



El Paradigma “Suelo Vivo”

The "Living Soil" Paradigm

Eduardo Chilón Camacho

RESUMEN:

El Paradigma “Suelo Vivo”, sustenta y fundamenta que su microbiota y su mundo sistémico no son parte del suelo sino que son el suelo mismo; toma como base el pensamiento holístico de los pueblos milenarios y los hallazgos de la heurística de la investigación-acción del compostaje altoandino análoga al “Suelo vivo”, demostrando científicamente que el suelo es un “ente vivo”, y que el suelo manifiesta sus actividades vitales a través de la homeostasis, la autopoiesis, la manifestación consciencial, su metabolismo y biosíntesis microbial y su requerimiento de alimentos. Se verifica que el “Suelo Vivo”, es un sistema abierto, que requiere “alimentarse” con abonos orgánicos adecuados, para asegurar un flujo continuo de energía y materia, y mantenerse vivo; se constata que el uso irracional de los agroquímicos, plaguicidas y otros contaminantes de la agricultura de agroexportación atentan contra la vida del suelo. El Paradigma “Suelo vivo”, irrumpe en un contexto problemático de cambio climático global, de degradación de los suelos agrícolas y de crisis económica y ambiental, propugnando el cambio de la agricultura convencional actual, y de las tecnologías de la “revolución verde”, que afectan y atentan contra la vida del suelo, y que deben ser reemplazadas por conocimientos y tecnologías sinérgicas. El Paradigma “Suelo Vivo”, se constituye en un aporte estratégico fundamental para las acciones estructurales, que garanticen una agricultura sostenible, la recuperación y preservación de los suelos agrícolas y la sobrevivencia y la perpetuación de la especie humana.

PALABRAS CLAVES:

Suelos agrícolas, epistemología de la ciencia del suelo, conocimientos ancestrales en los Andes, agricultura convencional, clasificación andina de suelos, Génesis y clasificación de suelos, paradigma suelo vivo, microbiología agrícola, cambio climático y agricultura, homeostasis y autopoiesis de suelos, compostaje altoandino y abonos orgánicos.

ABSTRACT:

The "Living Soil" Paradigm sustains and grounds that its microbiota and its systemic world are not part of the soil, but are the soil itself; takes as a basis the holistic thinking of millenary peoples and the findings of the research-action hendeistics of high Andean composting analogous to the "Living Soil", scientifically demonstrating that the soil is a "living entity", and that the soil manifests its activities vital through homeostasis, autopoiesis, consciousness manifestation, metabolism and microbial biosynthesis and food requirement. It is verified that the "Living Ground" is an open system, which requires "feeding" with adequate organic fertilizers, to ensure a continuous flow of energy and matter, and to stay alive; It is noted that the irrational use of agrochemicals, pesticides and other pollutants of agricultural exports threaten the life of the soil. The "Living Soil" Paradigm breaks into a problematic context of global climate change, the degradation of agricultural soils and economic and environmental crises, advocating the change of current conventional agriculture, and the technologies of the "green revolution", that affect and threaten the life of the soil, and that must be replaced by synergistic knowledge and technologies. The "Living Soil" Paradigm constitutes a fundamental strategic contribution to structural actions that guarantee sustainable agriculture, the recovery and preservation of agricultural land, and the survival and perpetuation of the human species.

KEY WORDS:

Agricultural soils, epistemology of soil science, ancestral knowledge in the Andes, conventional agriculture, Andean classification of soils, Genesis and soil classification, living soil paradigm, agricultural microbiology, climate change and agriculture, homeostasis and soil autopoiesis, high Andean composting and organic fertilizers.

AUTOR:

Eduardo Chilón Camacho: Docente Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. Héroes del Acre N° 1850, La Paz Bolivia. eduardochilon@gmail.com

Presentado: 15/06/2018.

Aprobado: 31/07/2018.



INTRODUCCIÓN

¿Qué es el suelo, un objeto inerte o un ente vivo?, ¿Cómo hacer frente a los complicados problemas de degradación de los suelos agrícolas y los efectos negativos del cambio climático global?, ¿Qué alternativa se tiene frente a las anomalías y fallas del paradigma occidental de la agricultura?, ¿Es posible un nuevo Paradigma en la agricultura? Ensayar una

respuesta a esta y otras interrogantes en el contexto actual de un modelo agrario y económico hegemónico mundial, de severos efectos del cambio climático sobre la agricultura, de los intereses de la agroexportación, y de los procesos político que vive los países andinos y particularmente Bolivia, resulta complicado porque la influencia de las tensiones que ha generado la globalización mundial, han determinado el posicionamiento de tendencias que

son el reflejo del debate y la lucha de los países en vías de desarrollo frente a la posición hegemónica de los países capitalistas desarrollados. La construcción y epistemología del nuevo Paradigma “Suelo Vivo”, ofrecen la posibilidad de ensayar respuestas a las interrogantes planteadas.

Marco Referencial del Nuevo Paradigma “Suelo Vivo”¹

Las teorías e hipótesis de las que se nutre nuestro Paradigma “Suelo Vivo”, y que se anticiparon en el tiempo en la búsqueda de alternativas de solución frente al complicado problema del cambio climático global y de la revolución verde, que afecta directamente a la agricultura, se menciona a continuación.

El Pensamiento Holístico Andino²

Es justamente lo que hace del milagro agrícola ancestral andino, algo tan post-moderno; el Pensamiento Holístico andino, toma como referencia a la naturaleza, para crear sus diferentes expresiones científicas y religiosas, y todo lo creado se diversifica en el vientre cósmico que conocemos como madre tierra, por lo tanto la tierra es la generadora de la vida, la que da sus frutos, la que alimenta y protege, es el “ente vivo” del cual formamos parte, es la generadora de energía y de la vida. Desde tiempos inmemoriales las culturas andinas desarrollaron un conocimiento que armonizó y preservó a los diferentes tipos de suelos agrícolas, y a la naturaleza y al paisaje en su conjunto. (Condarco, 1987; Chilon, 1997, 2009, 2017; Medina, 1994)

¹ El presente artículo científico, resume la teoría del “Suelo vivo”, sustentada y fundamentada en el pensamiento holístico y en los hallazgos de la investigación del compost altoandino análoga al suelo vivo, así como en trabajos de experimentación (1997-2017) y extractos de la Tesis Doctoral del investigador. Se recomienda la lectura de los 5 artículos precedentes publicados en la revista Apthapi, para tener la información completa de la propuesta y alcances de este nuevo Paradigma.

² La epistemología del pensamiento holístico andino relacionada con la agricultura y los suelos se desarrollan a detalle en Chilon,

La Teoría de Endosimbiosis

Desarrollada por Lynn Margulis³, sostiene que la vida en el planeta tierra no se difundió por la escisión, sino por un entramado crecientemente complejo de redes de complementariedad, simbiosis y colaboración; esta teoría nos hace imaginar los inicios, con nuestro planeta enfurecido con volcanes activos, que botan lava y gases, y con bombas volcánicas y meteoritos que impactan, y tormentas eléctricas constantes. Entonces unos diminutos seres que eran capaces de vivir en tan hostil ambiente comenzaron a tomar hidrógeno del agua y a expeler oxígeno, que para ese momento habría sido un gas muy tóxico. Sucesivamente, los organismos vivos desarrollaron mecanismos para descontaminarse y aprovechar al peligroso oxígeno. Esto habría ocurrido hace unos 3.900 millones de años y sus protagonistas las “bacterias”, que ofrecen muchas pistas sobre el misterio del origen de las actuales forma de vida.

Esta teoría, difundió el rol fundamental de los microorganismos en la evolución de la vida y en el mundo que hoy habitamos, señalando que “*Las bacterias fueron las inventoras a escala reducida de todos los sistemas químicos para la vida*” (añadimos que las bacterias fueron las dadoras de vida del suelo). Lynn Margulis rescató la idea endosimbiótica, articulándola y reforzándola con una serie de impresionantes datos morfológicos, bioquímicos, genéticos y geológicos, que obligaron a la comunidad científica a admitir el origen bacteriano de las mitocondrias y cloroplastos, y la participación endosimbiótica bacteriana para dar lugar a las células eucariotas, que quizás fue el mayor paso evolutivo en

(2017) “Conocimiento Occidental y No Occidental de los Suelos Agrícolas y Complejidad Plurinacional” Apthapi 3(1):104-114 Carrera Agronomía-UMSA

³ Lynn Margulis (1938-2011) bióloga norteamericana, considerada la principal figura de la evolución biológica, respecto al origen y aparición de las células eucariotas, como consecuencia de la incorporación simbiótica de diversas células procariotas (endosimbiosis); su teoría está camino a aceptarse por la comunidad científica, lo que pondría fin a cien años de prevalencia de la teoría de la síntesis evolutiva moderna.

los tres mil quinientos millones de años de evolución de la vida sobre la tierra.

Margulis cuestionó las teorías neo-darwinistas y propuso y defendió la “Teoría de la endosimbiosis seriada”, para ella, la vida en la tierra era la resultante de una simbiosis de organismos, todo era simbiótico; también refutó la relación de microbio o bacteria con enfermedad, señalando que las bacterias son justamente la vida, y que el ser humano es un saco lleno de bacterias (añadimos que también lo es el suelo).

La Hipótesis Gaia

Fue formulada por el químico británico James Lovelock (1979), señalando que la atmósfera y la parte superficial de la tierra se comportan como un todo coherente donde la vida, su componente característico, autorregula sus condiciones esenciales, tales como la temperatura, composición química, y salinidad; Gaia sería un sistema auto-regulador que tiende al equilibrio. La tierra sería similar a un súper organismo, capaz de autorregularse y que regula su superficie de modo muy diferente a como lo haría un planeta similar en tamaño y posición relativa respecto al sol, pero carente de vida; Lovelock (2011), postulaba que;

“...tanto la composición química de la atmósfera como su temperatura global, la salinidad de sus océanos y la alcalinidad de la superficie de estos (pH 8,2), no son parámetros aleatorios, sino que presumiblemente viene regulados por el metabolismo de la suma de la vida sobre la tierra... Sin embargo, la superficie de la tierra (suelo) si presenta algunos rasgos propios de los organismos. Está construida en gran medida por células que se reproducen, toman sus nutrientes del agua y producen incesantemente residuos”.

El Paradigma “Suelo vivo”, postula que en un gramo de suelo están presentes de 50 a 200 millones de

microorganismos, que son el suelo mismo, que sintetizan, resintetizan, transforman, sustancias, materiales, moléculas orgánicas que son vitales para la vida del suelo mismo, la planta y los seres humanos.

Teoría del Origen Microbiológico y Adaptación Sistémica:

Desarrollada por investigadores de la microbiología agrícola y del ambiente, tales como Martín Alexander (1994), Johanna Döbereiner (1999), Ana Primavesi (1982), Lynn Margulis (1996), Zapater Rovira (1985) y sobre todo Selman Waksman (1936) Premio Nobel 1952; que con sus teorías y explicaciones nos vienen a recordar, que nuestros suelos como entes vivientes, y también el cuerpo humano, contienen toda la historia de la tierra; en el interior de las células, se tiene el mismo ambiente de carbono e hidrógeno, que existía cuando empezó la vida; y cada ser viviente, entre ellos el ser humano y el suelo, son un microcosmos que abriga y contiene organismos de tamaño nanométrico bastante numerosos. Durante tres mil millones de años, en la tierra no hubo otra cosa que bacterias y algas azules, y ellas “lo crearon todo”, crearon la atmósfera, modelaron la superficie terrestre, pusieron a punto sistemas químicos nanométricos.

En un momento de la evolución las bacterias procariotas, comenzaron a hacer copias de sí mismas, y a transferirse mutuamente material genético, que por combinación dieron nacimiento a nuevas especies. La *Teoría del origen microbiológico y la adaptación sistémica*, se explica como sigue: los mitocondrios que tienen genes y procedimientos propios de reproducción, se situaban fuera de los núcleos de las células, y se comportaban como cuerpos extraños al interior de los microorganismos. Pero sin los mitocondrios, ninguna célula podría respirar pues son los únicos que transforman el oxígeno en energía. Por lo tanto, los mitocondrios serían descendientes de las primeras bacterias consumidoras de oxígeno hace más de dos mil millones de años, y que en algún momento de la

evolución se aliaron a otros microorganismos, alojándose en el interior de ellos, y mediante un mecanismo de adaptación se complementaron y ayudaron.

La “Teoría Endosimbiótica” de Margulis, la “Hipótesis Gaia” de Lovelock, y la Teoría del “Origen Microbiológico y la Adaptación Sistémica”, aportan importantes elementos, que ayudan a explicar que el suelo es un “ser vivo”. Sin embargo, es importante señalar que estas teorías e hipótesis, dicen lo mismo, que nuestra no menos conocida “Hipótesis Pachamama”, es decir que la biosfera, y el suelo son seres vivos, un gigantesco animal, y no una cosa inanimada.

Construcción del Paradigma “Suelo Vivo”

La propuesta del cambio de un paradigma por otro, no ocurre porque el nuevo Paradigma “Suelo Vivo”, responde mejor las preguntas que el viejo, ocurre más bien porque el viejo paradigma occidental de la agricultura, se muestra cada vez más incapaz de resolver las anomalías que se le presentan, y de acuerdo a Kuhn, (1971) cuando llega este momento sus seguidores la abandonan; entonces las revoluciones ocurren porque un nuevo paradigma, presenta nuevas formas de ver las cosas, y se crean nuevos métodos de análisis, para tratar los nuevos problemas que se presenta, en esta revolución y cambio se circunscribe nuestro Paradigma “Suelo vivo”.

Construir un paradigma, establecer una teoría o proponer un nuevo concepto, es algo que se va desarrollando gradual y paulatinamente con el tiempo, y rara vez es un proceso que ocurre de inmediato o a corto plazo. En el caso del Paradigma

“Suelo Vivo”, su teoría se fue construyendo paulatinamente durante los últimos 20 años, mediante el análisis de varias fuentes de información, estudios de la cosmovisión ancestral andina, datos históricos de los cronistas y conquistadores europeos, y las últimas investigaciones de la ciencia occidental relacionadas con la agricultura y los suelos agrícolas. Pero también se realizaron trabajos de campo de estudios de caracterización de suelos en comunidades originarias y en zonas de cultivo intensivo de agroexportación, y la valiosa investigación y experimentación científica del compost altoandino⁴ análoga al “suelo vivo”, que permitió lograr resultados y hallazgos que se constituyen en la fundamentación del Paradigma “Suelo Vivo”.

Sin embargo, el nuevo Paradigma “Suelo vivo”, no debe entenderse como una yuxtaposición de palabras que circulan por el medio o que están de moda, sino como una construcción intelectual y práctica que permite dar sentido y crear consenso respecto a la complejidad de la agricultura que se viven en la presente Era.

Bases Epistemológicas del Conocimiento Sistémico-sinérgico del Paradigma⁵ “Suelo Vivo”

Como un antecedente para la construcción del conocimiento Sistémico-sinérgico del Paradigma “suelo vivo”, se debe tomar en cuenta que el pensamiento occidental con su paradigma reduccionista y mecanicista, se expandió y se apoderó de todo el mundo, la revolución científica occidental reemplazó la imagen del suelo como un organismo vivo, por una máquina gigantesca hecha de materia muerta e inerte (suelo sólo como factor de la producción capitalista); sin embargo hasta hoy no se encuentra pruebas de que la cosmología reduccionista

⁴ La investigación-acción sobre el compost altoandino, lleva dos décadas de trabajo continuo, sus hallazgos confirman que se puede hacer ciencia en la adversidad, y con pocos recursos, teniendo a la comunidad rural y al campo a cielo abierto como el laboratorio natural de estudio; con el uso de medios e instrumentos accesibles como biotermómetros, microscopios, procesador estadístico, reactivos bioquímicos y otros medios, se puede superar las limitaciones, frente a las presuntas ventajas que ofrecen los métodos y laboratorios de última generación y las

tecnologías “modernas” como la nanobiotecnología y la genómica, que todavía son costosas y difíciles de acceder.

⁵ Un Paradigma, como concepto admite una pluralidad de significados, y se lo conceptualiza como un conjunto de prácticas que definen una disciplina científica, durante un período específico de tiempo (Kuhn, 1971).

y mecanicista constituya un hecho científico comprobado basado en las leyes del universo, tal como lo menciona Sheldrake, (2012), citado por Elbers, (2013), por el contrario la cosmología reduccionista y mecanicista es un constructo social para justificar el dominio del hombre sobre todo los demás.

Las bases *epistemológicas* del nuevo Paradigma “Suelo vivo”, que se desarrolla y fundamenta en la presente investigación, son el resultado del trabajo de observación, comparación, diálogo intercultural y de un proceso científico de experimentación-analítica del compost altoandino, análogo al “Suelo vivo” de varios años. El Paradigma “Suelo Vivo”, toma como bases las cuestiones planteadas y aportes de la *Epistemología experimental* (Tapia, Luis. 2014), que ha permitido resolver problemas y levantar obstáculos epistemológicos además de abrirnos nuevos campos en la estructura del nuevo conocimiento sinérgico, y la construcción del Paradigma “Suelo vivo”. Como punto de partida, fue importante trabajar con la *epistemología experimental*⁶, en el análisis y comparación de los conocimientos de la ciencias occidental y la ciencia no occidental andina de los suelos agrícolas, lo que permite entender cómo se construyeron estos conocimientos, de las ideas y distinciones sobre su razón y racionalidad, de los supuestos ontológicos o concepciones, que se convirtieron en ideas y conocimiento, y de las reconstrucciones racionales de los procesos de producción del conocimiento occidental y no occidental.

Por otro lado, la *Perspectiva epistémica* de Irazo, (2005) ha coadyuvado en la superación de las dificultades de la confrontación y diálogo de dos conocimientos diferentes, el conocimiento occidental caracterizado por un pensamiento mecánico-reduccionista y el conocimiento no occidental andino regido por un pensamiento holístico. También la

Epistemología del sur de Bonaventura de Sousa (2008), ayudó a superar las diferencias y asimetría entre conocimientos diferentes, con la maximización de la asimetría, y que todos los conocimientos reconozcan la asimetría y convertirlo en el motor de comparación con otros conocimientos.

- **Conocimiento Occidental Científico de los Suelos Agrícolas**

Para la ciencia occidental y sus principales científicos Buol et al, (1986), Tisdale, Nelson y Beaton, (1985); Rusell y Rusell (1950); Epstein (1972); Black (1968); Millar (1955); el suelo es una delgada capa natural, que cubre a las rocas, que poseen características heterogéneas y está formado de minerales, líquidos, gases, organismos muertos y vivos y los residuos de su interacción. Es el campo de estudio de la Ciencia del suelo o Edafología occidental, la cual considera al suelo como un cuerpo inerte y recurso muy lentamente renovable.

Bajo el enfoque mecánico-reduccionista occidental, el estudio científico del suelo involucra conocer sus partes, sus propiedades físicas, químicas, biológicas y mineralógicas, sus procesos y factores de formación, comportamiento, clasificación, mapeo, nivel de fertilidad, aptitud agrícola, manejo y conservación. El suelo, desde el punto de vista científico, es un cuerpo que posee la propiedad de singularidad, es decir tiene características propias y está sujeto a leyes específicas; se estudia mediante la descripción e interpretación de sus partes observables en los perfiles, resultantes del corte que se realiza con un hoyo o calicata que permite visualizar las capas u horizontes que forman el perfil.

La descripción de un suelo en el campo consta de dos partes, la descripción del área donde se ubica el suelo en estudio, y la descripción del perfil. Estas actividades están detalladas en diversos Manuales.

⁶ El epistemólogo boliviano Luis Tapia (2014), ha sentado las bases de la *Epistemología Experimental*, que corresponde al último momento del método epistemológico de investigación, en el que se ensayan nuevas ideas sobre el conocimiento, sobre como

investigar, sobre metodologías y condiciones de posibilidad, y sobre como estructurar teorías y reformar estructuras ya existentes.

(Soil Survey Staff, 1951; Manual de Levantamiento de suelos FAO, 1968, Manual de Edafología UMSA de Ed. Chilon 1997). Generalmente el perfil del suelo, presenta seis tipos de capas u horizontes mayores, Horizonte O: dominado por materia orgánica; horizonte A: capa superficial con gran actividad biológica; Horizonte E: lavado o eluviación; Horizonte B: depósito de arcillas iluviales; Horizonte C: material suelto; Horizonte R: material madre rocoso.

La ciencia occidental enseña que el suelo es la superficie de la tierra, sobre la cual vivimos y tenemos que explotar con la agricultura y el cultivo de plantas alimenticias aplicando la tecnología de la “revolución verde” ⁷, para obtener los alimentos, siendo un componente muy importante de la economía, la agroexportación y de la generación de riqueza.

- **Conocimiento No Occidental Andino de los Suelos Agrícolas**

Las culturas milenarias andinas y amazónicas, fueron las primeras en la historia, en considerar al suelo como un “sistema vivo”, entendiéndolo como la manifestación de un *Software* (espiritual e intangible) y un *hardware* (material y físico) y comprendieron la relación directa que se establece entre el cosmos, la energía, el ser humano, el suelo vivo y la planta; verificando que el equilibrio cósmico y energético determinan las mayores cosechas de alimentos, que a su vez dependen del vigor de las plantas, este vigor dependen de la fertilidad y equilibrio del suelo, y la vida y la fertilidad del suelo dependen de recibir

oportunamente su “alimento orgánico” en calidad y cantidad suficientes.

El conocimiento no occidental andino, concibe que el suelo es vivo, y que el término “Pachamama” va más allá de un simple concepto, porque encierra la profundidad y amplitud cósmica de lo que se conoce como cosmovisión andina (*Software*). Bajo esta concepción la ciencia y tecnología ancestral andina y amazónica, orientó sus esfuerzos a alimentar el “suelo vivo”, con lo que garantizaban cultivos resistentes, buenos rendimientos y cosechas sostenibles (*Hardware*), que les permitían satisfacer los requerimientos nutricionales de una población ancestral heterogénea y dispersa.

Sustentos holístico y Científico del Paradigma “Suelo Vivo”

El conocimiento Sistémico-sinérgico del Paradigma “Suelo vivo”, tiene su génesis en el conocimiento de los pueblos milenarios andinos y mesoamericanos; y en los hallazgos de la Física Cuántica y del pensamiento sistémico del siglo XX, que revolucionaron el mundo científico, fortaleciendo y dando cuerpo a la ciencia holística. La Física Cuántica con sus hallazgos a nivel atómico y sub atómico, es la ciencia que más contribuye a la explicación y fundamentación del conocimiento sinérgico del Paradigma “suelo vivo”, que también subsume el invaluable aporte del pensamiento sistémico que tiene mucho en común con la cosmovisión andina.

El conocimiento sistémico-sinérgico del Paradigma “Suelo vivo”, es concordante con la explicación de Dürr (2009:86)⁸, que en base a la física cuántica,

⁷ Ver Chilon (2017) “Revolución Verde, Agricultura y Suelos, Aportes y Controversias”. Revista Apathapi 3(3):844-859 Sept.-Diciembre 2017, ISSN: 2519-9382. Carrera de Ingeniería Agronómica-UMSA. La Paz, Bolivia

⁸ El investigador Dürr (2009) explica que... “La Física Cuántica, llega a la sorprendente conclusión que <la materia no está compuesta de materia>. Si descomponemos la materia más y más, con la esperanza de encontrar la más pequeña, amorfa y pura materia, al final no queda nada que nos recuerde a la materia. Al final ya no hay sustancia solo forma, aspecto, simetría, relación. Si

la materia no se compone de materia, esto significa entonces que la primacía de materia y forma se invierte: lo primordial es la relación y la sustancia lo secundario. De acuerdo a la nueva física cuántica la materia es un fenómeno que solo aparece en una contemplación a grandes rasgos. La materia/sustancia es la forma coagulada. Tal vez podríamos decir que: al final de toda la fragmentación de la materia queda algo que se asemeja más al Espíritu-Holístico, abierto, vivo: la potencialidad, la posibilidad de una realización. La materia es la escoria de este espíritu-desmontable, separable, determinada: la realidad”.

señala que la materia (el suelo) no se compone de materia, sino de un espíritu-holístico, abierto, vivo; este enunciado ayuda a sustentar cuánticamente la razón de ser del “suelo vivo” de nuestro Paradigma, es decir el software del suelo como lo intangible y espiritual y el Hardware como lo material y físico.

- **Sustento Holístico del Paradigma “Suelo Vivo”**

La ciencia holística, es una ciencia emergente, que cada vez incrementa sus ramas holísticas, comenzó con la Física Cuántica, y el Pensamiento Sistémico, para luego incluir la teoría de la Complejidad y del Caos, la Teoría Gaia, la Ecología Profunda, la Ecopsicología, la Fenomenología Aplicada, la Ciencia de Goethe, la Nueva Biología, y el Aprendizaje y Cambio Organizacional. Con la ciencia holística se trata de cambiar nuestra forma de pensar y de apreciar la vida -de ver de modo diferente al suelo agrícola-, es una alternativa de reemplazo del paradigma reduccionista, pero no se trata de la anulación del reduccionismo por la holística, la ciencia reduccionista sigue vigente y tiene su propia importancia, solo que la ciencia holística trasciende e incluye a la ciencia reduccionista; aquí radica la esencia del conocimiento Sistémico-sinérgico de nuestro Paradigma “Suelo vivo”.

El conocimiento sinérgico, que fundamenta el Paradigma “suelo vivo”, está en posición y capacidad de ser sometido a los criterios, condiciones y exigencias de la ciencia actual; en este marco, se lo ha correlacionado con el pensamiento de Stephen Hawking (Una breve historia del tiempo) que señala... *"una teoría es buena si satisface dos requerimientos: debe describir con precisión una extensa clase de observaciones sobre la base de un modelo que contenga solo unos cuantos elementos arbitrarios (en nuestro caso la investigación-acción del compostaje altoandino, análogo al suelo vivo), y debe realizar predicciones concretas acerca de los resultados de futuras observaciones (es decir la predicción del suelo como “sistema vivo” y de la producción sostenible de alimentos)".* Nuestra teoría

del “Suelo vivo”, cumple con estos requisitos, así como también con lo que establece Mario Bunge (1969), quien señala que la construcción de una teoría científica es siempre la edificación de un sistema más o menos afinado y consistente de proposiciones que unifica, analiza y profundiza las ideas, en nuestro caso la del “Suelo vivo”.

En este contexto, se puso a prueba el enunciado principal del conocimiento Sistémico-sinérgico de nuestro Paradigma “Suelo Vivo”, sobre que el suelo es un “ente vivo”, entonces ¿Qué es un sistema vivo?, podemos señalar que un simple grano de suelo agrícola es un sistema vivo, cuya evidencia empírica lo encontramos en nuestro proceso análogo del compost altoandino, y que también es concordante con el pensamiento de Capra (2005, pág. 19);

Todos los organismos vivos, desde la bacteria más pequeña hasta las variedades de plantas y animales, incluyendo los seres humanos (y el suelo) son sistemas vivos. Las partes de los sistemas vivos son a su vez sistemas vivos en sí. Cada célula de nuestro cuerpo es un sistema vivo (cada grano del suelo es un sistema vivo). Las comunidades de organismos desde los ecosistemas a los sistemas sociales humanos, como las comunidades, escuelas, (los suelos) y otras comunidades son sistemas vivos.

A pesar de los avances de la Física Cuántica y del Pensamiento Sistémico, la mayoría de grandes productores, técnicos y docentes, relacionados con la agricultura capitalista, siguen firmemente anclados en el pensamiento occidental reduccionista, y muy difícilmente aceptan o aceptarán el conocimiento Sistémico-sinérgico del Paradigma “suelo vivo”, por lo tanto es doblemente difícil pedirles que respeten al “suelo vivo”, que no lo envenenen y aniquilen añadiendo agrotóxicos y otros venenos. Sobre esta situación Hathaway y Boff (2009, pág. 194) señalan que...;

“Tal vez el determinismo es un consuelo para aquellos que quieren ver que las cosas continúen como están en la actualidad, pero si queremos cambiar fundamentalmente la manera en que los seres humanos viven sobre la tierra, entonces la paradójica y sorprendente naturaleza del cosmos, como se rebela en la Física cuántica, debería de hecho ser tomada como un signo de esperanza”.

Respecto a la fundamentación epistemológica holística de nuestro Paradigma “Suelo Vivo”, es necesario tomar en cuenta que...;

“El que el cuerpo pueda producir nuevos estados emergentes en base a resultados de enacción o acoplamientos experimentados hace tiempo, no es algo que ocurra de manera totalmente aleatoria sino que emerge como resultado de un trabajo más o menos prolongado del cuerpo, en el sentido de estar trabajando sobre algo”.

Citado por Luis Tapia (2014). Añadimos que en el caso de la teoría del “Suelo vivo”, corresponde a dos décadas de trabajo continuo.

Tomando en cuenta, que hay dos dimensiones y tiempos de trabajo, una consciente y otra inconsciente, en el caso de la presente investigación, la idea teórica clave de “suelo vivo”, emergió no en un momento en que se estaba precisamente trabajando y pensando sobre el tema, sino en una reunión de trabajo en la comunidad Chacarapi (Municipio Charazani, La Paz), cuando uno de los participantes (El Kallawaya Jaime Layme) ceremoniosamente “challó” vertiendo de una fuente, el fermento andino o chicha al suelo.

Entonces, el investigador imaginó que la tierra también tenía sed, y de pronto se prendió el foquito, gestándose la idea del suelo como un “suelo vivo”, ya no solo como algo intangible, espiritual, sino como algo tangible, que respira, que desarrolla, que se

enferma, que nace, que habla, que el suelo es un “sistema vivo”, como cualquier ser humano. El problema fue después ¿Cómo demostrar esta intuición?; el pensamiento holístico, el hallazgo de la investigación-acción del compost altoandino y su analogía con el suelo, ayudaron a encontrar las respuestas y ha construir la teoría del Paradigma “Suelo vivo”, ya no sólo como metáfora sino también como una constatación científica. Sobre esta parte del proceso constructivo, fundamentamos siguiendo al epistemólogo Tapia (2014), que esto habría ocurrido porque se produjo un “*acoplamiento cognitivo*” que es un estado emergente en términos de producción intelectual. Además que esta construcción y producción de conocimiento, ocurrió después de un tiempo más o menos largo de formación intelectual, de cerca de dos décadas.

El cimiento y las bases epistemológicas holísticas de nuestro Paradigma “Suelo vivo” subyacen en las comunidades originarias andinas y mesoamericanas. El conocimiento no occidental ancestral andino, nos ha legado como herencia milenaria la concepción de “Pachamama” y “Madre tierra” (*Software*), y sus tecnologías eco-rationales de manejo de la fertilidad de los suelos agrícolas (*Hardware*); también el “Abya Yala”, expresión que se refiere explícitamente al Continente indígena latinoamericano anterior a la conquista europea, cuyo significado es “la tierra fértil en la que vivimos” (Estermann, 2006); estos términos son consubstanciales al concepto de “Suelo vivo”. Estamos, entonces ante las bases epistemológicas del “Nuevo Paradigma Suelo Vivo”, que se diferencia y va más allá del mito, del discurso andinista e indigenista, del “pachamamismo” andino, de políticas y leyes que no guardan correspondencia con los hechos.

- **Sustento Científico del Paradigma “Suelo vivo”**

La Teoría de nuestro Paradigma “Suelo vivo”, adquiere carácter “científico” con los aportes de la Microbiología Agrícola, la Bioquímica, la Física cuántica, la Biotecnología, la nueva *Edafología*

Sinérgica y otras ciencias, que contribuyen a sustentar y fundamentar científicamente que el suelo es un “ente vivo”, diferenciándose de la ciencia mecánico-reduccionista y de la Edafología tradicional occidental, que consideran al suelo como un cuerpo natural inerte y como un factor más de la producción agrícola capitalista, al que hay que explotar con el paquete tecnológico de la “revolución verde”, hasta agotar su último nutriente.

El suelo como “sistema vivo”, es un sistema abierto y requiere “alimentarse” con alimentos orgánicos adecuados, para asegurar un flujo continuo de energía y materia, y seguir vivo; la heurística del compost altoandino, posibilitó verificar y demostrar que el “Suelo vivo”, manifiesta y expresa su actividad vital a través de varios procesos, destacando los procesos de homeostasis, autopoiesis, su manifestación consciencial, su metabolismo y biosíntesis microbial, y sus requerimientos de “alimento”, que a continuación se explican.

- **La Homeostasis del “Suelo vivo”**

La *Homeostasis* es la capacidad de un organismo de mantener una condición interna en equilibrio y estable; el “suelo vivo” siendo un organismo complejo y dinámico a través de su homeostasis, se mantiene en perfecto equilibrio, mediante el intercambio regulado de energía y materia y de otros mecanismos de autorregulación. El término Homeostasis fue propuesto por el fisiólogo estadounidense Walter Bradford Cannon (1929).

En el caso del compost análogo al “Suelo vivo”, desde el inicio se intensifica la actividad de su microbiota, se incrementa la temperatura, y se observan diversas etapas de transformación y cambio, generadas por la actividad de numerosos consorcios de microorganismos, verificándose cuatro fases térmicas de diferente duración y comportamiento, cuyo intercambio de energía y la temperatura se autorregula por *homeostasis*, y puede variar en función de la actividad de los diversos

microorganismos, presentes en el compost y en el suelo.

Las fases del proceso de descomposición y transformación microbiológica, en el “suelo vivo”, son autorregulados, y pueden ser intensos, lentos o interrumpirse por *homeostasis*, dependiendo de las condiciones ambientales, físicas y bioquímicas de un determinado momento. En el caso del compost análogo al suelo, la influencia de las condiciones ambientales de los períodos frío y cálido del altiplano, son notorios sobre los tratamientos testigo, que presentan un mayor tiempo de duración de la compostación en comparación con los tratamientos con activadores biológicos locales, lo que establece el rol benéfico de los fermentos elaborados con granos andinos, en la activación microbiológica.

Durante las fases de la descomposición y transformación microbial, en el “Suelo vivo” y en el compost, por la *homeostasis* se regula la liberación de energía, y la biosíntesis de varias sustancias intermedias, como compuestos complejos, enzimas, proteínas, ácidos húmicos, fenoles, alcoholes, hormonas, vitaminas, sustancias mucilaginosas, productos intermedios como ácidos poliurónicos y otras sustancias que influyen en las propiedades y la fertilidad del suelo, que a su vez tiene influencia sobre la nutrición vegetal y sobre el mismo Suelo.

- **La Autopoiesis del “Suelo vivo”**

La *Autopoiesis*, es la capacidad de los sistemas vivos de reproducirse y regenerarse continuamente, y mantenerse por sí mismos; es una palabra que proviene de dos términos griegos autos: mismo, y poiein: hacer, y es un término acuñado por los biólogos chilenos Humberto Maturana y Francisco Varela (1973). En las diversas etapas de la transformación biológica del compost altoandino análoga al “Suelo Vivo”, se observan cambios dinámicos, tanto en el “metabolismo microbial” del alimento orgánico, como en la *autopoiesis* que se refleja en la actividad de los numerosos consorcios de microorganismos, que trabajan en equipo como en una línea de montaje

de una fábrica, y que llevan a cabo diversas etapas del proceso de transformación biológica, de la materia orgánica.

Son necesarias condiciones favorables de humedad, oxígeno, la ausencia de venenos y contaminantes, y la provisión adecuada de “alimentos orgánicos”, para permitir la reproducción y regeneración equilibrada de los microorganismos; estableciéndose que sin “alimento orgánico” disponible en calidad y cantidad suficientes, no hay *autopoiesis* en el suelo. Por lo tanto la provisión adecuada de “alimento orgánico” al suelo, determina la tasa y equilibrio de reproducción de los microorganismos, conociéndose que en un período de 30 minutos a dos horas se forma una nueva generación de microorganismos, y en un día pueden originarse de 12 a 48 nuevas generaciones de microorganismos; verificándose que estos microorganismos no son parte del suelo, sino que son el suelo mismo.

- **Manifestación Conscencial del “Suelo Vivo”**

La *Consciencia* del “suelo vivo”, debe entenderse como la “*consciencia*” de los microorganismos que son el suelo mismo, y que se manifiesta como la capacidad del “suelo vivo”, de reconocer lo que ocurre a su alrededor, y de ser “*conscientes*” de los peligros (agrotóxicos, venenos y contaminantes) y activar sus mecanismos de autodefensa, contrarrestándolos hasta donde su capacidad y resistencia lo permitan (Chilon, 2016). Se diferencia del término “Conciencia”, porque esta palabra, hace referencia a la ética, la moral y las virtudes humanas.

Los hallazgos del compost altoandino, análoga al “Suelo vivo”, evidencian esta capacidad *conscencial*, por ejemplo, cuando se añade intencionalmente una cantidad apreciable del fertilizante urea (sal química) a las pilas de compost, esperando su disolución y mezcla con la masa del compost, sin embargo, lo que se observa es la concentración del fertilizante químico urea en la superficie del compost, como si una fuerza lo mantuviera como una costra sólida impidiendo su

disolución. Lo que habría ocurrido es que la población de microorganismos al tomar “*consciencia*”, del peligro del efecto de las sales activa sus mecanismos de autodefensa, como la quelación biológica, que encapsula a la urea y lo convierten en una costra insoluble, neutralizando el efecto de plasmólisis de las sales. Lo mismo ocurrió cuando se aplicó una sal más concentrada como el caso del ClNa (Sal común), al compost que fue insolubilizada y transformada en una costra blanquecina insoluble, no permitiendo su disolución.

En los suelos tropicales muy ácidos, con un alto peligro de toxicidad de aluminio, se observa una manifestación empírica de la “*consciencia*” del “Suelo vivo”, por parte de los microorganismos caso del *Bacillus subtilis*, que biosintetiza una enzima específica que permite un “encalamiento biológico”, a nivel de rizósfera, neutralizando la acción tóxica del aluminio; esto explicaría la exuberante vegetación presente en suelos extremadamente ácidos de las zonas húmedas tropicales.

Otro caso ocurre en los suelos tropicales extremadamente ácidos, donde crecen y se desarrollan plantas como la coca (*Erythroxylum coca*), caracterizados por ser suelos de baja fertilidad y con problemas de aluminio intercambiable, que es tóxico para la mayoría de los cultivos; este elemento es neutralizado por la manifestación *conscencial* del suelo que activa sus mecanismos de autodefensa, como la micorrización hongo-raíz (Salm y Lorini, 1990), el bioencalamiento y la biosíntesis de sustancias orgánicas como enzimas y hormonas, que neutralizan al aluminio y protegen a la planta.

En el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa wild*) de la zona andina, que crece y prospera en suelos arenosos, salinos, de baja fertilidad, y en condiciones áridas; gracias a su manifestación “*conscencial*” el suelo activa sus mecanismos de autodefensa, que neutralizan el efecto de las sales solubles, por la activación de la micorrización en el suelo (Ortuño, 2009). También se conoce que las bacterias halófilas *Vibrio alginolyticus* y *Vibrio metschnikovii*,

biosintetizan enzimas que permiten la neutralización de las sales, y la recuperación de suelos salino-sódicos y muy alcalinos, lo que explicaría el crecimiento y desarrollo de plantas en los suelos salinos.

El caso de los suelos de las terrazas agrícolas andinas, es otro ejemplo ilustrativo de la manifestación *consciencial* del “Suelo vivo”, expresada en la regulación térmica que realizan los microorganismos del suelo, que durante el día acumulan el calor de la radiación solar y por la noche emiten este calor como una defensa ante las heladas que se presentan en las madrugadas, este fenómeno ha sido estudiando en las terrazas agrícolas ancestrales de Charazani (Chilon, E. 2009). Además los cultivos andinos que crecen y desarrollan en las terrazas andinas de suelos bien alimentados orgánicamente con una microbiota abundante y activa, no presentan ataque de plagas y enfermedades, y las cosechas presentan altos rendimientos.

- **Metabolismo y Biosíntesis Microbial del “Suelo Vivo”**

Los procesos de las diversas reacciones metabólicas y de la biosíntesis microbial, relacionados con la descomposición y transformación de la materia orgánica en el suelo, son reportados por varios investigadores (Primavesi, A. 1984; Alexander, M. 1994; Halden, et al, 1999; Boldu, et al, 2002; Torrez, 2011; Martínez, et al, 2011; Ortuño, et al, 2009; y Chilon, 2011, 2014, 2015).

La transformación metabólica de la materia orgánica, que realiza la microbiota en el seno del organismo “suelo vivo”, y la biosíntesis microbial generan enzimas, hormonas, vitaminas, ácidos orgánicos, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, ácidos himatomelánicos, ácidos poliurónicos, fenoles, alcoholes, sustancias mucilaginosas y otras sustancias todavía desconocidas, que son fundamentales para la catalización de las reacciones claves, como la óxido-reducción y otras reacciones para la obtención de energía, mediante las cuales las células capturan

energía y electrones que invierten en crear y mantener nuevas células en el suelo. (Rittman y McCarty Bruce, 2001).

Las sustancias biosintetizadas en el suelo, favorecen la actividad de la microbiota y de los microorganismos especializados, responsables de la transformación de sustancias orgánicas, de la fijación biológica de nutrientes como nitrógeno y azufre, de la formación de micorrizas, de la síntesis de ácido indol acético y triptófano que son hormonas que favorecen la división celular de las raíces y el crecimiento de las plantas. También de la biosíntesis de la *glomelina*, que da estabilidad y resistencia a los agregados, que forman la bioestructura del suelo, que también es favorecida por los ácidos poliurónicos, sintetizadas por las bacterias celulolíticas Cytophagas del suelo.

Los ácidos orgánicos y enzimas, generadas por la biosíntesis microbial, favorece el trabajo de los microorganismos responsables de la desintegración y mineralización de compuestos orgánicos y complejos minerales, liberando nutrientes como K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Mn, Bo, volviéndolos disponibles para las plantas.

Los microorganismos especializados que solubilizan los fosfatos, utilizan la enzima fosfatasa para solubilizar el fósforo inorgánico; esta enzima es sintetizada por bacterias y hongos *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Flavobacterium*, *Pennicillum*, *Sclerotium*, *Fusarium*, *Aspergillus*. Otras sustancias intermedias que oxidan el azufre, son generadas por bacterias del género *Thiobacillus ferrooxidans*.

La biosíntesis microbial de ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y ácidos himatomelánicos, favorecen la acción de los microorganismos humificadores responsables de la formación de coloides orgánicos, y de la asociación del complejo arcillo-húmico, lo que establece el mejoramiento e incremento del almacenamiento de agua del suelo, una mayor capacidad de intercambio catiónico y una mayor resistencia a los cambios bruscos de pH.

Muchas sustancias utilizadas como medicamentos y que salvaron a la humanidad de catástrofes sanitarias, fueron obtenidas de la biosíntesis microbial de la materia orgánica en descomposición del suelo, es el caso del antibiótico estreptomicina que controló la tuberculosis, que fue descubierta y aislada de la materia orgánica en putrefacción, por el doctor Selman Waksman (Premio Nobel 1952). En los últimos años se ha evidenciado el potencial de la biosíntesis microbial para la generación de enzimas, ácidos y otras sustancias, efectivas en la biorrecuperación de suelos contaminados con hidrocarburos y plaguicidas, por su capacidad para romper los anillos bencénicos, y desintegrar compuestos complejos alifáticos y aromáticos de hidrocarburos y plaguicidas.

- **Suministro de “Alimentos” al “Suelo Vivo”**

El “Suelo Vivo”, a semejanza de cualquier organismo vivo, requiere de alimentos sanos, inocuos, libre de contaminantes y de excelente calidad para mantener su vitalidad, por ello en el caso del compost y de otros abonos orgánicos destinados como alimento del suelo, es necesario su control de calidad. Un compost de alta calidad para el “suelo vivo”, es aquel elaborado con materiales vegetales e insumos orgánicos y naturales no contaminados y libres de venenos, y un manejo adecuado que garantice una buena oxigenación, una humedad adecuada, y el equilibrio de su pH. Por lo tanto, no toda fuente orgánica es un buen alimento para el “Suelo vivo”, siendo necesario verificar su pureza y calidad; sin embargo, en el campo de la investigación de la agricultura orgánica, la evaluación de la calidad y utilización de abonos orgánicos, está en sus inicios.

La calidad del compost está determinado, por la actividad de los microorganismos, y la naturaleza de los sustratos orgánicos; un compost de buena calidad, aplicado al suelo tiene un efecto benéfico sobre sus propiedades físicas, químicas y biológicas, principalmente sobre el mejoramiento de su densidad, porosidad, estabilidad estructural, disponibilidad de nutrientes, capacidad de intercambio iónico, por la

acción de las sustancias biosintetizadas por los microorganismos del suelo. Las sustancias mucilaginosas, floculantes y agregantes, generadas por los microorganismos facilitan la formación de agregados, que son más estables y resistentes a la acción antrópica y a la acción de la erosión pluvial.

La alimentación orgánica del “Suelo vivo”, se reflejan en mejores y mayores cosechas agrícolas, es el caso de la experimentación realizada en el altiplano en Tiwanaku, del efecto del compost sobre las características del suelo y sobre el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad waicha, cultivo muy importante de la soberanía y seguridad alimentaria de gran parte de la población rural andina. Se obtuvieron rendimientos que superaron 4 a 5 veces el rendimiento promedio nacional de papa. Además se verificó el mejoramiento de la porosidad del suelo, de la capacidad de almacenamiento de humedad, el incremento de los nutrientes disponibles y del contenido de materia orgánica en el suelo, y el aumento de las unidades de formación de colonias (UFC) de la microbiota del suelo.

El proceso de la investigación-acción del compost altoandino, ha permitido obtener un excelente tipo de compost CA-TB 3g (compost altoandino, Tiwanaku Bolivia 3º generación), que además de recuperar la fertilidad de los suelos agrícolas, presenta una alta capacidad para biorrecuperar suelos contaminados. Estudios recientes (Chilon, 2014 y 2016), han verificado el potencial del compost altoandino, en la biorrecuperación de suelos contaminados con hidrocarburos, superando al humus de lombriz y otros productos humificados, que son bastante limitados en su acción

Si se pudiera regresar a los suelos agrícolas, la materia orgánica perdida a causa de la agricultura industrial, se podría capturar al menos un 1/3 del exceso de CO₂ que actualmente se halla en la atmósfera (GRAIN, 2008). Por lo tanto, si durante los próximos 50 años, se alimentaría con compost a los suelos agrícolas tal como lo propone nuestro Paradigma “Suelo Vivo”,

las 2/3 de todo el actual exceso de CO₂ podría ser capturado e incorporado a los suelos del mundo. Con lo que gradualmente se podría rehabilitar y lograr suelos sanos y productivos, y se abandonaría el uso de fertilizantes y agrotóxicos, que se constituyen en otro potente productor de gases, y generador del cambio climático global.

Es importante señalar, que el compost como alimento para el “suelo Vivo” agrícola, tiene que diferenciarse y separarse de la compostación que realiza la Ingeniería Ambiental, que utiliza la técnica de la compostación para el manejo de residuos sólidos contaminados, por la facilidad que ofrece para su almacenamiento en minas abandonadas y otros depósitos; este compost de residuos contaminados no sirve para la agricultura, porque se constituye en un riesgo para el “Suelo vivo”.

Algunos investigadores afines al conocimiento occidental, ya comienzan a reconocer al suelo como “ente vivo”, es el caso del científico de suelos y Presidente del Soil Science of America, Lal (2007) quien señala que;

“... podríamos satisfacer la demanda mundial de alimentos, solo si somos capaces de restaurar la calidad del suelo (léase “salud del suelo”) a través de la mejora de las reservas de carbono orgánico, porque alimentando a nuestros suelos (añadimos con alimentos orgánicos) vamos a tener más producción de alimentos, y vamos a alimentar a más gente”.

Los hallazgos de la investigación del compost altoandino análogo al “Suelo vivo”, demuestran que *“los microorganismos no son parte del suelo, sino que los microorganismos son el suelo mismo”*. Lo que lleva a plantear la hipótesis, que ciertos “conjuntos especializados de microorganismos del suelo”, que constituyen el suelo mismo, por analogía, actúan y cumplen funciones de hígado, riñones, pulmones y corazón del suelo, y aquel conjunto de microorganismos que rigen el funcionamiento

homeostático, de autopoiesis, y de la manifestación “consciencial” de todo el sistema, vienen a ser el “cerebro” del suelo. Pero al margen de los cuestionamientos, lo importante es entender que al igual que cualquier sistema vivo, el “suelo vivo” requiere una “alimentación” adecuada, buenas condiciones ambientales y la eliminación de riesgos de daño por sustancias contaminantes, agrotóxicos y otros venenos.

Nuevo Conocimiento Sistémico-sinérgico del Suelo en el Paradigma “Suelo Vivo”

En el marco del nuevo Paradigma “Suelo Vivo”, el conocimiento Sistémico-sinérgico del suelo, es el siguiente:

- El suelo es cosmogonia, holismo y energía (*Software*), que se expresa en un cuerpo natural e independiente (*Hardware*), que se origina de la meteorización y edafización de la roca madre y de los minerales parentales, que propicia el proceso geológico; y que adquiere vida con la población y actividad de los microorganismos, convirtiéndose en un cuerpo vivo natural y productivo.
- Es un cuerpo tridimensional, porque al hacer un hoyo o calicata, se puede distinguir sus tres dimensiones, largo, ancho y espesor.
- Es un cuerpo polifásico, conformada por las fases sólida, líquida, gaseosa y la interacción entre ellas; la fase sólida mineral caracterizada por sus componentes minerales arena limo y arcilla, sales y óxidos; la fase sólida orgánica conformada por las propiedades biológicas (meso y macro fauna), los microorganismos y el humus; la fase líquida conformada por la solución suelo agua, sales disueltas, iones y gases, de donde la planta a través de su sistema radicular toma sus nutrientes y agua; la fase gaseosa, formada por el aire o atmósfera del suelo; y las otras fases conformadas por la interacción de las existentes.

- Es complejo y dinámico, porque el suelo no es un cuerpo estático, sino que está en continuo cambio, regeneración y transformación energética, con un comportamiento dinámico y de manifiesta complejidad. El suelo se regenera y reproduce continuamente por su propiedad de “*autopoiesis*”, en base a sus redes de relaciones, por lo tanto su comportamiento es similar al cuerpo humano; no sólo es la suma de sólidos, materia orgánica, agua, y aire sino que es un sistema energético, de toda una comunidad de microorganismos y de sus otros componentes.
- Está en perfecto equilibrio interno por su capacidad de “*homeostasis*”, y a pesar de ser complejo y dinámico, mantiene una condición de estabilidad y está en perfecto equilibrio, mediante el intercambio regulado de energía, materia y otros mecanismos de autorregulación.
- El suelo expresa una manifestación “*consciencial*”, que le permite reconocer lo que ocurre en su medio y reaccionar frente a estímulos y peligros externos (agrotóxicos, venenos y agentes contaminantes), y activar sus mecanismos de autodefensa, contrarrestando los peligros hasta donde su capacidad y resistencia lo permitan.
- El suelo nace, crece, se desarrolla envejece y puede morir. Si se acepta que el suelo es un sistema “vivo”, entonces por analogía el suelo tiene su madre (roca madre) y su padre (factores climáticos y otros factores); puede morir, cuando es atacado por los componentes de la “revolución verde”, por el cambio climático y la erosión, que se constituyen en el cáncer del suelo. En condiciones de los ecosistemas andinos y de valles a la naturaleza le toma mil años, en formar 2,5

centímetros de suelo, pero este trabajo de la naturaleza se puede perder en días y horas por la mala actuación del hombre.

- El suelo es un “sistema vivo”⁹, como tal analógicamente se comporta en forma similar a un organismo vivo; por lo tanto, el suelo respira, se alimenta y se desarrolla, gracias a la población microbial, que hacen que la suelta y fría roca, que promueve el proceso geológico adquiera “vida” y se convierta en un cuerpo natural productivo. Un gramo de suelo agrícola contiene de 50 a 200 millones de microorganismos¹⁰ entre bacterias, hongos, algas, actinomicetos, virus y otros, que son responsables del inmenso trabajo de transformación, procesamiento, síntesis y resíntesis de la materia orgánica del suelo, de la formación de los poros, agregados y coloides del suelo, del ciclo de los nutrientes, y de otras funciones fundamentales. Por lo tanto, los microorganismos no son parte del suelo, sino que los microorganismos son el suelo mismo.
- El suelo mediante sus microorganismos, que son el suelo mismo, metaboliza y realiza una *Biosíntesis microbial de sustancias*, generando enzimas, vitaminas, hormonas, sustancias mucilaginosas, elicitores, ácidos orgánicos, fenoles y alcoholes, ácido indol acético y triptófano, y otras sustancias todavía desconocidas, que hacen posible la “vida” del suelo.
- El “suelo vivo” merece cuidado y respeto, porque sustenta la vida de la especie humana, por lo tanto, el primer deber y obligación de la sociedad humana es cuidar la “salud” del suelo y “alimentarlo” adecuadamente.

⁹ El médico-agrónomo André Marcel Voisin (1964), pionero de la ecología médica estableció sobre bases científicas que el suelo se comportaba como un ente vivo, y en una síntesis magistral expresó “el animal y el hombre son la fotografía bioquímica del suelo”.

¹⁰ El Profesor Zapater Rovira (1985), en su cátedra de Microbiología y Bioquímica avanzada de suelos en la Universidad Agraria “La Molina” de Lima Perú, enseñaba que el suelo es un

cuerpo “vivo”, y que los microorganismos no sólo forman parte del suelo sino que deberían ser considerados como el suelo mismo, abriendo una brecha en los esquemas académicos universitarios latinoamericanos de la ciencia Agronómica, dominado por el reduccionismo del conocimiento occidental y de la “revolución verde”, a la que terminó llamando “revolución de la muerte”.

Tabla 1. Diferencias Epistemológicas entre el Concepto Suelo del Paradigma “Suelo vivo” y el concepto Suelo de la Ciencia Occidental

CONCEPTO DE SUELO EN EL PARADIGMA “SUELO VIVO”	CONCEPTO DE SUELO EN LA CIENCIA OCCIDENTAL
El Paradigma “Suelo vivo”, está regida por un pensamiento holístico y una cosmovisión universal, que concibe al suelo como un ser vivo, que va más allá de un simple concepto, porque encierra la profundidad y amplitud cósmica de lo que se conoce como cosmovisión andina (<i>Software</i>), y establece la alimentación al “suelo vivo”, para reponer sus fuerzas, con lo que se garantiza, la continuidad de la vida, y la obtención de cultivos resistentes, altos rendimientos y cosechas sostenibles (<i>Hardware</i>).	La Ciencia Occidental de los suelos, está regida por un pensamiento reduccionista y mecanicista, que se ve obligado a separar y dividir los componentes y factores del suelo para comprender su funcionamiento. Para el Paradigma mecanicista el suelo es un sustrato superficial de la tierra, que permite el cultivo y cosecha de cultivos alimenticios, siendo un factor importante de la economía y la generación de riqueza. Alcanza su máxima cúspide con la revolución verde y la agroexportación.
El suelo agrícola tiene vida, es la madre y es sagrada, porque permite la reproducción de la vida, por lo tanto al ser un ser vivo y su fertilidad un atributo atingente a todos los seres vivos, el suelo tiene que cuidarse y alimentarse con abonos orgánicos bien preparados y sanos.	El suelo es un factor de la producción y fuente de enriquecimiento, cuyo uso y explotación se compensa con la aplicación de fertilizantes químicos, herbicidas y plaguicidas, aplicándolos hasta que el suelo se agote y colapse.
El “suelo vivo” es cosmogonía, holismo y energía (<i>Software</i>), con un cuerpo material organizado (<i>Software</i>). Es un cuerpo tridimensional, polifásico, complejo y dinámico, que está en perfecto equilibrio.	El suelo es un cuerpo inerte, y solo es un factor de la producción y la economía, es un cuerpo tridimensional, trifásico, estático, posee la propiedad de singularidad, y no muestra límites definidos.
El “Suelo vivo”, manifiesta sus propiedades vitales de autopoieses, homeostasis, su manifestación consciencial, su metabolismo y biosíntesis, su requerimiento de alimentos saludables, y su microbiota que no son parte del suelo, sino que son el suelo mismo.	El suelo es un cuerpo inerte, formado por compuestos minerales (arena, limo y arcilla), y materia orgánica. Es el producto geológico de la meteorización de rocas y minerales. En el cual los insumos químicos y plaguicidas aniquilan a los microorganismos.

Fuente: Elaboración propia (2018).

La Metateoría del alimento al “Suelo Vivo”

La *Metateoría* como teoría que se dedica al estudio de otra teoría o conjunto de teorías, son una elaboración sobre el metalenguaje teórico (Tapia, 2014); en este sentido la *Metateorización* del “*alimento al suelo vivo*”, en el marco conceptual del Paradigma “Suelo vivo”, consiste en imaginar reconstrucciones de los procesos de producción teórica y en reconstruir sus estructuras teóricas. Algunas de estas se volvieron modelos metodológicos o modelos de formalización conceptual de la estructura de nuestra teoría del Paradigma “Suelo vivo”.

En este contexto, la construcción de la teoría de la teoría (*metateoría*) del “alimento al suelo vivo”, en el marco de nuestro Paradigma “Suelo vivo”, toma como primera referencia la concepción holística de nuestras culturas ancestrales andinas y de las culturas originarias mesoamericanas y de sus sinergia con el conocimiento occidental, y principalmente a los hallazgos de campo y laboratorio logrados con el proyecto de investigación-acción del compost altoandino, cuya evolución y transformación metabólica es analógica y similar a lo que ocurre en el “suelo vivo”.

También se tomó en cuenta el aporte de varias investigaciones, trabajos y tesis de pregrado,

realizadas dentro de la línea de investigación del compost altoandino (Chilon, 1996, 1999, 2002, 2006, 2010, 2011, 2013, 2014, 2015; Cortez, 1998; Noriega, 1999; Sotomayor, 1998; Zapata, 1997; Callizaya, 1999; Ramírez, 2012; Ruiz, 2012; Chilon, 2014, 2015; Toro, 2014; Castillo, 2016; Romero, 2017 y otros).

La *Metateoría* del alimento al “suelo vivo”, desarrolla nuevos conceptos e ideas y amplía y mejora las definiciones ya existentes, relacionados con el alimento orgánico del suelo, en el marco de nuestro Paradigma “suelo vivo”, que a continuación se describen:

Suelo vivo

Es un sistema natural e independiente, tridimensional y trifásico, complejo y dinámico, que está en perfecto equilibrio, que reacciona a los estímulos como un “sistema vivo”, que nace crece, desarrolla y puede morir, por su fragilidad merece respeto. El suelo que se origina de la roca “madre” que promueve el proceso geológico por acción de los agentes climáticos, y gracias a los microorganismos adquiere “vida” y llega a ser un cuerpo “vivo”. Por lo tanto, el fundamento para recuperar los suelos productivos degradados y contaminados, consiste en regenerar la vida biológica del suelo. (Chilon, 1997)

Alimento orgánico del suelo vivo

Se define como el suministro de abonos orgánicos de alta calidad previamente elaborados y tratados, en cantidades requeridas según el tipo de suelo y cultivo, que en la zona andina ya se practicaba desde épocas precolombinas; un buen alimento orgánico tiene un efecto benéfico en la “salud” del suelo, en la formación y estabilización de sus agregados, en el incremento de la capacidad retentiva de humedad, en el suministro de energía y nutrientes a las plantas y microorganismos, en la calidad y producción sostenible de cultivos alimenticios, y en la protección del suelo contra la erosión y contra los efectos del cambio climático global. El respeto al “suelo vivo” se

manifiesta en alimentarlo con abonos orgánicos previamente elaborados y bien “cocinados” o preparados y no con estiércol fresco, estiércol seco o materiales contaminados, porque estos últimos son fuentes de patógenos, malezas y de contaminación.

Materia orgánica del suelo

Es todo compuesto o sustancia orgánica, proveniente de la descomposición microbiana de los restos vegetales y animales, tanto superiores como inferiores, que en función de las condiciones ambientales evoluciona, cambia, se transforma o se mantiene en el tiempo; presentando diversas etapas desde un estado fresco o crudo, pasando por una pre-humificación y humificación intermedia análoga al compost, llegando a un estado de humus avanzado, hasta alcanzar su posterior mineralización, gracias al trabajo intenso de los microorganismos responsables de los procesos de síntesis, resíntesis y transformación de la materia orgánica en el suelo

Etapas de bio-descomposición de la materia orgánica

Es un proceso estrictamente microbiológico, y en condiciones naturales adecuadas se pueden distinguir cuatro momentos, la 1º etapa inicial de materiales orgánicos frescos o crudos (restos vegetales, animales, estiércoles), la 2º etapa de pre-humificación y etapa de humificación intermedia (análoga al compost), la 3º etapa de humificación avanzada y 4º la etapa paralela y final de mineralización (liberación de nutrientes minerales). En cada una de estas etapas actúan microorganismos específicos y especializados, que biosintetizan sustancias intermedias y avanzadas como enzimas, vitaminas, hormonas, antibióticos y otras, que desintegran a los restos orgánicos y determinan la duración de cada etapa; estos microorganismos especializados una vez que cumplen su rol, dejan que otros microorganismos continúen el proceso hasta finalizar la descomposición de la materia orgánica. Puede ocurrir que en una de las etapas las condiciones se vuelvan desfavorables, entonces la actividad microbiológica

se interrumpe y la materia orgánica se acumula, caso de la turba.

Compost

Es un abono orgánico pre-humificado y de humificación intermedia, resultante de la descomposición y transformación biológica aeróbica, de los residuos orgánicos de origen vegetal (rastros de cosechas y malezas) y residuos de origen animal (estiércol fresco y/o almacenado), con la aplicación de ceniza y un manejo apropiado de la humedad y la aireación, con volteos adecuados para facilitar el trabajo de los microorganismos. El producto final es un compost rico en nutrientes, vitaminas, hormonas y sustancias mucilaginosas que son asimilados paulatinamente por las plantas, lo que garantiza buenas cosechas, y el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Compostaje altoandino

Es una técnica de elaboración de compost, en ambientes altoandinos cercanos a los 4.000 metros sobre nivel del mar, con la utilización de materiales locales rastros de cosecha, paja de cereales, estiércol de bovinos, ovinos y camélidos, ceniza de fogón, y la aplicación de activadores biológicos locales como ser fermentos de quinua, tarwi, cañahua, maíz y otros, con el manejo adecuado de la humedad, aireación, temperatura y el pH, con la obtención del compost final en un tiempo de 1,5 a 2 meses.

Compost CA-TB1g

Compost correspondiente a la primera generación de compostaje altoandino, realizado con métodos convencionales en comunidades indígenas y campesinas de Bolivia, de los municipios de Tiwanaku, Charazani, Curva, Mocomoco, Cuyahuani y otras comunidades, durante el período 1997-2007; CA-TB1g significa Compost altoandino Tiwanaku-Bolivia 1º generación.

Compost CA-TB2g

Compost correspondiente a la segunda generación período 2008-2012, y es un compost altoandino elaborado con una técnica estandarizada, con el uso de activadores biológicos locales (ABL) y en proceso de transferencia masiva a las comunidades campesinas. CA-TB2g significa Compost Altoandino-Tiahuanaco Bolivia 2º generación. Se obtuvo a partir del mejoramiento del compost CA-TB1g.

Compost CAF-B3g

Compost correspondiente a la tercera generación período 2013-2014, y es el compost altoandino fortalecido con harina de rocas, elaborado con una técnica estandarizada, con el uso de activadores biológicos locales (ABL), y apto para la recuperación y conservación de la fertilidad de suelos agrícolas. CAF-B3g significa Compost Altoandino enriquecido-Bolivia 3º generación.

Abono Orgánico Fortificado (BIOAF)

Es una variante del compost CAF-B3g, que se obtiene enriqueciéndolo con abonos orgánicos líquidos aeróbicos; los microorganismos presentes en el BIOAF compost generan enzimas y compuestos orgánicos poderosos, con alto potencial para la biorrecuperación de suelos contaminados con hidrocarburos y la recuperación y conservación de la fertilidad de suelos agrícolas.

Activadores Biológicos Locales (ABL)

Son sustancias orgánicas obtenidas de la fermentación o chicha de quinua, tarwi, cañahua, maíz y otros cultivos andinos con un contenido proteico significativo, que aportan microorganismos para el proceso de compostación, activando a los microorganismos nativos presentes en el material inicial, que son los responsables del proceso de descomposición y obtención del compost.

Activadores Biológicos Convencionales (ABC)

Sustancias resultantes del procesamiento de la leche caso yogurt, suero de leche, y también del aislamiento de microorganismos de levadura, que coadyuvan al proceso de compostación.

Fases Térmicas del Compostaje Altoandino

El proceso del compostaje altoandino presenta cuatro fases o momentos de diferente duración y comportamiento termodinámico, una fase inicial de corta duración, seguido de una fase muy activa con altos valores de temperatura, luego una fase de maduración de mayor duración con disminución gradual de la temperatura, y la fase terminal o de conclusión del compostaje (Chilon, 2010; Ramírez, 2012; Toro, 2014)

Etapas de Bio-transformación del Compost Altoandino

La bio-transformación del compost altoandino es un proceso estrictamente microbiológico, caracterizado por una sucesión ordenada de etapas y microetapas, donde los grupos de microorganismos especializados y la biosíntesis de sustancias intermedias se suceden unos a otros. En condiciones adecuadas se pueden distinguir tres etapas, cada una de las cuales presentan varias microetapas, la etapa inicial de acopio y acondicionamiento de materia prima (materiales orgánicos frescos o crudos restos vegetales y animales, estiércoles, ceniza, activadores biológicos y agua), la etapa de pre-humificación o de compost inmaduro o joven y la etapa de humificación intermedia o de compost maduro; en el último estado se obtiene el compost que se aplica a los suelos agrícolas, que en forma paulatina libera nutrientes y sustancias que favorecen la fertilidad de los suelos.

Composición y microorganismo del compost altoandino

El compost altoandino está compuesto por una amplia variedad de microorganismos en su mayor parte desconocidos, entre bacterias, hongos, algas verde-azules, actinomicetos, virus, protozoarios, amebas y

otros en una cantidad que supera los 200 millones por gramo, y sustancias biosintetizadas, tales como enzimas, vitaminas, hormonas, sustancias mucilaginosas, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, fenoles y alcoholes que favorecen el crecimiento y desarrollo de los cultivos y la conservación de la fertilidad de los suelos agrícolas, por la provisión gradual de nutrientes disponibles como nitrógeno, fósforo, potasio, y quelatos de Hierro, Cobre, Zinc, Molibdeno, boro y otros nutrientes.

Clases de Compost Altoandino

En función a las condiciones de biotransformación de la materia orgánica y materiales adicionales utilizados en el compost, y a la intensidad de las reacciones de óxido-reducción catalizadas por las enzimas y sustancias biosintetizadas por los microorganismos, se tiene el Compost inmaduro o joven que corresponde a la etapa de pre-humificación y el Compost maduro que correlaciona con la etapa de humificación intermedia de la materia orgánica; estos tipos de compost son fácilmente identificados mediante la cromatografía de Pfeiffer.

Abono Orgánico Líquido Aeróbico (AOLA)

El abono orgánico líquido aeróbico, se obtiene mediante la transformación microbial con presencia de oxígeno, de sustratos pre-humificados caso del compost, humus, estiércol fermentado y otros abonos orgánicos sólidos humificados; el proceso del metabolismo de sustancias orgánicas nutritivas y sanitarias, con la intervención y reproducción de bacterias y otros organismos en un medio aeróbico, favorecen la producción de cultivos, la fertilidad de los suelos y la biorrecuperación de los suelos contaminados.

Aolificación

Se denomina así al proceso orgánico microbiológico, de obtención de abonos orgánicos líquidos bajo condiciones aeróbicas (en presencia de oxígeno), donde las bacterias y otros microorganismos realizan

la biosíntesis de compuestos, ácidos orgánicos y enzimas a partir de las sustancias presentes en sustratos pre-humificados caso del compost, humus de lombriz, estiércol bien descompuesto.

Proceso de digestión microbial aeróbica de abonos orgánicos líquidos aeróbicos

La obtención de abonos orgánicos líquidos bajo condiciones aeróbicas, se realiza en presencia del oxígeno y con la participación de numerosas bacterias aeróbicas y otros microorganismos, que digieren y biosintetizan aeróbicamente compuestos orgánicos complejos, presentes en sustratos pre-humificados caso del compost y el humus de lombriz, formando enzimas, hormonas, sustancias mucilaginosas, ácidos húmicos, fúlvicos y otras sustancias que favorecen el crecimiento de los cultivos y la recuperación de la fertilidad de los suelos.

Nanotecnología Natural y Orgánica

Es el proceso natural de transformación microbiológica de productos orgánicos humificados como el compost, cuyo tamaño de sus partículas y moléculas orgánicas complejas alcanza las micras, en productos orgánicos como el AOLA o abono orgánico líquido aeróbico, con un tamaño de sus partículas y moléculas simples que llega a los nanómetros. Se diferencia de la nanotecnología industrial, porque es un proceso natural orgánico que forma parte de las bio-transformaciones de la naturaleza.

Abonos Líquidos Fermentados Anaeróbicos (ALF o Biol)

Se originan a partir de la fermentación anaeróbica de materiales orgánicos como estiércol, plantas verdes, frutos, sales minerales y sustancias activadoras. Comúnmente se le llama biol, biofermentos o biofertilizantes; popularmente se cree que los mismos contienen sustancias que favorecen el crecimiento vegetal a la vez que contribuyen a mejorar la vida microbiana del suelo.

Proceso de digestión microbial anaeróbica de abonos orgánicos líquidos anaeróbicos

El proceso de digestión anaeróbica está conformado por una serie de reacciones bioquímicas, con la participación de una gran variedad de microorganismos, los mismos que cumplen la función de oxidar a una parte del carbono formando anhídrido carbónico, mientras la otra parte es reducida a metano.

Abono Natural Regulador del pH (ANPRES)

Es un producto compuesto por materiales naturales semi-sólidos, que permiten regular el pH del compost o de los suelos contaminados y de suelos en tratamiento de biorrecuperación.

Abono Natural de Harina de Rocas

Es un abono natural proveniente de las rocas, que convertidas en polvo y aplicado al suelo agrícola posibilita la reposición de nutrientes y la mejora de su actividad microbiológica. La harina de rocas, se elabora mediante un procedimiento que preserva las energías inherentes del polvo o harina natural nutritiva, a partir de la molienda de rocas ígneas graníticas, basaltos, andesitas, rocas sedimentarias, fosforita, caliza y rocas metamórficas, pizarra y esquistos. (Chilon, E. 2006)

Alimento al “Suelo vivo” con Harina de Rocas

Alimentar al “suelo vivo” con harina de rocas es abonarlo mediante su preparación y dosis técnicas de acuerdo al tipo de cultivo y características del suelo, se aplica al momento de la siembra al fondo del surco o por golpes; cuando la harina de rocas se aplica junto al compost, se obtienen mejores resultados porque se posibilita la reposición de nutrientes del suelo y por su variedad de componentes nutritivos, hacen surgir una amplia gama de diferentes microorganismos que vigorizan la “vida del suelo” y favorecen el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Biorremediación de Suelos Contaminados

Es el proceso biológico de recuperación de suelos contaminados con hidrocarburos y agrotóxicos, con la aplicación del compost altoandino y sus variantes, que favorece la intervención y la acción de los microorganismos y enzimas presentes en la materia orgánica, con un método técnico-científico patentado, bajo condiciones controladas y un manejo adecuado de la humedad, la regulación del pH, la aireación y el reforzamiento biológico con abonos orgánicos líquidos aeróbicos.

Cromatografía de Suelos y de Abonos Orgánicos

Es un método adaptado de la técnica de Pfeifer, que posibilita diagnosticar el estado de descomposición de la materia orgánica, la actividad de los microorganismos del suelo, el estado de “salud” del suelo y de los abonos orgánicos. Así mismo la cromatografía facilita el seguimiento y control de la biorrecuperación de suelos contaminados con hidrocarburos y agroquímicos.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

La solución de los complicados problemas actuales de la degradación de los suelos agrícolas provocados por la revolución verde y los efectos negativos del Cambio climático global, requieren entender su complejidad, para intervenir y proponer alternativas acertadas de solución. Ha estas alturas de la historia, es necesario cambiar el paradigma occidental capitalista de la agricultura, porque sus anomalías y fallas son evidentes y visibles; el nuevo Paradigma “Suelo vivo” surge como una alternativa que propugna un cambio en la agricultura, sin perder el tiempo con los reaccionarios, más bien trabajar con los agentes de cambios activos y con la gran cantidad de personas, pequeños y medianos productores, docentes y estudiantes universitarios de Ciencias Agrarias, que tienen la mente abierta.

La propuesta del cambio de un paradigma por otro, no ocurre porque el nuevo paradigma responde mejor las preguntas que el viejo, ocurre más bien porque el viejo paradigma occidental de la agricultura, se

muestra cada vez más incapaz de resolver las anomalías que se le presentan, y de acuerdo a Kuhn, (1971) cuando llega este momento sus seguidores la abandonan; entonces las revoluciones ocurren porque un nuevo paradigma, presenta nuevas formas de ver las cosas, y se crean nuevos métodos de análisis, para tratar los nuevos problemas que se presenta; a esta revolución y cambio responde y se circunscribe el nuevo Paradigma “Suelo vivo”.

El nuevo Paradigma “Suelo vivo”, se construyó paulatinamente durante los últimos 20 años, se sustenta en el conocimiento holístico y el conocimiento científico sinérgico, y se fundamenta en los hallazgos de la investigación-acción del compost altoandino, también en los estudios de campo sobre las características de los suelos; también se nutre del pensamiento holístico, de la cosmovisión andina, de la física cuántica, de la bioquímica y microbiología de suelos, de la biomicroecología, de la biofertilidad de suelos y de la nanotecnología natural y orgánica. El nuevo Paradigma “Suelo vivo”, no debe entenderse como una yuxtaposición de palabras que circulan por el medio o que están de moda, sino como una construcción intelectual y práctica que permite dar sentido y crear consenso respecto a la complejidad de la agricultura que se viven en la presente Era.

En el contexto del Paradigma “Suelo vivo”, algunos estudiosos de la agricultura orgánica, ambientalistas, agroecólogos y asociaciones de pequeños agricultores, mediante sus trabajos e investigaciones de campo, están demostrando que la agricultura basada en el uso de abonos orgánicos como el compost, y los modos de cultivo de pequeña escala, que utilizan métodos orgánicos de producción y que se orienten a los mercados locales, puede enfriar el planeta, dotar a la población con alimentos orgánicos de calidad, y revertir la sobre explotación de los suelos por la agricultura agroextractivista. Esta posibilidad es correcta y las razones las hallamos en nuestro Paradigma “suelo vivo”, demostrando que el “suelo vivo” es parte de la solución, para mirar y volver al área rural, y en caso de Bolivia apoyar y fortalecer la agricultura familiar campesina cuidando

al suelo para las futuras generaciones, y hacer frente a la crisis climática y económica mundial.

“Si has contribuido con la vida del Suelo, tienes el derecho de cosechar y disfrutar de sus frutos, y sentirás que estas en contacto con la tierra, con la lluvia, con el aire y con el sol. Te relacionarás con la Madre Tierra. Y, al comer sus deliciosos frutos, sentirás que te pones en contacto con la vida misma, con tus raíces y sentimientos más profundos, porque cuidando al suelo vivo, cuidas también tu propia vida”. E.B.CH.C.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexander, Martín. (1994). *Introducción a la Microbiología de Suelos*. 2º Edición, Libros y Editoriales S.A., Progreso 202-Planta Alta, Col. Escandón, México 11800 D.F.
- Boaventura De Sousa, Santos. (2009). *Una Epistemología del Sur*. Editorial Siglo XXI, México.
- Boaventura De Sousa, Santos. (2008). *Hacia una sociología de las ausencias y una sociología de las emergencias. En Conocer desde el Sur*. CIDES-CLACSO, La Paz Bolivia. Pp 79-138.
- Boldu, F; Vervoot, J. et al. (2002). *Sunstrate interactions during the biodegradation of Benzene, Toluene Ethylbenzene and Xylene (BTEX) Hidrocarbons by the fungus Cladophialophora sp strains T1*. Applied and Enviromental Microbiology 68:2660-2665.
- Buol, S.W.; Hole, F. D.; Mccracken, R. (2000). *Génesis y Clasificación de Suelos*. Editorial Trillas, 3ºReimpresión, México. Pp. 417.
- Bunge, Mario. (2000). *La Ciencia, su Método y su Filosofía*. 4ta. Edición, Editores Siglo XXI, México.
- Black, C. (1968). *Soil-Plant relationsship*. New York, Edit. Willey, sons.
- Callizaya, Beatriz. (1999). *Efecto de la aplicación de compost sobre el rendimiento en asociación maíz caupí y sobre las propiedades del suelo en Pahuata subtrópico de La Paz*. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz, Bolivia.
- Cannon, Walter B. (1929). *Organization for Physiological Homeostasis*. Physiological Review, 9 pp. 399-431.
- Capra, Fritjot. (2018). *La Trama de la vida: Una nueva Perspectiva de los Sistemas Vivos*. Barcelona, España. Edit. Anagrama. Pp. 316.
- Castillo, Rubén. (2015). *La Paz Marka Omasuyos Suyu Cuyahuani Ayllu Yant`aña Uraquina Qullawanuna Askipxata Aka Pachpana Lurt`ata Kimsa Jaka Aqantayirita (Millk`i jupha ukata tarwi k`usa) Yant`awi*. [Evaluación de tres activadores biológicos locales (yogurt, chicha de tarwi y quinua), sobre la calidad del compost en la Estación Experimental Cuyahuani Provincia Omasuyos La Paz. Tesina de Grado en idioma aymara, Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Indígena Boliviana Aymara Tupak Katari. La Paz.
- Condarco, Ramiro (1987). *Simbiosis Interzonal - En La Teoría de la Complementariedad Vertical Eco-simbiótica*, HISBOL, Imprenta Papiro. La Paz-Bolivia. Pp. 7-28.
- Cortez, Julio. (1998). *Comportamiento Agronómico de cinco variedades de soya, con la aplicación de compost en la región de Pahuata Sud Yungas*. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía UMSA. La Paz, Bolivia.

- Chilon, Eduardo y Herve, D. (1993). *Relaciones entre el conocimiento aymara y las características edafológicas de suelos del altiplano central boliviano*. Publicado en Agricultural Knowledge Systems and the role of Extension Universidad Hohenheim, Stuttgart-Alemania.
- Chilon, Eduardo. (1996). *Manual de Edafología*. Ediciones CIDAT, Facultad de Agronomía UMSA, 1ª edición, Talleres Gráfico Hisbol, La Paz-Bolivia. Pp.292.
- Chilon, Eduardo. (1997). *Fertilidad de Suelos y Nutrición de Plantas*. Ediciones CIDAT, Facultad de Agronomía UMSA, 1ª edición, A Tiempo Impresiones, La Paz-Bolivia.pp.185.
- Chilon, Eduardo. (1996). *El Software y el Hardware de la Tecnología Andino-amazónica*. 1ª edición Talleres Gráficos Hisbol, Proyecto UNIR-UMSA, Facultad de Agronomía UMSA, La Paz-Bolivia. pp. 60.
- Chilon, Eduardo. (2009). *Tecnologías Ancestrales y reducción de riesgo del Cambio Climático*. 1ª edición Arte Imagen Impresores, Ministerio de Planificación del Desarrollo, PROMARENA, La Paz, Bolivia. Pp. 324.
- Chilon, Eduardo. (2010). *Compostaje altoandino, alimento al suelo vivo y cambio climático*. Artículo de investigación científica, publicado en CienciAgro Vol.2, No. 1(2010) 221-227, Junio 2010. www.ibepa.org.
- Chilon, Eduardo. (2011). *Compostaje altoandino, seguridad alimentaria y cambio climático*. Reporte de investigación publicado en CienciAgro Vol.2, No. 2(2011) 261-268, Julio 2011. www.ibepa.org.
- Chilon, Eduardo. (2013). *El Compost altoandino como sustento de la Fertilidad del suelo frente al cambio climático*. Reporte de investigación publicado en CienciAgro (2013) 2(4): 456-468, Agosto 2013. www.ibepa.org.
- Chilon, Eduardo. (2014). *Compost altoandino e interacción con harina de rocas y su efecto en las plantas y la fertilidad de suelos*. Reporte de investigación publicado en CienciAgro (2014) 3(1): 21-38, noviembre 2014. www.ibepa.org.
- Chilon, Eduardo y Chilon, Jhoselyne. (2015). *Compostaje altoandino, seguridad alimentaria, cambio climático y biorremediación de suelos*. Artículo de investigación científica, publicado en CienciAgro (2015) 1: 43-56, noviembre 2015. www.ibepa.org.
- Chilon, Eduardo y Chilon, Jhoselyne. (2015). *Potencialidades para la agricultura y la preservación del medio ambiente del abono orgánico líquido aeróbico AOLA*. Artículo de investigación científica, publicado en CienciAgro (2015) 1: 35-42, noviembre 2015. www.ibepa.org
- Chilon, Eduardo. (2016). *Conocimiento Occidental y no Occidental de los Suelos Agrícolas y Complejidad Plurinacional*. Publicado en Revista Apathapi 3(1):104-114, ISSN: 2519-9382. Carrera de Ingeniería Agronómica-UMSA. La Paz, Bolivia.
- Chilon Molina, Jhoselyne. (2014). *Determinación cromatográfica, de la actividad microbiana del compost altoandino CA-TB2g y de suelos contaminados con hidrocarburos*. Informe de investigación, BIORECSA, La Paz-Bolivia. Pp. 35.
- Döbereiner, Johanna. (1999). *Método para producción de inoculante para leguminosas*. Embrapa-CNPAB. Documento 97. Editor Embrapa Agrobiología, Brasil.
- Dürr, Hans-Peter. (2009). *Warum es um Ganze geht: Neus Denken für eine Welt im Umbruch*. [El por

- qué todo está en juego: Nuevo pensamiento para un mundo cambiante*. München Oekom. Pp. 189.
- Elbers, Jörg. (2013). *Ciencia Holística. Para el buen vivir: Una introducción*. Serie Transiciones. Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental CEDA. Quito, Ecuador.
- Epstein, E. (1972). *Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives*. John Wiley and Sons. New York.
- Estermann, Josef. (2006). *Filosofía Andina, sabiduría indígena para un mundo nuevo*. 2da. Edición, Instituto Superior Ecuaménico Andino de Teología. Central Gráfica srl. La Paz, Bolivia.
- Grain. (2008). *Cuidar el suelo*. (11) <http://www.grain.org/es/article/entries>
- Halden, R.; Tepp, S. et al. (1999). *Degradation of 3 phenoxybenzoic acid in soil by Pseudoalcaligenes POB310 (pPOB) and two Modified Pseudomonas Strains*. Applied and Environmental Microbiology 65:3354-3359.
- Hawking, Stephen. (1988). *Una breve historia del tiempo*. Edit. Batam Books. ISBN 0-553-80436-7.
- Hawking, Stephen. (1988). *Historia del Tiempo. Del Big Bang a los Agujeros Negros*. Newsgroup. Documento digitalizado por Ciencia.misc&chile.
- Irazo, Valeriano. (2006). *Justificación y perspectiva epistémica*. Revista de Filosofía. Vol. 31 Número 1: 21-36. Universidad de Valencia, España.
- Khun, Thomas. (1971). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. Fondo de Cultura Económica FCE, México.
- Lovelock, James. (1979). *Gaia: A New Look at Life on Earth*. Edit. Oxford University Press.
- Margulis, Lynn y Olendzenski, Lorraine. (1996). *Evolución ambiental, Efectos del origen y evolución de la vida sobre el planeta tierra*. 1º Edición, Alianza Editorial pp. 416.
- Margulis, Lynn. (2003). *Una revolución en la evolución*. Escritos Seleccionados”, 1º Edición Universidad de Valencia, Pp. 374.
- Martinez-Nieto, P. (2004). *Evaluación de un inóculo microbiano en un proceso de compostaje con Eichhornia crassipes y Eigeria densa, presentes en la laguna de Fúquene*. Informe final, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, Bogotá Colombia.
- Maturana, Humberto y Varela, Francisco. (1984). *El árbol del conocimiento: Las bases biológicas del entendimiento humano*. Universidad de Texas, Ed. OEA, Pp. 171.
- Medina, Javier. (1994). *Del alivio a la pobreza al desarrollo humano. Buscando la Bolivia del próximo milenio*. HISBOL, impreso en Talleres Gráficos Hisbol s.r.l., La Paz Bolivia. Pp. 253.
- Millar, C.E. (1955). *Soil Fertility*. John Wiley and Sons. New York.
- Noriega, Yumey. (2001). *Evaluación de las propiedades de un suelo chaqueado comparado con otros con incorporación de su biomasa compostada en el cultivo de maíz (Zea mays)*. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Carrera de Agronomía, Escuela Militar de Ingeniería E.M.I. La Paz, Bolivia.
- Ortuño, Noel, et al. (2009). *Desarrollo de Biofertilizantes en base a microorganismos rizosféricos nativos para una producción soberana en Bolivia*. Memoria V Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Oruro, Bolivia.

- Primavesi, Ana. (1982). *Manejo Ecológico de Suelos. La agricultura en regiones tropicales*. 5° Edición, Librería El Ateneo Editorial, Impreso en Argentina.
- Ramírez, Romer. (2012). *“Evaluación de dos tipos de material vegetal, con el uso de bioactivadores sobre la calidad del compost*. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Carrera de Agronomía, Universidad Católica Boliviana UAC Tiahuanaco. La Paz, Bolivia.
- Romero, Víctor. (2017). *Evaluación de las propiedades del compost elaborado en base al uso de activadores biológicos locales en los Yungas de La Paz*. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz, Bolivia
- Ruiz, Marcelo. (2012). *Evaluación agronómica del rendimiento de tomate, con la aplicación de compost y gallinaza en la comunidad Hinchupalla, provincia Loayza*. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Carrera de Agronomía, Universidad Católica Boliviana UAC Tiahuanaco. La Paz, Bolivia.
- Rusell, E. J.; Rusell, E. E. (1950). *Soil Condition and Plant Growth*. Eight Edition Longman, Green & C. London.
- Salm, Hans; Lorini, J. y Liberman, M. (s/f). *Evaluación Ecológica del cultivo de la coca en los Yungas de La Paz. Estudio de Impacto Ambiental*. Centro de Estudios Ecológicos y de Desarrollo (CEEDI), LIDEMA. La Paz, Bolivia.
- Sotomayor, Carmen. (2000). *Efecto del volumen de compost de pulpa de café en el desarrollo de plántulas, en vivero en la región de Sud Yungas*. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz, Bolivia.
- Tapia, Luis. (2014). *Epistemología Experimental*. CIDES-UMSA, Imprenta WA-GUI, La Paz, Bolivia.
- Tapia, Luis. (2002). *La producción del conocimiento local*. CIDES-UMSA Muela del Diablo. La Paz, Bolivia. Pp 282-325.
- Tisdale, S.L.; Nelson, W. L. (1970). *Fertilidad de Suelos y Fertilizantes*. Editorial Montaner y Simón, S.A., Barcelona España.
- Toro, Félix. (2014). *Efecto de cuatro tipos de activadores biológicos locales en la calidad de compost en la Comunidad de Corpa Municipio Tiahuanaco provincia Ingavi Departamento de La Paz*. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz, Bolivia.
- Torrez, Dulio. (2011). *El papel de los microorganismos en la biodegradación de compuestos tóxicos*. Facultad de Agronomía, Postgrado Ciencias del Suelo. Universidad Central de Venezuela, Maracay (Aragua), Venezuela.
- Waksman, Selman. (1952). *Humus Origin, Chemical composition, and Importance in Nature*. Baltimore, The Williams & Wilkins Company.
- Zapater, Juan Miguel. (1985). *Microbiología y Bioquímica Avanzada de Suelos*. Documento de Cátedra. Escuela de Post Grado Especialidad Suelos, Universidad Nacional Agraria “La Molina”. Lima, Perú.
- Zapata, Patricia. (1997). *Elaboración de diferentes tipos de compost utilizando pulpa de café como principal fuente de nutrientes para diversos cultivos en la zona de Caranavi*. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía UMSA. La Paz, Bolivia.