomposts with rock dust to improve the availability of nutrients, especially micronutrients (Souza et al., 2013) and biological solubilization, through the use of

of specific bacteria (Lombardi et al., 2013). This elaboration and application is carried out using appropriate non-conventional technologies, which are easily accessible, at low cost, with local resources, in order to conserve agrobiodiversity and develop sustainable agroecosystems (Altieri et al., 1997).

Key words: Agroecosystem, Appropriate Technologies, Rocks Dust, Organic Amendments, Microorganisms.

INTRODUCCIÓN

Los suelos de la cuenca del Caplina en la Región Tacna, son de naturaleza salinos sódicos, esqueléticos y con poca o nula presencia de materia orgánica (GRT, Boletín Ambiental). Además, Tacna por ser cabecera del desierto de Atacama, es escasa en lluvias, y la presencia de volcanes, contamina las aguas que contienen altos índices de Arsénico y Boro.

Estas condiciones ambientales dificultan la actividad agropecuaria en la Región. El sodio y el cloro presente en el suelo, causan en las plantas, estrés osmótico e interrumpen la homeostasis iónica celular a través de la inhibición de la toma de nutrientes esenciales (Marschner, 2002; Memon et al., 2010) como el Nitrógeno, Fósforo, Potasio, y Calcio (Bhandal y Malik, 1988; Martínez y Cerdá, 1989; Cramer et al., 1994)

Además, forman costras salinas en la capa superficial del suelo, impidiendo la germinación de las

semillas y el desarrollo vegetativo de las plantas. Pero lo más dificultoso, es que estas costras salinas, imposibilitan la infiltración del agua hacia los primeros 40 cm. del suelo, auspiciando la evaporación del agua de riego y la acumulación de sales en su capa superficial (Primavesi, 1998) Los efectos son: plantas estresadas por sales y escases de agua, por consiguiente, se presenta el ataque incisivo de plagas y enfermedades, trayendo consigo grandes pérdidas al productor, elevando los costos de producción y un severo detrimento de la calidad ambiental del suelo por el uso excesivo de agroquímicos. Para revertir tales efectos nocivos, desde hace seis años, en la Región Tacna, hemos aplicado al suelo, polvo de rocas en sinergia con enmiendas orgánicas y microorganismos nativos, con uso de tecnologías apropiadas no convencionales, cuyos resultados evidencian un agroecosistema estable, sustentable en el tiempo y por ende se han mejorado los índices de producción.

FUENTES DE OBTENCIÓN DE POLVO DE ROCA

La necesidad de obtener fuentes naturales de nutrientes útiles para las plantas y concretar una óptima remineralización del suelo, con lleva a la extracción de afloramientos de rocas que, desde el punto de vista mineralógico, resulten útiles en la agricultura, exonerando la utilización de agroquímicos, siendo su aplicación una innovación en las condiciones del desierto de Atacama. .

En la actualidad, los depósitos de flujos piroclásticos, es aprovechado como fuentes naturales para el desarrollo de la agricultura orgánica en Tacna, debido a que poseen parámetros físico-químicos que fortalecen mineralógicamente al suelo. A diferencia de los afloramientos de diversos tipos de roca (ígneas, sedimentaria y metamórfica) visibles sobre la superficie, estos depósitos poseen un bajo grado de consolidación, siendo de fácil extracción para los agricultores, evitando el uso de energía, equipos y recursos externos, que conllevaría a realizar una molienda sobre el mismo.

Bajo el principio de tecnologías apropiadas sustentables, en la ciudad de Tacna, utilizamos actualmente los depósitos de flujos piroclásticos pertenecientes a diversas formaciones geológicas locales: Toba Pachia, Fm. Huaylillas y Grupo Toquepala (Fm. Quellaveco – Unidad Samanape). Estos niveles volcánicos, poseen afloramientos de fácil acceso para su extracción, resaltando el hábito deleznable que comparten estas formaciones.

Del mismo modo, se realizó un análisis petrológico sobre estas formaciones, se resalta una gran cantidad de biotitas ((AlSi₃O₁₀) K, Mg, Fe)) y escasa de augitas (Ca, Na, Mg, Fe), silicatos con una inminente riqueza en Fe y Mg, macronutrientes que influyen en el desarrollo directo de las plantas, generando un ambiente óptimo para la consolidación del agroecosistema. Por otra parte, se evidencia la presencia de fragmentos líticos y piedra pómez, elemento que, por su alto grado de porosidad, resulta apropiado para la retención de humedad en un ecosistema ambiental árido. Por ello, estas formaciones geológicas son consideradas como canteras potenciales de fuentes mineralógicas en la agricultura orgánica, que estamos desarrollando en la región Tacna – Valle del Caplina.

Además del uso de flujos piroclásticos en la agricultura orgánica, usamos diatomitas (pertenecientes al Grupo Maure) y depósitos aluviales. Las diatomitas, contienen carbonato y magnesio que ayudan a desplazar las sales presentes en el suelo, evitando la disminución de la absorción del agua en las raíces de los cultivos. Por otro lado, los depósitos aluviales, contiene arcillas y limos que contribuyen en la retención de la humedad del suelo, con elementos mayores, menores y elementos trazas regenerando los suelos.

FUENTES DE OBTENCIÓN DE ENMIENDAS ORGÁNICAS



FIG 01. Depósitos de flujos piroclásticos, del Grupo Toquepala (Fm. Quellaveco – Unidad Samanape). Carretera Tacna-Tarata Km. 42

La materia orgánica es toda sustancia muerta en el suelo, ya sea que provenga de plantas, microorganismos, excreciones animales o la meso y macro fauna muerta (Primavesi, 1984). La materia orgánica del suelo (MOS) según sus características biológicas se divide en dos fracciones una lábil o activa y la otra estable o humificada (Céspedes et

al., 2015) Para la obtención de enmiendas recurrimos a estas dos fuentes: a) De la materia orgánica activa o lábil (sin descomposición o levemente descompuesta) que son los restos de cosechas, podas, rastrojos, despojos de yerbas espontáneas y excretas de ganado mayor y menor. b) Materia orgánica descompuesta o estable (en proceso o humificada), que es producto de un proceso de degradación enzimática controlada de la materia orgánica, en condiciones aeróbicas, anaeróbicas o facultativas a fin de obtener abonos orgánicos sólidos y líquidos a saber: compost, bokashi, vermicompuestos, biofermentos y biol. Para lograr este nivel de degradación de la materia orgánica, que nos sirve como biofertilizante, lo elaboramos con polvo de rocas, materia orgánica activa y coinoculo de microorganismos nativos de desierto (MINDE), que luego de mezclar y humedecer pasa por un proceso de fermentación que dura entre 15 a 90 días según el biofertilizante que se desea conseguir. La presencia de MOS en el suelo es vital pues es indispensable para el mantenimiento de la micro y meso vida de suelo además la bioestructura y toda productividad del suelo se basa en la presencia de la materia orgánica en proceso de descomposición o humificada (Primavesi, 1984).

OBTENCIÓN, DETERMINACIÓN Y ELABORACIÓN DE COINÓCULO DE MICROORGANISMOS NATIVOS DE DESIERTO (MINDE)

Se prepara el sustrato que consiste en la cocción de arroz sin aderezo 1 kg., en seguida se distribuye en envases descartables de 200 ml., se tapa con tela poli seda, previamente acondicionada, se asegura con liga y tenemos lista el atrayente. Luego en lugares nativos propios de la zona costera (bosques, bosquetes o lechos de ríos) se instalan los atrayentes al pie de tallo o en el manto de mulch de especies vegetales nativos (vilcas, molle, chañal, casuarinas, etc.) que tengan buen vigor, se deja en el lugar por el término de 7 días o 12 días, para su colonización con MINDE. Pasado los días, se recolectan con sumo cuidado. En seguida se hace una identificación macroscópica de las colonias obtenidas, se descarta las no convenientes y se procesa el resto.

Se prepara coinoculo madre en medio líquido melaza – levadura de cerveza, para lo cual se licua con agua de clorada los atrayentes en proporción 3:1, luego se diluye melaza con agua de clorada en 1:3, en otro recipiente se activan las levaduras

de cerveza 60 gr. por litro de agua tibia al que previamente se ha disuelto 5 gramos de melaza, se mezcla todo en un bioreactor de plástico, se añade suero de leche y se dejar madurar el medio, por el término de siete días. Al terminar este tiempo, se hace la expansión. Por cada litro de coinoculo madre de MINDE se disuelve 1 kg. de melaza en 18 litros de agua de clorada y se agrega el litro de coinoculo madre, se deja fermentar por 7 días más y se obtiene el coinoculo extendido listo para trabajar en campo definitivo.

MÉTODO DE APLICACIÓN EN CAMPO DEFINITIVO

Para cultivos permanentes, como el olivo, abrimos surco por ambos lados en línea de riego, de 30 cm. de profundidad y de largo hasta donde se extienda la copa del árbol. En seguida se agrega restos de cosechas y de podas, frescas y secas en proporción 1:1. Luego echamos tres lampas de polvo de roca distribuidas por todo el surco y agregamos guano de alpaca, vaca o cordero combinado con estiércol de pollo o gallina, aproximadamente 25 kg. Se tapa con la misma tierra, se nivela y se extiende la manguera de riego en su lugar. Se repite lo propio en el otro surco.

En cultivos transitorios, hacemos surcos de 35 a 40 cm. de profundidad por 50 m. de largo, incorporamos restos de cosechas, podas, restos de deshierbo, rastrojos secos y material vegetal verde, se pre cubre con un poco de tierra y en seguida distribuimos polvo de roca, mezcla de Toba Samanape con Toba Pachía en proporción 1:1 que hace un peso aproximado de 50 kg., inmediatamente echamos 7 sacos de guano de vaca, alpaca u oveja combinado con estiércol de pollo o gallina.

Luego con poli disco se tapa los surcos y se perfila un camellón que tiene forma de trapezoide invertido, le damos una altura, desde el nivel del suelo hasta llegar a 30 cm. formando una terraza que mide de 70 a 120 cm. de ancho, según la variedad que se cultive. Antes de instalar el cultivo, incorporamos en medio del camellón compost mineralizado enriquecido con diatomitas y tobas, se tapa, se nivela y se extiende cintas de riego. Se remoja el terreno por 15 a 20 días según el desplazamiento de sales, en ese transcurso se coinocula MINDE expandido por sistema de riego. La frecuencia de riego es todos los días por una hora. Desplazado las sales se procede a sembrar o trasplantar.



FIG 02. Aplicación de flujos piroclásticos y enmiendas orgánicas en los surcos de cultivo.

CONCLUSIONES

La aplicación del polvo de rocas, enmiendas orgánicas y microorganismos nativos regenera suelos, dando estructura, propiciando la diversidad mineral y por ende la diversidad biológica y su dinámica.

Fortalecido el ecosistema suelo y haciendo un manejo agroecológico del cultivo, se ha demostrado que no se utiliza fertilizantes y plaguicidas químicos en todo el periodo vegetativo de las plantas.

En el manejo antes mencionado, el rendimiento del cultivo del olivo alcanzó a 10 tn/ha. de aceituna.

En policultivo de hortalizas se obtuvo plantas productivas en un 90% del total de instaladas.

AGRADECIMIENTOS

Por su contribución altruista, por su saber y experiencia al Ing. Fredy Cabrera Olivera y al agricultor, el Sr. Porfirio Chambe Aquino, por abrir su mente, corazón y las puertas de su hogar para establecer la Primera Escuela de Agricultura Orgánica en Tacna.

REFERENCIAS

Bhandal I S, C P Malik (1988) Potassium estimation, uptake and its role in the physiology and metabolism of flowering plants. *Internat. Rev. Cytol.* 110:205-254.

Céspedes C, P. Millas (2015) Rastrojos de Cultivos y Residuos Forestales. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chillan, Chile. *Boletín INIA N° 308.* 2:31- 49

Cramer G R , G J Alberico, C Schmidt (1994) Salt tolerance is not associated with sodium accumulation of two maize hybrids. *Aust. J. Plant Physiol.* 21:675-692.

Martínez V, A Cerdá (1989) Nitrate reductase activity in tomato and cucumber leaves as influenced by NaCl and N source. *J. Plant Nutr.* 12:1335-1350

Marschner, H. 2002. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, Amsterdam, The Netherlands.

Memon, S.A., X. Hou y L.J. Wang. 2010. Morphological analysis of salt stress response of pak Choi. *Electron. J. Environ. Agric. Food Chem.* 9(1), 248-254.

Lombardi, M. L. C. O.; Lopes, E. S.; Cardoso, E. J. B. N.; Silva, M. T. R. Eficiência da dissolução de três fosfatos naturais no solo, pela atividade microbiológica de oxidação de enxofre elemental. In: Congreso brasileiro de ciência do solo, 18, Salvador. Resumos. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 38. 1981.

Primavesi, A. 1998. Manejo Ecológico de Suelo. CLADES. Lima, Perú. 13: 309 – 329

Primavesi, A. 1984. Manejo Ecológico del Suelo. El Ateneo. Buenos Aires, Argentina.

Souza, M. E. P. de; Carvalho, A. M. X. de; Cássia Deliberali Jacay, J.; Roperch, P.; Sempere, T. (2002). Un evento volcánico edad Plioceno superior en la region de Tacna: La ignimbrita de Pachia. Resúmenes del XI Congreso Peruano de Geología, 8.

Jacay, J.; Flores, A.; Sempere, T.; Fornari, M. (2004). Características depositacionales del volcánico Huaylillas. En: J. Dávila, V. Carlotto y A. Chalco (eds.), Resúmenes extendidos del XII Congreso Peruano de Geología, Sociedad Geológica del Perú, Publicación especial n°06, 463-465.

Altieri, M.A. 1997. Agroecología. Bases Científicas para una Agricultura Sustentable. CLADES. La Habana, Cuba