



Fuentes de origen, propósito y diferencias entre los conocimientos occidental y no occidental andino de la fertilidad de suelos

Sources of origin, purpose and differences between western and non-western Andean soil fertility knowledge

Eduardo Chilón Camacho

RESUMEN:

Ante el creciente deterioro actual de los suelos agrícolas, se hace necesaria la comparación y análisis *epistemológico experimental*, de los conocimientos, occidental y no occidental andino de la ciencia de la Fertilidad de Suelos, para deslindar sus fuentes de origen, sus propósitos, sus diferencias y ensayar alternativas de solución. El conocimiento occidental ligado al método positivista, y las perspectivas atomistas y mecanicistas, alteraron dramáticamente la mirada y el diálogo sobre el mundo natural; cambió su enfoque sobre los suelos agrícolas, convirtiéndolo en una máquina, a la que había que explotar hasta su agotamiento, alcanzando su máxima expresión con la "revolución verde" y la agroexportación. Por otro lado, el conocimiento no occidental andino de origen ancestral, que subyace en nuestros pueblos de origen milenario, a pesar de las evidencias históricas y científicas de su existencia y su alto grado de desarrollo, ha sido sistemáticamente degradada y atacada, por la mayoría de los cronistas y conquistadores que han impuesto su conocimiento a sangre y fuego, situación que se extiende hasta nuestros días, con los investigadores, afines al neoliberalismo occidental. Pero los graves retos que plantea la problemática mundial actual, nos obliga más que a confrontar estos conocimientos, a estudiar y generar un conocimiento sinérgico, que coadyuve en la recuperación y conservación de la fertilidad de los suelos agrícolas.

PALABRAS CLAVES:

Suelos agrícolas, epistemología de la ciencia del suelo, Fertilidad de suelos, agricultura ancestral andina, agricultura orgánica, agricultura de agroexportación

ABSTRACT:

In view of the current deterioration of agricultural soils, it is necessary to compare and experimental epistemological analysis of western and non-western Andean knowledge of Soil Fertility science, to differentiate its sources of origin, its purposes, its differences and try alternative solutions. The western knowledge linked to the positivist method, and the atomistic and mechanistic perspectives, dramatically altered the look and the dialogue about the natural world; it changed its focus on agricultural soils, turning it into a machine, which had to be exploited until its exhaustion, reaching its maximum expression with the "green revolution" and agroexportation. On the other hand, the non-western Andean knowledge of ancestral origin, which underlies our peoples of millennial origin, despite the historical and scientific evidence of their existence and their high degree of development, has been systematically degraded and attacked, both by chroniclers and conquerors who have imposed their knowledge in blood and fire, a situation that continues to this day, through various researchers, related to Western neoliberalism. But the serious challenges posed by the current global problem, forces us more than to confront this knowledge, to study and generate a synergistic knowledge, which contribute to the recovery and conservation of the fertility of agricultural soils.

KEY WORDS:

Agricultural soils, epistemology of soil science, Soil fertility, Andean ancestral agriculture, organic agriculture, agro-export agriculture

AUTOR:

Eduardo Chilón Camacho: Docente Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. Héroes del Acre N° 1850, La Paz Bolivia. eduardochilon@gmail.com El trabajo de investigación está basado en reportes de trabajos de investigación (2103-2016) y extractos de la Tesis Doctoral "El Paradigma Suelo Vivo" (2016) del investigador.

Recibido: 15/05/2018

Aprobado: 31/07/2018



INTRODUCCION

¿Cómo preservar y reponer la fertilidad y la capacidad productiva de los suelos agrícolas?, ¿Cuáles son las causas del deterioro de la fertilidad de los suelos?, ¿Sólo el conocimiento científico occidental, puede generar soluciones al problema de la baja fertilidad de los suelos?, ¿Existe un conocimiento no occidental andino de origen ancestral de recuperación de la fertilidad de los suelos? Ensayar una respuesta a esta

y otras interrogantes en el contexto actual de la globalización económica mundial, de los intereses del mercado de agroexportación, de los severos efectos del cambio climático 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. El análisis y confrontación epistemológica de la evolución de la ciencia occidental de la Fertilidad de los suelos¹, y del conocimiento no occidental andino que subyace en nuestras comunidades de origen milenario, ofrece la posibilidad de ensayar respuestas a las interrogantes propuestas.

Análisis epistemológico de las ciencias occidental y no occidental andina de la fertilidad de los suelos

El análisis *epistemológico experimental*², de los conocimientos de las ciencias occidental y no occidental andina de la fertilidad de los suelos, es importante para entender sobre 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.

Epistemología Experimental de la Ciencia Occidental de la Fertilidad de los Suelos Agrícolas

La línea del Tiempo-espacio de la Ciencia Occidental de la Fertilidad de los suelos, permite visualizar, en su origen dos acontecimientos contrapuestos, una “Historia Oficial”, y una “Historia no oficial”, que son importantes conocer y analizar para entender y deslindar los alcances y finalidad de los procesos que se dan en la actualidad y que son las bases del conocimiento occidental y del modelo económico hegemónico mundial.

La “Historia Oficial” de la Ciencia Occidental de la Fertilidad de Suelos

El análisis epistemológico de la “Historia Oficial” de la Ciencia Occidental de la Fertilidad de los suelos, desde tiempos prehistóricos hasta la actualidad,

permite acercarnos a la evolución y desarrollo de su estructura, tomando como base el aporte, trabajos y reflexiones de varios investigadores y científicos europocéntricos, tales como Tisdale, Nelson y Beaton, 1985; Rusell y Rusell, 1950; Epstein, 1972; Black, 1968; y Millar, 1955.

Origen de la Fertilidad de los Suelos

De acuerdo al enfoque europocéntrico, la Fertilidad de los suelos, se inició cuando el hombre prehistórico dejó de ser nómada y trashumante, y dejó de vivir sólo de la caza, la pesca y la recolección de granos y raíces; se volvió sedentario, y se organizó en asentamientos, comenzando a cultivar de una manera rudimentaria, dando lugar a la 1º Revolución de la Agricultura neolítica (6.000 a 3.000 años a.C.), y sus líderes y jefes comenzaron a hacer trabajar (explotar) a los más débiles.

En 2.800 a 2.600 a.C. en el antiguo imperio Persa en el territorio de lo que hoy es Iraq, se habló por primera vez de la Fertilidad de los suelos. En 2.500 a.C., en Mesopotamia, aparecieron las primeras escrituras mencionando a la fertilidad de los suelos, señalando que había suelos en lo que se podía obtener 86 veces más rendimiento que en otros.

En 2000 a.C., la civilización griega, menciona al humus como un material orgánico de color marrón oscuro, de consistencia pastosa, resultante de la descomposición de restos vegetales y animales que se encuentran en el suelo (Theophrastus 372-228 a.C.). En 900 a.C., Homero en su poema épico La Odisea, menciona al uso del estiércol como abono orgánico. En 500 a.C. Herodoto en sus viajes a Mesopotamia, da cuenta de los rendimientos extraordinarios que se obtenían en los suelos aluviales formados por el río Tigris, y a la rotación de cultivos, observando que

¹ La Fertilidad de Suelos, se define como una rama de la Ciencia de los suelos Agrícolas, que tiene por finalidad estudiar las características y propiedades del suelo, para diagnosticar su estado nutricional y establecer la dosis de nutrientes de reposición y preservación de su fertilidad, que permita una producción agrícola sostenible.

² 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.

después de sembrar en forma continua los mismos cultivos bajaban los rendimientos de las cosechas.

En 400 a.C. el Rey NEMOR de Babilonia, con un pedazo de cuarzo puro utilizado como lupa, observó partículas muy pequeñas del suelo, siendo considerado como el precursor del microscopio. En 372 a 287 a.C. Theophrastus recomendó el uso abundante de estiércol en los suelos que presentaban una capa vegetal fina y poco estiércol en suelos que tenían una capa vegetal gruesa. En 350 a.C. Plinio y Theophrastus, mencionaron al nitrato de potasio, como un producto útil para fertilizar los terrenos de cultivo. En 70 a 10 a.C. el poeta romano Virgilio menciona el uso de las leguminosas como abono verde, que benefician a los suelos.

En la Biblia, en el Antiguo testamento se menciona al jubileo y al descanso de la tierra agrícola por siete años para que recupere su fertilidad natural; en el nuevo testamento en el Libro de Lucas, se hace referencia a la metáfora de cultivar espigas en un campo fértil y en un campo pedregoso, cuyos buenos rendimientos se dan en suelos fértiles. Además se menciona el uso de la ceniza en el mejoramiento de los suelos.

En 100 años d.C. Columela escritor romano sobre asuntos agrícolas, refuta la teoría que la fertilidad de los suelos de color negro garantiza buenos rendimientos, indicando que muchos suelos de Libia eran de color claro y de gran fertilidad.

En los años posteriores destacan la cultura, ideas y prácticas agrícolas griegas que eran las más avanzadas, con la aparición del imperio romano estos se apropiaron de estos conocimientos, pero generaron muy pocos aportes en el campo agrícola.

Después de la caída del Imperio Romano, y luego de varios años en 1240 d.C., el Senador romano Petrus Crescentius, realiza una recopilación de toda la literatura agrícola existente hasta ese momento, en su libro *Opus Ruralium Commodorum*, señalando el incremento de las cosechas con el uso del estiércol como abono.

A continuación, se detallan los **hitos históricos** más importantes, de la “Historia oficial” de la fertilidad de los suelos.

La búsqueda del Principio de la Vegetación (1630 – 1750)

En tiempos antiguos, muchos pensadores se plantearon las siguientes preguntas: ¿Cómo se alimentaban las plantas? ¿Cómo se formaba su biomasa vegetal? ¿Cómo era posible que una diminuta semilla de pino después de 20 años se convirtiera en un gran árbol con tronco, corteza, ramas y hojas?

Palissy (1563), fue el primero en manifestar que la “descomposición o pudrición” es la madre de la vegetación.

Francis Bacon (1621), por su parte señaló que “el agua es el principal alimento de las plantas”. En su obra *Scientia Universalis* escribió que “... *el arte y la tecnología son la contribución humana a la naturaleza...*”, justificando su credo que “... *el conocimiento científico es el poder tecnológico sobre la naturaleza...*” y contra ella todo está permitido. En su libro “El nacimiento masculino del tiempo” escribió “*Yo sinceramente he venido para someter a la naturaleza y a sus hijos, para esclavizarla y que me sirva*”, de acuerdo a Bacon, la naturaleza tiene que recibir órdenes del hombre y trabajar bajo su autoridad.

Van Helmonth (1577), físico y químico belga, realizó una rigurosa investigación, evaluando la formación de biomasa vegetal de una estaca de sauce de 5 libras, cultivándola en una maceta con 200 libras de suelo, regándolo con agua de lluvia. Luego de cinco años la estaca de sauce se convirtió en un árbol y determinó el peso del tronco, ramas y hojas obteniendo un peso de 169 libras, también pesó el suelo que arrojó 200 libras menos 2 onzas. Por diferencia determinó la formación 164 libras de biomasa vegetal, atribuyendo esta biomasa estrictamente al agua y que las plantas “no comen suelo”. A pesar de la magistral

investigación y los resultados logrados, no pudo “visualizar” y verificar su conclusión más importante.

Robert Boyle (1661), químico inglés que trabajó en la ley de los gases, repitió la experiencia de Van Helmonth con cucurbitáceas, obteniendo las mismas conclusiones, incluyó el análisis de plantas, concluyendo que las plantas contenían sales, tierra y aceites, todos los cuales habrían sido hechos a partir del agua.

Glauber (1656), químico alemán lanzó su hipótesis, que una sustancia de salitre (nitrato de potasio) a la que denominó nitro era el “principio de la vegetación” y no el agua. Jhon Mayow (1674), apoyó la teoría de Glauber, calculado cuanto de salitre presentaba el suelo en las diferentes estaciones del año. Kulbel (1741), señaló que el principio de la vegetación era una sustancia presente en el suelo a la que denominó “Magma Unguinosum”.

Jhon Woodwar (1699), estudioso inglés, ciento veinte años después de la experimentación de Van Helmonth, produjo el trabajo de investigación más perfecto de la época, ensayando plantas de menta, en macetas con tratamientos de agua de lluvia, agua de río, aguas servidas provenientes del Hyde Park de Londres, y aguas servidas mezcladas con materia orgánica descompuesta, verificando la equivocación de Van Helmonth. La conclusión de Woodward fue que “... a mayor cantidad de impurezas orgánicas mayor rendimiento en materia seca por las plantas”.

Boerhaave (1767), estudioso químico, señaló que las plantas tenían la capacidad de absorber la sustancia denominada “quilo” presente en el suelo. Por su parte Jetro Tull (1731), manifestó que las plantas pueden absorber todo lo que hay en el suelo, y que tienen un sustancia en su interior denominada “Proper pabulum”; además que las plantas podían tomar partículas diminutas del suelo, solo le faltó saber si el “Nitro, agua, aire, fuego, tierra” eran responsables del crecimiento de las plantas.

La búsqueda de los Nutrientes de las Plantas. El Período Flogístico (1750– 1800)

Francis Home (1757), médico y naturalista inglés, estableció que no había “un principio” sino varios para el crecimiento de las plantas, entre los que incluyó el aire, agua, tierra, sales, aceite y fuego. Además sostuvo que “Los suelos fértiles contienen un aceite alimenticio para plantas”.

Wallerius (1761), Dundonal (1785) y Kirwan (1790), manifestaron que la química es la ciencia más importante, porque proporciona los fundamentos a la agricultura. Joseph Black (1754) hizo un gran aporte, al descubrir el CO₂.

Joseph Priestley (1775), realizó un importante experimento, sobre la contaminación de la atmósfera y descubrió el rol del O₂ en las plantas, pero a pesar de ser evidente en sus experimentos, no pudo establecer la necesidad y rol de la luz en el crecimiento de las plantas. Jean Ingenhousz (1779), físico holandés demostró que la purificación del aire, era posible en presencia de las plantas y la luz. Jean Senebier (1782), filósofo suizo e historiador, demostró que el incremento del peso de materia seca del experimento de Van Helmonth se debía al aire, apoyó la necesidad de luz, y estudio el efecto inverso del aire sobre la planta.

El Periodo Moderno: Fundamentos de la Fisiología Vegetal (1800 – 1830)

Theodore De Saussure (1804), visibilizó y comprobó el rol de la luz, y del CO₂ en el crecimiento de las plantas que no pudo establecer Priestley, explicó y desarrolló el proceso de la fotosíntesis en las plantas, por esta razón es llamado el “Padre de la Fisiología vegetal”.

Fundación de la Ciencia Agrícola (1830 – 1865)

Jean Baptiste Boussingault (1834), químico francés implementó el registro agrícola para hacer seguimiento al crecimiento de la planta porque lo que se le denominó el padre de los experimentos de campo; además comprobó la importancia de la rotación de cultivos, en la recuperación de la fertilidad de los suelos.

Justus Von Liebig³ (1840), químico alemán en su tratado de química agrícola, enunció la **Ley del Mínimo** estableciendo que "... por la deficiencia de un nutriente químico necesario, estando todos los demás presente, el suelo es infértil para todos los cultivos en los cuales este nutriente químico ausente es indispensable...". Elabora, fabrica y patenta un fertilizante químico artificial, que no dio los resultados que él esperaba.

Way (1850), sostiene que las plantas tienen la capacidad de tomar todo lo malo o bueno que está presente en los suelos. Lawes y Gilbert (1855), trabajando con plantas no leguminosas, verifican que requieren dosis de Nitrógeno, señalando que los fertilizantes químicos son el único medio para mantener e incrementar la fertilidad del suelo, además hacen notar que el "fertilizante patentado de Liebig" era incompleto porque no incluía compuestos nitrogenados.

Lawes, Gilbert y Puch (1861), demuestran las diferencias entre plantas leguminosas y no leguminosas, verificando sus respuestas diferentes frente a la aplicación de fertilizantes químicos.

Fundación de la Ciencia Agrícola - 2° Periodo (1865 – 1880)

George Ville (1867), Agrónomo francés realizó estudios sobre los fertilizantes químicos y sobre la absorción del nitrógeno del aire por las plantas.

Lachmann (1858), estudió los nódulos de las leguminosas, denominando "Vibrio nemartige" al microorganismo fijador del nitrógeno, en su búsqueda de formas de obtener nitratos. Atwater (1881), demostró que las arvejas y otras leguminosas tenían la capacidad de tomar grandes cantidades de nitrógeno del aire.

Comienzos de la Bacteriología del Suelo (1877-1890)

Varios investigadores determinaron que los vegetales y animales se descomponen por acción de los microorganismos y forman nitratos, que son importantes para la nutrición de las plantas, y que estos nitratos son el resultado del trabajo de numerosos microorganismos; los científicos orientaron su trabajo a la identificación y reproducción de estos organismos y a inducirlos para que produzcan nitratos.

Schloesing y Muntz (1877), investigadores alemanes llevando a cabo estudios de purificación de aguas servidas en una columna de arena y caliza, verificaron y demostraron la formación de fermentos organizados y de nitratos, gracias a la actividad de ciertos microorganismos.

Warington (1878), determinó que el proceso de transformación microbial de las aguas servidas en fermentos organizados, ocurre en dos etapas, en la 1° el NH_3 (Amoniaco) es convertido en NO_2 (Nitrito), y en la 2° etapa el NO_2 (Nitrito) es transformado en NO_3 (Nitrato).

Winograsky (1890), fue el investigador que aisló a los microorganismos (bacterias) que intervienen en cada una de las etapas de transformación de las aguas servidas en fermentos organizados, estableciendo que en la primera etapa intervienen las bacterias Nitrosomonas, y en la segunda, la bacteria Nitrobacter.

Helriegel y Wilfart (1880), realizaron experimentos de fertilización química en leguminosas, observando que no requerían de estos insumos, y que por el contrario el fertilizante afectaba a este tipo de plantas. Laurent (1886), demostró que el peso del nitrógeno absorbido del aire era aproximadamente igual al ganado por la planta y el suelo. Beijerinck (1888),

³ El Barón Justus Von Liebig, famoso químico alemán y padre de los agroquímicos, en 1840 publicó su tratado de química aplicada a la agricultura y a la fisiología vegetal, señalando que todo lo que necesitaban las plantas para crecer y desarrollarse se encuentra en las sales químicas obtenidas en el laboratorio y en las cenizas.

Las Empresas transnacionales de agroquímicos encontraron la justificación científica y técnica que para impulsar su negocio de agroquímicos a gran escala.

aisló al microorganismo (bacteria) fijador de nitrógeno, denominándolo *Bacillus radicícola* (ahora llamado *Rhizobium*).

Afianzamiento del Conocimiento Moderno y el Retorno a los Estudios de Campo (1890-1941)

Destacan los siguientes investigadores. Dokuchaiev (1883), llamado el Padre de la Edafología, señaló que las características del suelo dependen de la roca madre, del clima, la vegetación y otros factores. Van Benmelen (1940), verifica que el suelo, tiene propiedades coloidales que guardan relación con el contenido de la materia orgánica.

Melvin Calvin (1940) definió claramente el papel de la fotosíntesis en el crecimiento de las plantas, describiendo las dos etapas, una en presencia de la luz y la otra etapa en su ausencia. Con el C^{14} , detectó la secuencia de las reacciones químicas de transformación del CO_2 y agua en oxígeno y las sustancias que se formaban en cada etapa, con la glucosa como producto final. La secuencia de reacciones se denominó Ciclo de Calvin. Por su investigación en 1961 le concedieron el Premio Nobel de Química.

Whitney y Cameron (1941) señalaron la importancia de la solución suelo, conformada por el agua que tiene en su seno disueltos sustancias minerales, sales y gases.

Surgimiento y desarrollo de la “revolución verde” (1945-2017)

Comenzó a gestarse al término de la primera Guerra mundial, y se expandió globalmente durante la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), la “revolución verde” con el apoyo de la “ciencia occidental” conformó un paquete de tecnologías modernas, que incluían fertilizantes químicos, plaguicidas, herbicidas, semillas híbridas, maquinaria pesada, riego sofisticado. El uso de este paquete tecnológico en la agricultura, se constituyó en una condición necesaria para el crecimiento agrícola occidental y para su industrialización.

Corolario de la “Historia Oficial” de la fertilidad de los suelos

“La Historia oficial occidental de la fertilidad de los suelos consigna que los esfuerzos de los investigadores occidentales por lograr fertilizantes químicos de nitratos y otros elementos de alta eficiencia, tenían y tienen como finalidad producir más alimentos - es decir – salvar a la humanidad del hambre y la pobreza”.

La “Historia no Oficial” de la Fertilidad de los Suelos

La “otra historia” de la Fertilidad de los suelos, toma en cuenta los hallazgos y aportes de aquellos investigadores contestatarios al estamento oficial, sobre todo el aporte de investigadores que trabajan en la temática de la agricultura orgánica, la ecología ambiental, la agroecología, la tecnología ancestral andina, la agricultura orgánica y la agricultura biodinámica (Rivera, 1992; Rengifo, 1990; Grillo, 1990; Altieri, 1996; Condarco, 1970; Chilon, 1997; Valladolid, 1994; Medina, 1995; Morales, 1986; Zapater, 1986, Ceccon, 2008 y otros).

La “Otra Historia”, toma como punto de partida, la versión de la historia occidental oficial, que señala que en los años 1820 a 1860, se dio comienzo a la Bacteriología del Suelo; se conoce que los vegetales y animales descompuestos forman nitratos, y sus depósitos constituyeron las fuentes de fabricación de la pólvora, requeridas por las guerras europeas de los SXVII y XVIII. El esfuerzo de los investigadores se orientaba a buscar fuentes de nitratos económicas. A partir de los trabajos de Lachmann (1858), los científicos comenzaron a buscar el secreto de cómo las plantas leguminosas obtienen su nitrato del nitrógeno gaseoso del aire.

En 1840, el Barón Justus Von Liebig, famoso químico alemán y padre de los Agroquímicos, publicó en su tratado de química aplicada a la agricultura y a la fisiología vegetal, que todo lo que necesitaban las plantas para crecer y desarrollarse se encontraba en las sales químicas obtenidas en el laboratorio y en las

cenizas, contradiciendo siglos de práctica agrícola orgánica y sentando las bases para la producción de fertilizantes químicos, cuyo uso irracional en la actualidad están contaminando en forma alarmante al planeta.

En 1870 Inglaterra y Alemania, luchaban por la hegemonía en el mundo, en un contexto en que el poder tenía relación directa con la tenencia de la mayor cantidad de nitrato o “pólvora”. En 1877, Schloensig y Muntz, investigadores alemanes con gran trabajo y mediante una investigación de descomposición microbial de la materia orgánica, obtienen nitrato, y Alemania comienza a estoquearse de “Pólvora”.

Inglaterra se inquieta y se preocupa, recurriendo a los yacimientos de Salitre (NO_3Na) del Litoral Boliviano, y para facilitar su saqueo, “induce y ayuda” a Chile en la guerra del Pacífico 1879, con trágicas consecuencias para Bolivia y Perú. Con este salitre (nitrato-pólvora) saqueado de Bolivia, Inglaterra se convierte en la primera potencia del mundo⁴.

Alemania toma sus previsiones, y desde el año 1900 busca acortar la ventaja, investigando y trabajando con fines guerreros. El año 1913 mediante sus investigadores Haber y Bosch descubre la obtención de amonio a partir del nitrógeno gaseoso del aire. El investigador alemán Fritz Haber (1868-1934), descubre el proceso de síntesis del Amoniaco, y Carl Bosch (1874-1940), adapta el método a la forma comercial de obtención de nitratos. Con este descubrimiento Alemania potencia su capacidad bélica.

Frente a esta creciente corriente bélica que se desarrollaba en Alemania, Julius Hensel (1894),

químico agrícola Silesiano previendo las consecuencias futuras publica su libro “Panes de Piedra”, justificando científicamente el abonamiento natural de los campos agrícolas con polvo de rocas naturales y abonos orgánicos. Sin embargo, ya la producción industrial alemana de fertilizantes químicos estaba en marcha, y como Hensel se constituía en un peligro para el gran negocio de las transnacionales, las autoridades alemanas se encargaron de comprar y destruir cuanta copia se publicaba del libro, hasta desaparecerlo, y Julius Hensel fue perseguido sin tregua, evitando que sus conocimientos lleguen a los agricultores e investigadores del mundo entero⁵.

En 1914 estalla la Primera Guerra Mundial, enfrentando a Inglaterra y sus aliados contra Alemania. El año 1919, llega a su fin la primera guerra mundial, Alemania es derrotada por Inglaterra y sus aliados, quienes como botín de guerra se apropian del invento de Haber y Bosch. Desde 1920, los aliados utilizan este invento para producir grandes cantidades de fertilizantes químicos nitrogenados, y por la abundancia de petróleo (oíl) la producción de NO_3 resulta bastante económica. Hay una sobreproducción de nitratos químicos.

El año 1921 aparece el libro de Rusell, que desarrolla la importancia del nitrato artificial, como fertilizante químico para los cultivos, e induce a los agricultores al uso y aplicación de los nitratos químicos a los campos de cultivo. Los fabricantes encuentran la oportunidad de endilgar estos químicos a los suelos agrícolas, obteniendo grandes ganancias.

De los años 1922 a 1934 (más de una década) se aplica intensiva e indiscriminadamente fertilizantes químicos a los suelos agrícolas en Europa y Estados

⁴ Detalles de la manipulación inglesa a favor de Chile, se desarrolla en “Guano maldito: Orígenes de la Guerra del Pacífico Chile-Bolivia-Perú” del escritor boliviano Joaquín Aguirre Lavayén (1921).

⁵ Julius Hensel, enfrentó personalmente el conocimiento de Justus Von Liebig y por ello, en 1870 fue perseguido y difamado por muchos profesores de Agronomía y por el Estado Alemán. Su libro “Panes de piedra”, fue retirado de las librerías y destruido por los intereses de las transnacionales agrupadas en el I.G. Farben

(Bayer, Basf y Hoeschst), sus escritos fueron escondidos por más de 100 años. A pesar de su rivalidad, Liebig (1873), en su epitafio pidió perdón por los efectos venideros de los fertilizantes químicos (también a Hensel) escribiendo “... He pecado contra la sabiduría del Creador, y con razón he sido castigado. Sólo quería mejorar su trabajo...”. El arrepentimiento de Liebig, fue estampado en la Enciclopedia Británica (edición 1899) pero retirado de las ediciones siguientes.

Unidos, al inicio se obtienen rendimientos agrícolas espectaculares, pero luego estos bajan drásticamente, por el efecto y deterioro que provocan los fertilizantes químicos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, con la consiguiente destrucción de los agregados y poros del suelo, así como el aniquilamiento de los microorganismos del suelo, por la salinización⁶, que provoca el uso irracional de los fertilizantes químicos.

Entre los años 1935 a 1939, se presenta la gran depresión económica, con el colapso de la economía mundial, una de sus causas y tal vez la más importante fue la degradación de las tierras agrícolas, por el uso indiscriminado de los fertilizantes químicos. Sin embargo, al mismo tiempo que pasaba y se superaba la crisis económica, los fabricantes de los “Fertilizantes químicos-pólvora” no permanecieron cruzados de brazos, por el contrario, ya estaban gestaban e impulsando otra “guerrita” para colocar y vender sus grandes stocks de fertilizantes químicos.

En 1939 estalla la Segunda Guerra Mundial, y a la “pólvora-fertilizantes químicos” de suma otros elementos, la aparición de los tóxicos o “Pesticidas” y la energía atómica. Los “Pesticidas” (DDT, Folidol, agente naranja, aldrín, tamarón, Karate, etc.), no son lo que pinta la propaganda, porque no fueron creados para proteger a la planta de las plagas y darle fortaleza, sino para matar a los enemigos, es decir a los soldados. El año 1945 culmina la Segunda Guerra Mundial, Alemania nuevamente es derrotada por los aliados, encabezados por Inglaterra y los Estados Unidos.

Con los excedentes y la enorme acumulación de insumos y materiales de innovación tecnológica militar, que al término de la guerra no tuvo un mercado inmediato, fueron derivados a la agricultura,

como una “revolución verde” reforzada con fertilizantes químicos, plaguicidas, herbicidas, semillas híbridas, y maquinaria pesada entre otros componentes, que se expandió globalmente. La “revolución verde” y sus venenos pasaron de matar al ser humano, a matar al suelo agrícola.

Entre 1948 y 1970, se acentúa la crisis energética por lo tanto los costos de producción de los fertilizantes químicos aumentan considerablemente. En la década de los años 80 y 90, ocurren varias guerras por el petróleo (energía), lo que obliga a algunos investigadores a retomar nuevamente la investigación sobre los microorganismos benéficos, principalmente de los fijadores del nitrógeno gaseoso atmosférico al suelo.

El año 2003, se desata la guerra del golfo, con la ocupación de Irak y Afganistán por los Estados Unidos y sus aliados, entre otras razones porque los países capitalistas necesitaban urgentemente proveerse de petróleo, para darle vida a su sistema y seguir produciendo fertilizantes químicos. Boaventura de Sousa (2016) señala que, para el dominio global de Estados Unidos, es crucial mantener el control de las reservas de petróleo del mundo, por esta razón Irak fue invadido y Libia arrasado, alertando que también otros países lo serán paulatinamente.

En el presente Siglo, a pesar que el hombre vive en la era de la informática, contando con una avanzada tecnología, y próximo a viajar a Marte, Para vergüenza de los científicos de la Nanoinfobiotecnología, hasta el año 2018, no se han podido desentrañar el misterio de como un “miserable y diminuto microorganismo llamado rhizobium” es capaz de fijar el nitrógeno gaseoso de la atmósfera

⁶ Los fertilizantes químicos tales como la urea, son en esencia sales químicas que aplicados al suelos, se disuelven con el agua, provocando como efecto inmediato el incremento de la Conductividad eléctrica del suelo, que a su vez provoca el aumento de la presión osmótica, y gradualmente genera el efecto de Plasmólisis, que afecta a las células de la raíz de las plantas y aniquila a los microorganismos benéficos del suelo. Esto explica porque durante los primeros años, los fertilizantes químicos permiten obtener rendimientos agrícolas espectaculares, pero

luego se presenta una drástica disminución y para contrarrestar las mermas se tiene que aplicar mayores dosis de fertilizantes, como resultado en pocos años, los rendimientos descienden drásticamente por el aniquilamiento de los microorganismo y la “muerte del suelo vivo”, lo que obliga a abandonar el campo y buscar nuevas tierras para continuar con este círculo pernicioso (Chilon, Ed. 1997; 2014).

transformándolo en nitratos naturales, que son aprovechados por las plantas.

Se ha demostrado que el nitrógeno químico artificial (pólvora), y los otros fertilizantes químicos, no sirve para alimentar al mundo, sino para la guerra. Los fertilizantes químicos no lo producen los llamados países en vías de desarrollo, sino que son un gran negocio para las “transnacionales capitalistas de la guerra”; todos los agroquímicos que los países pobres utilizan y que son obtenidos de los países desarrollados, sólo están dejando una secuela de destrucción de los suelos agrícolas, contaminación del agua y daños al ambiente y a la salud humana. A lo que se suman los efectos negativos de los insecticidas y fungicidas de la “revolución verde”, de amplio uso en la agricultura convencional.

Corolario de la “Historia No Oficial” de la Fertilidad de los suelos

“La Historia no oficial de la Ciencia moderna de la Fertilidad de los Suelos Agrícolas, establece que los esfuerzos de algunos investigadores en el mundo, por obtener fertilizantes químicos (Nitratos y otros elementos) de alta eficiencia y “pesticidas” y herbicidas, no tenían ni tienen como finalidad producir más alimentos, sino por el contrario capitalizarse y enriquecerse más con la industria de la guerra”.

Epistemología Experimental de la Ciencia No Occidental Andina de la Fertilidad de los Suelos

El conocimiento no occidental, de la Ciencia Andina de la Fertilidad de los Suelos, subyace en los pueblos

y comunidades originarias de Latinoamérica, Mesoamérica y de la región andina. Para los pueblos andinos de origen milenario el suelo agrícola, es un ente que tiene vida⁷, es la madre y es sagrada, alimenta, reproduce, crea y posibilita la reproducción de la vida; por lo tanto el suelo al ser un “sistema vivo”, y su fertilidad un atributo atingente a todos los seres vivos, requiere de alimento y cuidado, para garantizar la continuidad de la vida.

La historia de los Andes ha seguido su propio curso, en forma independiente del resto del mundo y con una notable originalidad, ¿Qué es lo que produjo el cambio que permitió que la sociedad andina pasara al estadio de civilización⁸?, la idea tradicional aceptada por mucho tiempo, ha sido que al producirse el cambio de la vida nómada a la sedentaria, se comenzó a practicar la *agricultura* y eso condujo al nacimiento del fenómeno estatal y con él a las sociedades complejas andinas⁹.

La *epistemología experimental* de la ciencia ancestral andina, distingue un *Software* y un *Hardware* que son el soporte cognitivo, de la Ciencia Ancestral Andina de la Fertilidad de los suelos agrícolas.

El Software del Conocimiento Andino de la Fertilidad del Suelo

Está constituido por el *Modelo epistemológico ancestral*, y forma parte del pensamiento ancestral que está regido por una visión holística, donde todo en el universo tiene vida, por lo tanto, el espacio y el suelo son considerados como sistemas vivos e inteligentes, en contraposición a los postulados que rigen el pensamiento occidental que considera al

establecidas y con un nivel cultural ya desarrollado; por lo tanto la civilización constituiría un grado superior de cultura.

⁷ Coincidentemente con el pensamiento ancestral andino, en la actualidad una nueva Edafología Sinérgica, a diferencia de la Edafología tradicional, está comenzando a conceptuar al suelo como un “ente vivo”, por el hecho que en un gramo de suelo agrícola están presentes de 50 a 200 millones de microorganismos. Chilon (2016) sustenta y fundamenta el suelo como ente vivo, en el estudio sobre el Paradigma “Suelo Vivo”.

⁸ Respecto a los términos Cultura y Civilización, Bonavia (2003) señala que la Cultura, es el conjunto de conocimientos que el hombre recibe por transmisión de generación en generación y se la traspassa a sus descendientes. La Civilización, se refiere a una comunidad organizada que tiene su vida controlada por normas

⁹ El punto común de la civilización andina con otras civilizaciones del mundo es la práctica de la agricultura, pero dentro de esta fundamentalmente el respeto y cuidado del suelo, porque se entendió que su fertilidad y capacidad productiva depende del hombre, estableciéndose que la vida humana dependía de la vida del suelo, y también de la dotación de agua. Si el suelo muere, también muere y desaparece la civilización humana, como ejemplos se tiene a Caral y Tiwanaku en Sudamérica y el Imperio Faraónico de Egipto en el África.

espacio y al suelo como algo solamente material (Condarco, 1971 y Chilon, 1996).

El software andino–amazónico está reflejado en el “Pensamiento Seminal”, que se traduce en que “todo tiene su madre”, por ello para el hombre andino–amazónico, los fenómenos naturales aparecen, se desarrollan y desaparecen cuánticamente y no de acuerdo a las leyes inmutables de Newton (Medina, 1995). Por ejemplo, en su cosmovisión, los *Kallawayas*¹⁰ dentro de sus divinidades más importantes, consideran a *Tutajanawin* como la energía que sustenta al universo y da la vida a los seres, siendo la personificación de la realidad cósmica, que se traduce en la fusión de lo que existe y no existe. (Oblitas, 1978)

El Software ancestral andino de la fertilidad de los suelos, se construyó en base a la lectura profunda de los signos de la naturaleza y del universo, a través de una lectura semiótica, y que está presente en el “Ritual de la producción”. El desarrollo de este Software le permitió al hombre andino–amazónico: **acumular** conocimiento, **sistematizar** información, **recordar** experiencias, **valorizar** saberes, **respetar** la naturaleza, **integrar** el todo, **enseñar** a todos, **aprender** de todos y **reproducir** con todos, el conocimiento, la información y las habilidades técnicas, que finalmente derivó en una verdadera planificación andino–amazónica y en una estrategia agraria.

La agricultura andina y amazónica siempre estuvo condicionada por el problema del riesgo agroclimático, se desarrolló en un espacio geográfico contrastante, caracterizado por su diversidad agroecológica, heterogeneidad de paisajes, con la alternancia de años secos y muy húmedos, con la ocurrencia de heladas, granizadas, plagas, enfermedades, en las tierras altas, e inundaciones y sequías en las tierras bajas. La Cibernética¹¹ les facilitó la construcción de un modelo de respuesta a los retos del riesgo climático, que incluyen múltiples y variados sistemas tecnológicos

El Hardware del Conocimiento Andino de la Fertilidad de Suelos

Hace referencia a las estructuras físicas, y están expresadas en las infraestructuras materiales, tales como los *sukakollus*, *taqanas*, *q’ochas* o *q’otas*, *tarazukas*, *q’otañas*, campos elevados, canales de riego drenaje y también a los abonos orgánicos y los abonos naturales, que funcionan exteriorizando tres principios básicos: la regulación térmica, la humedad relativa y la turbulencia y el flujo continuo de agua y nutrientes del suelo.

La Hardware Ancestral está constituida por un conjunto de alternativas tecnologías, desarrolladas para conservar la fertilidad de los suelos y enfrentar los retos del riesgo del cambio climático. En tabla 1, se detalla estas tecnologías ancestrales andinas.

¹⁰ Los Kallawayas, son un pueblo ancestral andino conformado por personas muy doctas en medicina, astrología y magia, en la actualidad sus descendientes están dispersos en las comunidades de Curva, K’anlaya, Chajaya, Chari, Chacarapi y C’ata, del municipio de Charazani, Provincia Bautista Saavedra, Departamento de La Paz, Bolivia. Guamán Poma de Ayala cronista andino, señala que cuando los Incas conquistaron el Qollasuyo,

llevaron a los Kallawayas al Cuzco para que se encargaran de la atención médica de la nobleza, y les concedieron un trato especial y privilegios; al ocurrir la conquista española huyeron y retornaron a Charazani, su lugar de origen.

¹¹ La Cibernética es la ciencia que se ocupa del manejo y control de los sistemas probabilísticos complejos.

Tabla 1: Tecnologías Ancestrales de Conservación de la Fertilidad del Suelo y Reducción de los Riesgos del Cambio Climático

TIERRAS ALTAS Y TIERRAS SEMIARIDAS			TIERRAS BAJAS	
Altiplano norte/central/sur, valles inter andinos, Valles secos, y valles mesotérmicos; llanura chaqueña			Llanura tropical amazónica, Moxos, Cuenca baja ríos Yapacaní, Beni, Sub-trópico húmedo, región de los Yungas.	
Largo período seco	Período lluvias	Período Seco	Inundaciones temporales Lagunas	
CIVILIZACION CONTRARRESTAR LA ESCASEZ DE AGUA	HIDRAULICA PARA	CIVILIZACION CONTRARRESTAR EL EXCESO DE AGUA	HIDRAULICA PARA	
a) Cosecha de aguas 1. Q’otañas (reservorios) 2. Zanjas de infiltración 3. Forestación y reforestación, conservación y reproducción de bosques 4. Sistemas agrosilvopastoriles 5. Técnicas agrostológicas y de control del pastoreo 6. Manejo de suelos 7. Control de cuencas y microcuencas			a) Sistema hidráulico de lomas y terraplenes amazónicos b) Sistema de drenaje a gran escala c) Lagunas artificiales d) Islas artificiales e) Canales y diques f) Manejo adecuado de bosques g) Asentamientos en partes altas	
b) Sistemas Complejos andinos 8. Terrazas agrícolas, <i>taqanas</i> y <i>chullpa tirquis</i> 9. <i>Sukakollus</i> camellones 10. <i>Tarasukas</i> 11. Campos hundidos 12. Q’ochas y q’otas			h) Clasificación amazónica de suelos	
c)Riego ancestral				
d) Indicadores y pronósticos climáticos				
e)Clasificación ancestral de suelos				
Técnicas agronómicas: <i>aynuqa</i> , <i>qapana</i> , <i>milli</i> , <i>lameo</i> , corrales itinerantes, surcos en curvas a nivel, rotación y asociación de cultivos, labranzas adecuadas, herramientas conservacionistas <i>chakitacla</i> , <i>huiso</i> , enmiendas y correctores del suelo.				
<i>Abonamiento orgánico</i> del suelo con compost, bocashi, estiércol fermentado, abono verde, harina de rocas y minerales naturales, abonos líquidos, uso del <i>mulch</i> , y otras				
Manejo de la biodiversidad y la complejidad: diversificación de las actividades productivas, deshidratación de alimentos, almacenamiento y conservación de alimentos, uso de arcilla y minerales naturales como alimentos, domesticación y mejoramiento de fauna y flora.				
Otras tecnologías: Instrumentos de nivelación prehispánicos, cuencos en piedra para espejos de agua utilizados en observaciones astronómicas.				

Fuente: Chilon (2016) en base a información del mismo autor (1997, 2002, 2009).

Evidencias de la existencia de un Conocimiento Ancestral Andino de Fertilidad de Suelos

Existen numerosas evidencias históricas y arqueológicas que dan fe, del conocimiento ancestral andino de conservación de la fertilidad de suelos, y de las técnicas especiales de elaboración y manejo de diversos abonos orgánicos, utilizados en la

recuperación y preservación de la fertilidad de los suelos.

El conocimiento del abonamiento orgánico del suelo y del riego artificial, hicieron posible, la convivencia humana andina y el crecimiento de grandes pueblos en base a la agricultura; además la demanda de una gran capacidad técnica de arquitectura y agronomía, estimuló el espíritu de inventiva, y exigió trabajos

exactos de agrimensura y con ello se impulsó las ciencias matemáticas, la observación astronómica de las estrellas, y el uso de los bioindicadores agroclimáticos.

El cronista español Cieza de León (1550), pocos años después de la invasión de 1532, describió el manejo de la fertilidad de los suelos en la región de Chilca (Perú), observando la técnica ancestral de chacras hundidas, presentes en la zona costera;

“... Deste valle de Pachacama. Donde estaba el templo ya dicho, se va hasta llegar al de Chilca, donde se ve una cosa que es de notar por ser muy extraña, y es, que ni en el cielo se ve caer agua ni por él pasa río ni arroyo, y está lo más del valle lleno de sementeras de maíz y otras raíces y árboles de frutas. Es cosa notable de oír lo que en este valle se hace, que, para que tenga la humedad necesaria, los indios hacen unas hoyas anchas y muy ondas, en las cuales siembran y ponen lo que tengo dicho; y con el rocío y la humedad es Dios servido que se crie, pero el maíz por ninguna forma ni vía podría nacer ni fortificarse el grano, si con cada uno no hechasen una o dos cabezas de sardinas de las que toman con sus redes en el mar; y así, al sembrar, las ponen y juntan con el maíz en el propio hoyo que hacen para echar los granos, y desta manera nace y se da en abundancia”.

Esta información da a conocer que las “Chacras hundidas”, estaban en uso a principios del siglo XVI, y que sus suelos se abonaban con pequeños pescados locales, y seguramente también otros abonos orgánicos, que no visualizó el Cronista Cieza de León, con lo que garantizaban una buena producción de maíz, tubérculos y frutas. Para otros investigadores la agricultura andina de “chacras hundidas” estuvo asociada a la solución de una serie de problemas, como la formación de costras de sal en la superficie de los campos cultivados, la conservación de la fertilidad de los suelos y la variación del nivel de la napa freática. (Parsons, y Psuty, 1981).

El Padre Bernabé Cobo (1653) hace mención al tratamiento y control de la salinidad de las parcelas y canchones en los valles andinos, por medio de un abono vegetal, obtenido y procesado a partir del follaje descompuesto del árbol de guarango. Por su descripción este abono sería similar al compost, que permitía además de mejorar la fertilidad de los campos, controlar la salinidad de los suelos.

Sobre el manejo de los suelos en las laderas de los cerros, Pedro Cieza de León, en siglo XVI, escribió;

“...Los Reyes Incas, hicieron andenes (terrazas agrícolas) los cuales cubrieron con tierra buena y fértil, traída de lejos, para que pudiese llevar maíz, porque en toda aquella región (zona circundante e islas del lago Titicaca) por ser tierra muy fría, no se coge de ninguna manera. En aquellos andenes lo sembraban con otras semillas, y, con los muchos beneficios que le hacían (con el abonamiento orgánico) cogían algunas mazorcas en poca cantidad, las cuales eran llevadas al Rey por cosa sagrada...”.

Sobre la preparación de las tierras Garcilaso de la Vega (1609) explica que;

“...Estercolaban las tierras para fertilizarlas, y de notar que en todo el valle del Cuzco, y casi en toda la serranía, echaban al maíz estiércol de gente, porque dicen que es el mejor. Procúranlo hacer con gran cuidado y diligencia, y lo tienen enjuto y hecho polvo para cuando hayan de sembrar el maíz. En todo el Collao, en más de ciento y cincuenta leguas de largo, donde por ser tierra muy fría no se da el maíz, echan, en las sementeras de las papas y las demás legumbres, estiércol de ganado; dicen que es de más provecho que otro alguno. En las tierras de la costa de la mar, no echaban otro estiércol sino el de los pájaros marinos, porque era de mucha fertilidad...”.

La descripción de los abonos orgánicos, a los que tenían enjuto y hecho polvo, significa que el abono orgánico era preparado, descompuesto, fermentado, oreado y tamizado; no se señala que fueran frescos, porque verificaron que en este estado los abonos orgánicos son una fuente de patógenos y enfermedades. Se conoce que en la China, se aplica cerca de 6 toneladas de estiércol humano por hectárea, sin embargo el abono es previamente tratado y descompuesto con una técnica guardada celosamente y desconocida en occidente.

Garcilaso (1609), continúa señalando;

“...Poníanles mojones por que los de la una provincia no entrasen en el distrito de la otra; y repartiéndola más en particular, daban con el mismo límite a cada pueblo su parte y a cada vecino la suya, tanteando la cantidad de estiércol que había menester, y, so pena de muerte, no podía el vecino de un pueblo tomar estiércol del término ajeno, porque era hurto, ni de su mismo término podía sacar más de la cantidad que le estaba tasada conforme a sus tierras, que le era bastante, y la demás le castigaban por el desacato. Ahora, en estos tiempos, se gasta de otra manera...”

La agricultura precolombina en los Andes se realizó a secano y bajo impresionantes sistemas de riego. Al respecto Fray Bartolomé de Las Casas (1653) señala;

“...Tenían estas gentes gran policía y cuidado en la labor y cultivo de las heredades, que allí llamaban chacras. Tenían lo mismo gran policía para para la industria que ponían en sacar las aguas de los ríos para las tierras de regadío, primero por acequias principales que sacaba por los cerros y sierras con admirable artificio, que parece imposible venir por las quebradas y alturas por dónde venían. Era también gran artificio repartir casas, aguas y aprovecharse de ellas, sin que se perdiera una gota, que

todos aquellos valles no parecían sino unos vergeles hechos a mano”.

Los antiguos pobladores del Tawantinsuyo, alcanzaron un adecuado sistema de distribución de las aguas, sistema que fue reconocido por el Emperador Carlos V, mediante real cédula expedida en Valladolid, el 30 de noviembre de 1536, disponiendo que;

“... el mismo orden de los indios habían tenido la división y repartimiento de las aguas que se guardase y practicase entre los españoles en quien estuvieron repartidas las tierras y que para esto interviniesen los mismos naturales que antes lo habían tenido a su cargo, con cuyo parecer debían ser regadas...”, (citado por Ravines y Solar de La Cruz, 1980).

Garcilaso de La Vega (1609), señaló *“... en las tierras donde alcanzaba poca agua por regar, la daban por su orden y medida (como todas las demás cosas que se repartían) porque entre los indios no hubiese rencillas sobre el tomarla...”*.

En épocas de sequía o de escasa lluvia, la planificación sobre el acceso al agua, el orden y los tiempos de riego eran rigurosamente controlados, con lo que garantizaban la producción de alimentos. Se evidencia que el Incario extendió sus conocimientos y saberes a otros pueblos, sobre todo a los pueblos collas bárbaros que no formaban parte de los señoríos aymaras, trasmitiendo sus conocimientos técnicos de manejo del agua y del cuidado y abonamiento de los suelos.

Por lo tanto, se conocía la calidad de las tierras, por zonas y localidad y con ello se determinaba la dosis de abono orgánico, usándolo racionalmente que alcance para todos sin caer en déficit o excesos y adelantándose en cientos de años a los conocimientos modernos del suelo. La agricultura prehispánica, el manejo de la fertilidad de los suelos y el riego andino, se basó en ideas, métodos de cultivo y construcciones ingeniosas de obras hidráulicas, domesticándose más

de 1300 variedades de plantas silvestres, que fueron objeto de un cultivo intensivo.

El Padre Antonio de la Calancha¹² (1639), recorrió la extensa geografía de lo que hoy es Bolivia y Perú, haciendo observaciones y recogiendo informaciones, describiendo de modo general, aunque sin detallar las formas de cultivo de los indígenas, y sobre todo sus prácticas de manejo de suelos, sin citar los lugares de su observación, identificó las tierras fértiles pero lo importante es que, desde su punto de vista, estas fueron muy valiosas en la reproducción de la vida de los pueblos andinos.

La herencia ancestral del uso de estiércol bien descompuesto, subyace en algunas comunidades aymaras del altiplano boliviano, la descripción de Carter y Mamani (1982), citados por Van den Berg, (1989) así lo expresan;

“... Entran al corral donde guardan las ovejas y las llamas durante todas las noches del año, y rompen con un barreno de madera o de metal, la capa dura del excremento acumulado ahí. El trabajo es exigente, requiriendo los esfuerzos cuidadosos de por lo menos 4 a 7 personas por un período de 15 a 20 días. Luego tienen que separar la capa superior, de la parte verduzca inferior que se denomina jiri. De un solo corral se saca 1 a 2 cargas para toda la siembra del año.

Después de separar el jiri, el resto se desmenuza con los mismos instrumentos que se usan para romper los terrones, hasta pulverizarlos bien. Se procede de la misma manera en los corrales del ganado mular y del vacuno, aunque este último no tiene jiri. En ambos casos se junta el guano al lado de los corrales hasta que comience la primera descomposición, con el propósito de evitar un exceso de peso en el transporte y de buscar

un saneamiento natural, para que el grano sea de mayor benéfico para la agricultura”.

Esta descripción del uso del estiércol descompuesto jiri (no fresco ni seco), por algunas comunidades andinas del altiplano, verifica la herencia ancestral del tratamiento y descomposición previa del guano orgánico, para descartar riesgos de transmisión de plagas, enfermedades, y diseminación de semillas de malezas, que ocurre cuando se abona con estiércol fresco o seco. Se comprueba que los pueblos milenarios andinos si respetaban y cuidaban la salud del suelo, proporcionándole alimentos (guano jiri) bien preparados y descompuestos.

Comparación Epistemológica de las Ciencias Occidental y No Occidental Andina de la Fertilidad de los Suelos

La *epistemológica experimental* comparativa, establece que en el **mundo andino** su concepción se caracterizaba por el respeto a la madre tierra, que va más allá de la visión materialistas occidental que resulta demasiado estrecha, para entender los conocimientos y la tecnología andina; se considera un *Software* que incluye aspectos inmateriales como el conocimiento, la experiencia, el compromiso social, el respeto, la solidaridad, los rituales y la cosmovisión, que consecuentemente articulan y dan la razón de ser al *Hardware* que está representando por las infraestructuras materiales, como los sukakollus, taqanas, q'ochas, campos elevados, canales de riego y drenaje, abonos orgánicos, q'otañas, y otras.

La conquista española, quebró a sangre y fuego este conocimiento no occidental, en el Siglo XVI, la imposición por los conquistadores de la encomienda, la mita, las argucias organizadas ocasionaron el desangramiento vivo de los pueblos conquistados, y por tanto el quebrantamiento de la ciencia ancestral andina de la fertilidad de los suelos.

¹² El Padre Antonio de la Calancha (1584-1654), cronista y naturalista nació en Chuquisaca, tomó el hábito de la Orden de San Agustín, con estudios superiores realizados en la Universidad Mayor de San Marcos en Lima, recorrió la extensa geografía de

los Andes, dejando dos obras escritas donde describe las características geográficas y culturales de los pueblos andinos conquistados.

La imposición del conocimiento occidental, ha contribuido en alto grado a desestructurar y oscurecer al conocimiento andino de la fertilidad de los suelos, por la destrucción de sus medios de codificación, regulación y transmisión de las prácticas tradicionales de la fertilidad de los suelos. A pesar del avasallamiento occidental, en los países andinos y mesoamericanos todavía subsisten sistemas ancestrales de conservación de la fertilidad de los suelos agrícolas, como es el caso en Bolivia de la *aynuqa* (Cultura aymara) y las *mantas* (Cultura quechua), equivalentes a la *millpa* mexicana.

Los puntos de vista, muchas veces despectivos sobre el conocimiento no occidental andino, y sobre la habilidad de los pueblos originarios andinos y mesoamericanos, contribuyó a oscurecer más, la riqueza de dichos sistemas de conocimientos nativos, cuyo contenido era expresado en una forma discursiva oral y simbólica. Frecuentemente estos conocimientos de origen milenario son tildados como atrasada. Sin embargo, en muchos casos, tal como lo manifiesta Kuhn (1979) los científicos occidentales sólo lograron “*meramente validar y explicar, en ningún caso mejorar, las técnicas desarrolladas con anterioridad*” (añadimos por las culturas andina y mesoamericanas).

En el ***mundo occidental***, mientras los instrumentos y los medios tecnológicos del hombre europeo eran incipientes, los suelos se cultivaban con medidas conservacionistas, en el marco de la existencia de una concepción de la relación del hombre con la naturaleza, que predominaba en los antiguos y en la cultura cristiana de los inicios de la edad media, con una moral que ponía límites, en la medida que atentando contra la naturaleza y los suelos se destruía la obra de Dios.

En tiempos modernos y contemporáneos, Occidente pasó a una relación, donde lo que importa es el dominio de otros hombres y el desarrollo de instrumentos e insumos de la llamada “revolución verde”, orientada a lograr una mayor ganancia y lucro económico, mediante una mejor explotación del suelo y de la naturaleza, con el potenciamiento de una

nueva casta, formada por los calculadores empresarios de los agronegocios.

De manera creciente el *enfoque positivista occidental* hizo hincapié en el lenguaje científico, como una forma de referirse al mundo natural, y esencialmente rechazaba otra forma de conocimiento. La ciencia occidental, convirtió al suelo y a la naturaleza en el factor de ajuste del capitalismo y en la garantía de sus ganancias, con los monocultivos cada vez más extensivos y depredadores, destinados a la exportación a los mercados externos, promoviendo la expansión de la frontera agrícola y la extranjerización de la tierra, para fortalecer el modelo capitalista, de explotación de los suelos agrícolas, hasta la última gota de sus nutrientes, para dejar luego, una secuela de destrucción.

Ante los problemas, en las últimas décadas el sistema capitalista está impulsando e invirtiendo bastantes recursos económicos en el desarrollo de la biotecnología comercial, TICs, nanotecnología y transgénicos; y están solicitando patentes incluso sobre organismos modificados genéticamente, tal pedido se basa en la falsa concepción de que los genes producen organismos, por lo tanto quienes diseñan genes transgénicos, hacen organismos transgénicos, lo que es falso porque de acuerdo a Vandana Shiva (2003), los genes no generan organismos.

La problemática actual de deterioro de los suelos agrícolas, provocada por la aplicación del paquete tecnológico de la “revolución verde”, está generando la pérdida de confianza en la ciencia occidental, como el monopolio de la racionalidad, sin embargo, quienes más se preocupan son los grupos de poder económico que ven peligrar sus intereses. El Investigador Beck (Citado por Albarracín, 2002) señala que “*No es el fracaso de las ciencias occidentales, sino su propio éxito, lo que los ha destronado*”. Por su parte Albarracín, (2002) indica que los grupos de poder económico se preocupan, ya no sólo por las demandas sindicales de aumento de salarios, sino por la definición social de peligro que pueda recaer sobre tal producto o servicio.

Tabla 2. Comparación y Diferencias Epistemológicas entre las Ciencias Occidental y No Occidental Andina de la Fertilidad de Suelos.

CIENCIA ANCESTRAL ANDINA DE LA FERTILIDAD DE SUELOS	CIENCIA OCCIDENTAL DE LA FERTILIDAD DE SUELOS
La Ciencia Ancestral Andina de la Fertilidad de suelos, está regida por un pensamiento holístico y una cosmovisión universal, por el cual todo tiene su madre, y todo tiene que ver con el todo, es decir todo está interrelacionado, y alcanza su mayor expresión, con el reconocimiento del suelo como un ente vivo, en el contexto del Paradigma holístico andino.	La Ciencia Occidental de la Fertilidad de suelos, está regida por un pensamiento reduccionista y mecanicista, que separa y divide los componentes y factores del suelo para comprender su funcionamiento, alcanzando su máxima cúspide con la revolución verde; para el Paradigma mecanicista el suelo es un cuerpo inerte y un simple objeto de la producción.
Para el mundo andino, 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 debe cuidarse y alimentarse con abonos orgánicos de calidad y otros abonos naturales.	En el mundo occidental, mientras los instrumentos y los medios tecnológicos del hombre europeo eran incipientes, se conservaba la fertilidad de los suelos. En los inicios de la edad media, la moral ponía límites a la destrucción, en la medida que atentando contra los suelos se destruía la obra de Dios.
La cultura andina, desarrolló distintas estrategias de relacionamiento con su entorno ambiental, con una visión ecosistémica de acceso racional y conservación de la fertilidad de los suelos; la aynua y las mantas son la expresión del cuidado del suelo y de la redistribución de la riqueza, todo se realiza en asociación con la naturaleza y el suelo.	En el occidente moderno, el manejo de la fertilidad de los suelos ha adoptado el <i>enfoque positivista</i> como lenguaje científico, para referirse al mundo, rechazando cualquier otra forma de conocimiento. La ciencia occidental es la encargada de la solución de los problemas, y todo se realiza con la finalidad de explotar a la naturaleza y al suelo.
En el mundo andino impera el pensamiento práctico e intuitivo y el saber teórico de la fertilidad del suelo, que está fuertemente complementado con la experiencia y la experimentación de los policultivos y la preparación de abonos orgánicos.	En la ciencia occidental de la Fertilidad de los suelos, el pensamiento teórico y abstracto, se orienta a convertir el suelo y a la naturaleza en el factor de ajuste del capitalismo y en garantía de sus ganancias, con el monocultivo como su máxima expresión.
El mundo andino creó el 40% de plantas que consume la humanidad, con una auténtica ingeniería genética ancestral, garantizó la soberanía alimentaria, sustentada en una sofisticada ciencia de la conservación de la fertilidad de los suelos, con el uso y aplicación de los abonos orgánicos.	En las últimas décadas, el sistema capitalista está invirtiendo muchos recursos económicos en el desarrollo de la biotecnología comercial, TICs y la nanotecnología, con las patentes de los cultivos transgénicos, nuevos insumos agrícolas, fertilizantes químicos sofisticados y agrotóxicos cada más efectivo.
El hombre andino entendió su geografía como un espacio diverso, complejo y heterogéneo, el mismo que modeló su forma de actuar y pensar, con una noción de tiempo y espacio diferentes a occidente, lo que dio lugar a una tecnología propia de manejo de la fertilidad del suelo.	El hombre occidental, por la homogeneidad relativa de su geografía, modeló su forma de pensar y actuar sobre los suelos agrícolas, con un pensamiento y planificación lineal, condicionado por tiempos pre-establecidos, para lograr una producción agrícola intensiva.
El manejo andino de la fertilidad de los suelos, fue un ejemplo casi perfecto de control cibernético de entradas y salidas de energía, creando un sistema de producción agrícola y social autorregulado, con un software (cosmovisión, saberes, experiencia) y un hardware (infraestructura y abonos orgánicos)	El manejo occidental de la fertilidad de los suelos, no es un sistema en equilibrio, se asemeja a una maquinaria enloquecida, porque se privilegia la ganancia económica, y la explotación de la fertilidad del suelo hasta su agotamiento total, rebasando los umbrales de su propia sustentabilidad.
La investigación no occidental andina, relacionada con la fertilidad del suelo, es holística y sistémica y tiene al gran laboratorio de la naturaleza como escenario de estudio, es integradora y lo más natural posible. Su fortaleza son las pruebas, validaciones y observaciones de campo. Privilegia la preservación de la fertilidad del suelo y la soberanía alimentaria.	La investigación occidental, de la fertilidad de los suelos sigue la línea positivista, reduccionista y fragmentaria, con ingentes gastos en equipamiento e instrumental de última generación; con investigación en laboratorio, bajo aislamiento y el control total de los factores de la producción. Privilegia la ganancia y el lucro económico, con la explotación de los suelos

CONCLUSIONES

Las fuentes epistemológicas del conocimiento (software) y de las estructuras físicas (hardware) de los conocimientos, occidental y no occidental andino de la fertilidad de los suelos agrícolas, son cultural y epistemológicamente diferentes. El conocimiento no occidental andino, a pesar de las evidencias históricas y científicas de su existencia y su alto grado de desarrollo, sobre todo en la conservación de la fertilidad de los suelos, ha sido sistemáticamente degradada y atacada, tanto por los cronistas y conquistadores que han impuesto su conocimiento occidental a sangre y fuego, situación que se extiende hasta nuestros días, a través de varios investigadores, afines al neoliberalismo occidental.

El conocimiento occidental ligado al surgimiento del método positivista en la ciencia de la Fertilidad de los suelos, y las perspectivas atomistas y mecanicistas, que se asocian con el iluminismo del siglo XIX, alteraron dramáticamente la mirada y el diálogo sobre el mundo natural. Esta transición de la epistemología occidental cambió el enfoque de la naturaleza y de los suelos agrícolas; de una entidad orgánica viviente como se concebía a la naturaleza y al suelo, se los convirtió en una máquina, a la que había que explotar hasta su agotamiento.

En la actualidad, dependiendo de la escuela de pensamiento occidental o no occidental andino, en un caso se privilegia la ganancia económica y el lucro, mediante la reposición de los nutrientes del suelo, en base a la “revolución verde” y su paquete de agroquímicos, fertilizantes químicos, plaguicidas, semillas transgénicas; en el otro caso se orienta a la preservación de la “vida del suelo”, y a la obtención de alimentos orgánicos con el uso de los abonos orgánicos bien preparados y de alta calidad.

Sin embargo los graves retos que plantea la problemática mundial actual, y la urgencia nos obliga

más que a confrontar las dos epistemologías de la fertilidad del suelo, la occidental y no occidental, a estudiar y generar un conocimiento sinérgico¹³, sacando provecho de la complementación de ambos conocimientos, estudiando y seleccionando aquellos conocimientos y tecnologías que se complementan en una simbiosis y complementariedad, dejando de lado aquellas que se perjudican y se destruyen, o que se autodestruyen.

Todavía es posible que, en el marco del fortalecimiento de la democracia, en nuestros países en vías de desarrollo, lograr leyes de control estricto frente a la arremetida de las transnacionales con su “revolución verde”, con políticas y normas que resguarden nuestros suelos agrícolas y nuestras prácticas ancestrales y tradicionales de recuperación y preservación de la fertilidad de los suelos, protegiendo a la producción local y garantizando una adecuada alimentación de la población.

El gran pensador boliviano Franz Tamayo, señalaba que no son las naciones las que poseen la tierra, sino las tierras las que poseen al hombre y postulaba que la tierra se estudia en la raza y la raza en la tierra, medio en el cual “...*sangres diversas y aún enemigas acaban por hacer una sangre, es decir, una sola manifestación humana que comulga en la misma historia y obedece a la misma ley biológica...*”.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Albarracín, Jorge (2002). *La Teoría del Riesgo y el Manejo del Concepto Riesgo en las Sociedades Agropecuarias andinas*. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales CLACSO. Biblioteca virtual <http://Biblioteca.clacso.edu.ar>

Altieri, Miguel. (1997) *Enfoque agroecológico para el desarrollo de sistemas de producción sostenible en los andes*. Centro de

¹³ Las bases epistemológicas para la construcción de un conocimiento sinérgico, se desarrolla en el artículo científico “Cambio climático y afectación de la agricultura, alternativas sistémico-sinérgicas de adaptación”, en *Apthapi* 3(2): 562-578,

mayo-agosto 2017. Revista Carrera de Ingeniería Agronómica UMSA.

- Investigación Educación y Desarrollo CIED, Lima-Perú.
- Bartolomé de las Casas, Fray (1956). *Historia de las Indias*. Edición André Saint-Lu, Biblioteca Ayacucho, Caracas Venezuela.
- Black, C. (1968). *Soil-Plant relationship*. New York, Edit. Willey, sons.
- Boaventura de Sousa, Santos (2009). *Una Epistemología del Sur*. Editorial Siglo XXI, México.
- Bonavia, Duccio (2003). *Los Orígenes de la Civilización Andina*. Biblioteca hombres del Perú. Vol.1. Pontificia Universidad Católica del Perú. Editorial Universitaria. Lima. Pp. 39-71
- Calancha, Antonio de la (1639). *Crónica moralizadora del Orden de San Agustín en el Perú, con sucesos ejemplares en esta monarquía*. 1º edición, Impresor Pedro Lacavalleria, Barcelona, España.
- Ceccon, Eliane (2008). *La revolución verde tragedia en dos actos*. Ciencias, Vol.1, Núm.91, julio-septiembre. Universidad Autónoma de México. Pp. 21-29.
- Cieza de León, Pedro. (1550). *La Crónica del Perú*. Ed. CALPE impreso en 1922, Madrid España
- Cobo, Padre Bernabé. (1653). *Historia del nuevo mundo*. Edición Marcos Jiménez de la Espada. Sevilla, España.
- Condarco, Ramiro. (1971) “El Escenario Andino y el Hombre. Ecología y antropogeografía de Andes Centrales”. 1º Edición, Edit. Renovación, La Paz-Bolivia. Pp. 551
- Chilon, Eduardo (1996) “El Software y el Hardware de la Tecnología Andino-amazónica”, 1º edición Talleres Gráficos Hisbol, Proyecto UNIR-UMSA, Facultad de Agronomía UMSA, La Paz-Bolivia. pp. 60.
- Chilon, Eduardo (1997) “Fertilidad de Suelos y Nutrición de Plantas”, Ediciones CIDAT, Facultad de Agronomía UMSA, 1º edición, A Tiempo Impresiones, La Paz-Bolivia. pp.185.
- Chilon, Eduardo (2009). *Tecnologías Ancestrales y reducción de riesgo del Cambio Climático*. 1º 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. (2013). *El Compost altoandino como sustento de la Fertilidad del suelo frente al cambio climático*. reporte investigación publicado en CienciAgro (2013) 2(4): 456-468, Agosto 2013. 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 (2016). *Conocimiento Occidental y no Occidental de los Suelos Agrícolas y Complejidad Plurinacional*. Revista Apthapi 3(1):104-114 Enero-Abril 2017, ISSN: 2519-9382. Carrera de Ingeniería Agronómica-UMSA. La Paz, Bolivia.
- Chilon, Eduardo (2017). *Cambio climático y afectación a la agricultura, alternativas sistémico-sinérgicas*. Revista Apthapi 3(2):562-578 Mayo-Agosto 2017, ISSN: 2519-9382. Carrera de Ingeniería Agronómica-UMSA. La Paz, Bolivia.

- Chilon, Eduardo (2017). *Revolución Verde, Agricultura y Suelos, Aportes y Controversias*. Revista Apthapi 3(3):844-859 Sept.-Diciembre 2017, ISSN: 2519-9382. Carrera de Ingeniería Agronómica-UMSA. La Paz, Bolivia.
- Epstein, E. (1972). *Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives*. John Wiley and Sons. New York.
- Garcilaso de la Vega, Inca. (1609). *Comentarios Reales de los Incas*. 1º y 2º Parte, Biblioteca Nacional de España. Reedición 1970, Editorial Universo S.A. Lima, Perú.
- Grillo, Eduardo; Rengifo, Grimaldo. (1990). *Agricultura y Cultura en los Andes*. Breve Biblioteca de Bolsillo. Editor Javier Medina. HISBOL, La Paz, Bolivia.
- Hensel, Julius. (1898, 2004). *Panes de Piedra - Bando Creativo*. Publicación de la traducción del portugués *Paes de pedra*, a su vez tomado del original en alemán *Brot Aus Steinen, Durch Mineralische Düngung der Felder, Leipzig 1898*.
- Khun, Thomas. (1971). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. Fondo de Cultura Económica FCE, México.
- Liebig, Justus Von. (1849). *Chemistry in its Relation to Agriculture and Physiology*. John Wile and Sons. New York.
- 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.
- Oblitas, Enrique. (1978). *Cultura Kallawayaya*. Ediciones Populares Camarlinghi, 2da. Edición, La Paz, Bolivia. Pp. 560.
- Parsons, Jeffrey; Psuty, Norbert. (1981). *Chacras hundidas y subsistencia Prehispánica en la Costa del Perú*. en La Tecnología en el Mundo Andino. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México 20, D.F. pp. 51-98.
- Rengifo, Grimaldo. (1994). *Agricultura Campesina Andina: Crianza de la Diversidad de la Vida en la chacra*. 2º versión, en Crianza Andina de la Chacra. Pratec Proyecto andino de Tecnologías Campesinas. Lima, Perú.
- Rivera, Silvia; Thoa. (1992). *Ayllus y Proyectos de desarrollo en el norte de Potosí*. Taller de Historia Oral Andina, Ediciones Aruwiwiri. La Paz Bolivia.
- Rusell, E. J.; Rusell, E. E. (1950). *“Soil Condition and Plant Growth*. Eight Edition Longman, Green & C. London.
- Russell, A. (1960). *Fertilidad de suelos y Nutrición de Plantas*. Ciencia Moderna.
- 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.; And Beaton, J.D. (1985) *Soil Fertility and Fertilizers*. Fourth Edition. Macmillan Publishing Company. New York.
- Vadama, Shiva. (2003). *Cosecha Robada. El secuestro del suministro mundial de alimentos*. Editorial PAIDOS. España.
- Valladolid, Julio. (1994). *Agricultura Campesina Andina: Crianza de la Diversidad de la Vida en la chacra*. 2º versión, en Crianza Andina

de la Chacra. PRATEC Proyecto andino de Tecnologías Campesinas. Lima, Perú.

Versión en español. Printed in The Netherlands. Pp. 293.

Van Der Berg, Hans. (1989). *La Tierra no da así nomás. Los ritos agrícolas en la religión de los aymara-cristianos*. CEDLA Center for Latin American Research y Documentation.

Zapater, Juan Miguel. (1985). *Documento de Cátedra Microbiología y Bioquímica Avanzada de Suelos*. Escuela de Post Grado Especialidad Suelos, Universidad Nacional Agraria “La Molina”. Lima, Perú.