

ETNOBIOTECNOLOGÍA ANDINA Y LA ALIMENTACIÓN ANCESTRAL DEL "SUELO VIVO"

Eduardo Chilon Camacho

Universidad Indígena Boliviana Aymara Tupak Katari, Carrera de Agronomía, Comunidad Originaria Aymara Cuyahuani, Municipio Huarina, Provincia Omasuyos, Departamento La Paz, Bolivia.

Correo: eduardochilon@gmail.com

RESUMEN

Las fuentes primigenias históricas, establecen que la ciencia agrícola andina prehispánica, hizo posible la formación de una gran civilización, que revela su carácter esencialmente agropecuario, poniendo de manifiesto la importancia que tuvo la biotecnología tradicional andina, en el cuidado y alimento del "Suelo vivo", con abonos orgánicos de alta calidad, elaborados con fermentos locales o "*chicha*" de granos andinos, estiércol de animales y restos vegetales de cosechas. La investigación del efecto de los fermentos locales sobre el compost, verifican su acción benéfica en la activación microbial de la compostación, y en sus propiedades y características; la evaluación de la calidad del abono elaborado con los fermentos, estableció un grupo de buena calidad y desarrollo rápido, conformado por el compost C-Cñ elaborado con fermento de *cañahua* (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), compost C-Qa con fermento de *quinua* (*Chenopodium quinoa* Willd) y compost C-Tw con fermento *tarwi* (*Lupinus mutabilis* Sweet); un grupo de calidad media y desarrollo moderado, conformado por el compost C-Mz con fermento de maíz (*Zea mays* L.), y un grupo de menor calidad, conformado por el compost C-TE Testigo. El compost elaborado con fermentos andinos, se constituye en una alternativa para lograr mayores y mejores cosechas de alimentos y cuidar la salud del "Suelo vivo".

PALABRAS CLAVES: Etnobiotecnología, agricultura ancestral andina, Paradigma "suelo vivo", compost, microorganismos del suelo, biorremediación de suelos.

ANDEAN ETHNOBIO TECHNOLOGY AND THE ANCESTRAL FOOD OF THE "LIVE SOIL"

ABSTRACT

The historical original sources, establish that pre-Hispanic Andean agricultural science, made possible the formation of a great civilization, which reveals its essentially agricultural character, highlighting the importance that traditional Andean biotechnology had, in the care and food of the "Living soil ". With high quality organic fertilizers, made with local ferments or "*chichi*" of Andean grains, animal manure and crop residues. The investigation of the effect of local ferments on compost, verify its beneficial action on the microbial activation of the composition, and on its properties and characteristics. The evaluation of the quality of the fertilizer prepared with the ferments, established a group of good quality and rapid development, consisting of the C-Cñ compost made with *cañahua* ferment (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), C-Qa compost with *quinoa* ferment (*Chenopodium quinoa* Willd) and C-Tw compost with ferment *tarwi* (*Lupinus mutabilis* Sweet); a medium quality and moderate development group, consisting of the C-Mz compost with corn ferment (*Zea mays* L.), and a lower quality group, consisting

of the C-TE Witness compost. The compost made with Andean ferments, is an alternative to achieve greater and better food crops and take care of the health of the "Living soil".

KEY WORDS: Ethnobiotechnology, Andean ancestral agriculture, "live soil" paradigm, compost, soil microorganisms, soil bioremediation.

INTRODUCCION

En contraste con la grave situación actual, provocada por el cambio climático global, por los patrones de consumo exagerado y la depredación de los recursos naturales, en tiempos ancestrales las regiones andinas y mesoamericanas albergaron una numerosa población, cuya raíz cultural milenaria fue y es el cuidado y respeto de la "*Madre tierra*", y en su concepción seminal holística, consideraban al suelo como un ser vivo, al que había que cuidar y "alimentar" con abonos orgánicos, para lograr buenas cosechas y garantizar la continuidad de la vida. En los Andes, las culturas desarrollaron un conocimiento ancestral, que enseña que todo lo creado a partir del encuentro de opuestos, diversifica la vida en el vientre cósmico que conocemos como "*madre tierra*", que es la generadora de vida, la que da fruto, que alimenta y protege.

El presente estudio bajo una concepción de integralidad se desarrolla en dos partes, la primera referida al aporte de las fuentes de investigación de documentos históricos de cronistas indígenas y europeos, en el marco de la Etnobiotecnología andina; y en la segunda parte se presenta el estudio de caso con la aplicación de los principios de la biotecnología tradicional andina en la elaboración del compost altoandino. En este contexto, la presente investigación, se planteó como objetivos analizar el conocimiento ancestral Andino y la etnoecobiotecnología sobre la elaboración de abonos orgánicos, de su calidad y empleo como alimentos del suelo vivo, así como de sus implicaciones a escala local.

Fuentes de estudio y metodología de investigación. Las fuentes de estudio, fueron los documentos que dejaron los cronistas indígenas y europeos relacionados con la agricultura ancestral, el "*suelo vivo*", así como la tradición oral de nuestros agricultores; el método de investigación aplicado fue la epistemología del conocimiento ancestral andino y de la biotecnología tradicional. En el proceso investigativo se tomó en cuenta el método del conocimiento holístico ancestral aymara, que se caracteriza por avanzar mirando al pasado, que por analogía implica avanzar caminando de espaldas, es decir mirando al pasado para proyectarse al futuro (Álvarez, 2017), para recuperar la

esencia de los conocimientos y saberes ancestrales andinos, de los fermentos o "*chicha*" andina y de la relación de la crianza de camélidos y uso de su estiércol o "*takia*" en la elaboración de abonos orgánicos.

Resultados de la indagación de fuentes histórico documentales. Como resultado del análisis epistemológico de una parte de las fuentes documentales que dejaron los cronistas indígenas y europeos, y también de la información de estudios de investigadores contemporáneos, se lograron importantes hallazgos sobre las fuentes primigenias de la agricultura ancestral, el "*suelo vivo*" y la biotecnología tradicional andina; en la medida que avancen las investigaciones y se acceda al material disponible de los cronistas nativos y de los europeos que pisaron estas legendarias tierras, estos resultados serán ampliados.

El "*Suelo vivo*" y la agricultura ancestral Andina, Amazónica y Mesoamericana. El pensamiento holístico andino, es justamente lo que hace del milagro agrícola ancestral andino, algo tan post-moderno; las culturas milenarias andinas, fueron las primeras en considerar al suelo como un "*sistema vivo*" (Chilon, 2018), manifestándose con un *Software* (espiritual e intangible) y un *hardware* (material y físico), comprendiendo 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. El vigor depende de la fertilidad y equilibrio del suelo, y la vida y la fertilidad del suelo dependen de recibir en forma oportuna su "*alimento orgánico*" en calidad y cantidad suficientes (Condarcó, 1971; Medina, 1994; Chilon, 1996, 2009).

La epistemología del conocimiento ancestral andino, distingue un *Software* y un *Hardware* que dan el soporte cognitivo a sus creaciones e innovaciones ecobiotecnológicas; el *Software*, representado por la experiencia, la sabiduría, la solidaridad, el intercambio de saberes, los pronósticos agroclimáticos, el amor, el respeto, el agradecimiento, la laboriosidad, la honestidad, la humildad, la generosidad, la tolerancia, la responsabilidad, la perseverancia, la ritualidad; que dan la razón de ser al

Hardware, que está constituido por las infraestructuras materiales tales como terrazas agrícolas, *sukakollus*, *q'ochas*, canales de riego e insumos y alimentos del "Suelo vivo" en forma de abonos orgánicos, que en conjunto permitieron a las culturas andinas la transformación de la agricultura y el acceso a los recursos naturales en forma racional (Chilon, 1996, 2009).

En los Andes, todavía están presentes importantes tecnologías y saberes agrarios de origen milenario, tales como las *aynuqas* (equivalentes a la *milpa* mexicana), que son un sistema cultural, espiritual y tecnológico, relacionado con el trabajo comunitario pero de utilidad familiar, y que corresponde a un sistema de cultivo milenario, consistente en la rotación tiempo-espacio del suelo agrícola, con un uso continuo y diversificado de una zona por cinco a diez años, para luego pasar a otro *aynuqa*, dejando en descanso la anterior por períodos que tradicionalmente llegaron hasta los 40 años (Quinaya, 2016), lo que posibilitaba la recuperación natural de la fertilidad de los suelos. En las montañas con laderas de fuertes pendientes, se acondicionaron y utilizaron las terrazas agrícolas o *taqanas*, que les permitió controlar la erosión y realizar una agricultura intensiva, cultivando y aprovechando variados alimentos. Una aproximación preliminar en Bolivia, establece una superficie aproximada de 650,000 hectáreas de *taqanas* (Chilon, 2009) que se encuentran en diverso estado de conservación, pero con serias posibilidades de ser recuperadas. En las planicies inundables y de mal drenaje se desarrollaron los *sukakollus*, sistemas constituidos por plataformas elevadas, rodeados de canales con agua permanente, que al calentarse durante el día, irradiaban energía durante la noche, lo que protegían a los cultivos de las heladas (Huancá, 1996). En todos estos los casos, el suelo fue abonamiento orgánicamente, porque se consideraba la *Pachamama* como "Suelo vivo".

En la amazonía brasileña, subyace un legado ancestral, que corresponde a la tierra negra o *Terra preta*, siendo una tierra abonada de increíble fertilidad que los propios indígenas amazónicos preparaban mezclando carbón de madera al suelo pobre del bosque tropical. Por muchos años se trató de establecer si estos suelos era producto de factores naturales, recién en los últimos años se descubrió que este color negro procedía de micropartículas de carbón de madera, probablemente aportadas por grupos humanos amazónicos precolombinos, que inventaron la agricultura al carbón de madera (Cunha-Franco, 1962; Sombroek, 1966, citados por Lewino, 2004). Esta forma de abonado ancestral con carbón, cuya técnica todavía se desconoce en su totalidad, mejoraba las propiedades físicas, químicas y biológicas del "suelo vivo".

En Mesoamérica, las *chinampas*, son otro ejemplo del conocimiento de los pueblos ancestrales americanos, destacando el sistema de *chinampas* de la gran-México-Tenochtitlán, como un antiguo sistema de agricultura de humedales, que permitió el cultivo de alimentos en islotes de tierras flotantes en medio del agua de lagos y pantanos, cuyo origen se remonta a miles de años, habiendo sido nombrada como uno de los sistemas más sustentables jamás logrados (Rojas, 1991, citado por Albores, 1998). En su construcción se utilizaron técnicas y métodos naturales, con el uso de barro del fondo de los canales, plantas acuáticas y abonos orgánicos cuya calidad y forma de elaboración todavía están en estudio. El suelo es rico en materia orgánica y humus, y se combinó la instalación de cultivos agrícolas con arbustos y árboles en los bordes, que cumplieron la función de barreras de protección (González y Torres, 2014).

Gracias a la Etnoecobiología, se están conociendo los alcances y principios de la ciencia ancestral andina, amazónica y mesoamericana, siendo importante las variadas técnicas de elaboración de abonos orgánicos, que en su momento fueron la clave en la alimentación del "suelo vivo" y en la producción de alimentos con soberanía para una población numerosa y dispersa. Sin embargo, gran parte de estos conocimientos ancestrales, y sobre todo de los saberes sobre la elaboración de los abonos orgánicos, se han perdido como consecuencia del quebrantamiento generado por la conquista europea, prolongándose hasta nuestros días con la modernidad. Aunque, todavía algo de este valioso conocimiento subyace en algunas de nuestras comunidades indígenas originarias.

Hallazgos y fuentes primigenias de la biotecnología tradicional Andina. Las fuentes relacionadas con el conocimiento ancestral del alimento al "suelo vivo", señalan como un factor importante las diversas tecnologías de elaboración y uso de abonos orgánicos, teniendo como fuente primaria al estiércol o *takia* de los camélidos andinos y otros animales domésticos, que también proporcionaron al hombre andino fibra, lana, carne, medios de transporte y carga. El estiércol o *takia* de los camélidos, principalmente de llamas y alpacas, así como de otros animales menores, desempeñaron un papel importante como fuentes de abonos orgánicos en la agricultura precolombina. Sin embargo, con la llegada de los conquistadores españoles, se quebrantó el conocimiento ancestral agrario, y se alteró el patrón de uso del estiércol, reduciéndolo a ser sólo una fuente de combustible. En la época del dominio español, la *takia* de llama fue empleada a gran escala en el Centro minero de Potosí para la fundición de los metales. Según una relación de 1603, se empleaban anualmente 800,000

cargas de estiércol o *takia*, privando arbitrariamente y por la fuerza al "Suelo vivo" de su alimento básico.

Sobre el abonamiento orgánico de los suelos, el cronista español Cieza de León (1550), pocos años después de invasión española, describió el manejo de la fertilidad de los suelos en la región de Chilca, Perú "... *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.*" Se puede establecer el uso de las llamadas hoyas y el abonamiento orgánico para producir alimentos en zonas semi desérticas y carentes de agua.

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

Fray Bartolomé de Las Casas (1653), señalaba que "*Tenían lo mismo gran policía para para la industria que ponían en sacar las aguas de los ríos para las tierras de regadio, 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.*" Se evidencia la maestría de las culturas ancestrales en el acceso y manejo del agua de riego.

Garcilaso de la Vega (1609), sobre el abonamiento orgánico de los suelos señala... "*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. ... echan en las sementeras de las papas y las demás legumbres, estiércol de ganado (camélidos andinos); dicen que es de más provecho que otro alguno.*" Da a conocer que se

castigaba hasta con la muerte a los que mataban a los pájaros marinos y no cuidaban este estiércol, el hurto del abono orgánico destinado al abonamiento de los suelos, era un delito grave y se castigaba con la muerte. Esta descripción de los abonos orgánicos, a los que tenían enjuto y hecho polvo, significa que el abono orgánico era preparado, posiblemente descompuesto, fermentado, oreado y tamizado; no se señala que fueran frescos, a nuestro entender, porque verificaron que en este estado los abonos orgánicos son una fuente de patógenos y enfermedades.

Garcilaso (1609) continua explicando "*Ponianles 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 (de camélidos andinos) 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 demasía le castigaban por el desacato. Ahora, en estos tiempos, se gasta de otra manera.*"

Guamán Poma de Ayala (1660, reedición 1987), cronista amerindio explicaba que el tiempo en el cual las comunidades originarias del Tawantinsuyo aplicaban el estiércol preparado a los suelos agrícolas, coincidía con el mes de julio del calendario de los conquistadores, señalando que "...*En el mes de julio... este mes es tiempo de llevarse mucho estiércol a las dichas chacras y sementeras, y limpiar las acequias y pozas, lagunas de las aguas para comenzar a regarse las sementeras...*"

El Padre Antonio de la Calancha (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 y desde su punto de vista, estas fueron muy importantes en la vida de los pueblos andinos.

El Padre Bernabé Cobo (1653), en su obra "Historia del nuevo mundo", hace mención por primera vez a lo que ahora denominamos "*Etnoecobiología*", sobre la elaboración de fermentos o "*chicha*" por parte de los pueblos andinos prehispánicos, explicando que "... *Comprendemos todas sus bebidas con nombre de chicha, las cuales hacen comúnmente de maíz y de otras semillas y frutas, como el pulque, en la Nueva España, de maguey; en Tucumán*

hacen chicha de algarrobas; en Chile de fresas; en tierra firme, de pinas de la tierra. En este reino, fuera de la chicha de maíz, la hacen también de quinua, de oca, de las uvillas del molle, y de otras cosas. También en otras partes usan por vino cierto licor que mana del cogollo de las palmas, después de cortadas; en otras del guarapo hecho de zumo de cañas dulces".

La herencia ancestral del uso de estiércol bien descompuesto, todavía 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... Luego tienen que separar la capa superior, de la parte verduzca inferior que se denomina jiri... 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 boliviano, verifica la herencia ancestral de la descomposición del guano orgánico, descartando riesgos de trasmisión de plagas, enfermedades, y diseminación de semillas de malezas.

Las fuentes histórico documentales de cronistas indígenas y europeos, proporcionan evidencias de cómo los pueblos originarios utilizaron procesos ecobiotecnológicos, para la obtención de bebidas, alimentos, abonos orgánicos y biocidas naturales. Como referencia, se menciona el uso de los fermentos o "*chicha*", bebida clásica de los pueblos andinos, en la ceremonia de la "*ch'alla*" de la tierra, y también en la obtención de alimentos transformados como la *kaya*, *tunta*, *chuño* y *charqui*. (Chilon, 1996). La "*ch'alla*" o pago a la tierra con fermentos andinos o "*chicha*", es una ceremonia ancestral andina que tiene lugar en todas las actividades agrícolas, como lo muestra Guamán Poma de Ayala (1987) en la imagen "El Inka *ch'alla* con el *Tata Inti*", de su Nueva Crónica del Buen Gobierno.

Consideraciones sobre la Etnobiotecnología Andina. El análisis de las fuentes documentales de cronistas indígenas y europeos, así como de la tradición milenaria oral de nuestros agricultores, establecen que el gran desarrollo de

la agricultura de las culturas andinas y mesoamericanas, está relacionada con su concepción seminal holística de "suelo vivo". Este conocimiento ancestral tiene como base que todo lo creado a partir del encuentro de opuestos, diversifica la vida en el vientre cósmico que conocemos como "*madre tierra*", que es la generadora de vida, la que da fruto, que alimenta y protege; por lo tanto para los pueblos andinos, el suelo agrícola tiene vida, es la madre y es sagrada, alimenta, reproduce y posibilita la reproducción de la vida. Por lo tanto, el suelo al ser un ente vivo, y su fertilidad un atributo atingente a todos los seres vivos, requiere de alimento orgánico y de buena calidad, acompañados de la ritualidad, el respeto a la madre tierra, la música y la celebración.

También se contaba con una serie de tecnologías de preparación y abonamiento orgánico del "suelo vivo", destacando el uso de fermentos locales caso de la "*chicha andina*", elaborada con granos nativos, que ha sido utilizado por los pueblos originarios no solo como bebida, sino también como activador biológico local para descomponer y obtener de abonos orgánicos humificados de alta calidad, y también con la aplicación directa de estos fermentos en lugares estratégicos de las parcelas agrícolas. En la actualidad, gracias a la agromicrobiología se conoce que la "*chicha andina*", tienen una gran cantidad de microorganismos benéficos, como bacterias fijadoras de nitrógeno tipo Azotobacter, con lo que se establece que el acto y ritual ancestral de "*ch'allar*" con chicha la tierra, aparte del pago y respeto espiritual a la "*Pachamama*", mejora las propiedades y la fertilidad del "suelo vivo". Sin embargo, en la actualidad los productores de las comunidades ubicadas en el entorno del Lago Titicaca, están olvidado y dejando de lado estos saberes, sólo algunos ancianos guardan en su memoria estos conocimientos; lo que se observan son suelos cansados y de baja fertilidad (Mollericona, 2017); siendo un reto y necesidad recuperar los conocimientos ancestrales de alimento del "suelo vivo" en un contexto en que la modernidad y los paquetes tecnológicos agrícolas convencionales, están penetrando irracionalmente en las comunidades originarias (Figura 1).

Estudio de caso: efecto de fermentos locales andinos sobre la calidad del compost. Con base en los principios científicos de la Etnobiotecnología, se realizó el estudio y aplicación de los hallazgos de la biotecnología tradicional andina, como una contribución a las alternativas de solución de los problemas de baja fertilidad de los suelos del altiplano de Bolivia, planteando como objetivo la evaluación del efecto de los fermentos o "*chicha*" tradicional andina sobre las propiedades y calidad del compost. Los fermentos fueron elaborado con granos



Figura 1. La recuperación y validación científica del conocimiento ancestral es la tarea prioritaria de la UNIBOL-ATK, con base al Modelo Educativo Sociocomunitario Productivo.

nativos de *quinua* (*Chenopodium quinoa*), *tarwi* (*Lupinus mutabilis*), *cañahua* (*Chenopodium pallidicaule*) y *maíz* (*Zea mays*), con el procedimiento de elaboración de la "chicha" tradicional andina.

Antecedentes del Compost Altoandino. El análisis del tiempo-espacio de la experimentación del compost altoandino, verifica que el compostaje no es una técnica nueva de elaboración de abonos orgánicos, se práctica desde hace cientos de años en diversos lugares del mundo, pero en el caso de la zona altoandina de Bolivia, se presentan cuestiones que no están definitivamente resueltas que tienen que ver con el excesivo tiempo de obtención del compost, con su calidad y efectividad como abono orgánico. La Etnobiotecnología es una de las disciplinas científicas que estudia y busca las respuestas a estas interrogantes.

Una de las primeras experiencias de compostaje en el altiplano boliviano, se realizó el año 1997 en el altiplano norte, en comunidades Aymaras originarias del Municipio de Tiwanaku, ensayando el método clásico Indore, requiriéndose más de 11 meses para el compostaje. El compost obtenido, se probó con buenos resultados en la agricultura; sin embargo, las familias campesinas por factores de optimización de tiempo y economía familiar, solicitaron que se disminuyera el tiempo de compostación sin afectar la calidad del abono final.

En el período 1998-1999, se estudió y comparó diversas fuentes de investigación, los aportes de los métodos convencionales y se comenzó a tomar en cuenta la tradición milenaria de los pueblos altoandinos de América del sur, investigándose otras modalidades de compostaje.

En el período 2000-2004, se continuó la investigación para acelerar el proceso de compostación, observándose que los activadores convencionales de yogurt, suero de leche y levadura, presentaban efectos significativos en la activación biológica del compost, disminuyéndose el tiempo de compostación de 11 a 6 meses.

En el período 2005-2007, se estandarizó el método de "compostaje altoandino", como proceso de elaboración y manejo del compost a campo abierto, lográndose obtener a 3,850 msnm un compost de buena calidad, utilizando fermentos andinos y disminuyendo el tiempo de compostación de 6 a 2.5 meses.

En el período 2008-2014, bajo condiciones controladas a campo abierto y con participación de estudiantes universitarios de Agronomía de la región, se realizaron estudios sobre los efectos e influencia de los restos vegetales, tipos de estiércol, períodos de volteo y aireación.

En el período 2015-2017, se continuó con la investigación de la metodología del compostaje altoandino, en comunidades de altiplano, Valles y Yungas de Bolivia, también investigaciones rigurosas en el Centro de Experimentación de la UNIBOL-ATK. Con esto se dio inicio al estudio de las potencialidades del compost altoandino en la biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos y en la obtención del abono orgánico líquido aeróbico-AOLA (Chilon y Chilon, 2015).

Desde el año 2018, con la etnoecobiotecnología, se realizan investigaciones sobre el efecto de los fermentos locales o "chicha" sobre las propiedades y calidad del compost. Además, se sentaron las bases para el estudio de las etapas más delicadas de la investigación, como la identificación de microorganismos del compost mediante el análisis genómico. Los hallazgos científicos logrados, fundamentan la Teoría del nuevo "Paradigma Suelo vivo". (Chilon, 2018).

MATERIAL Y METODOS

Localización del Área Experimental. La investigación se realizó a campo abierto, en la Comunidad originaria Cuyahuani, en el Centro de Investigación Agropecuaria de la Universidad Indígena Boliviana Aymara Tupak Katari, en el área de Biofertilidad de suelos, situada a 3,848 msnm, en las coordenadas 16°13'10.95" LS y 68°34'50.64" LO, perteneciente al Municipio Huarina, Provincia Omasuyos, Departamento de La Paz, Bolivia. Se evaluó la influencia de los activadores biológicos locales y de las condiciones ambientales sobre las propiedades

del suelo. La investigación se realizó durante el período frío abril-junio 2018, que históricamente presenta las temperaturas más bajas del año con registros bajo cero, además de heladas y sequías (Figura 2).

La investigación se realizó con el Método Sinérgico de los saberes locales/saberes técnico-científico (Chilon, 2017), con el método comparativo, que integra los paradigmas cualitativo de carácter explicativo, y el cuantitativo con los fenómenos observables, susceptibles de medición, análisis y control del compost. Este es el caso de la temperatura, las propiedades físicas y químicas, y de sus categorías de calificación del olor, color, cromatografía,

etc. Esto permitió realizar comparaciones y contrastes del estado y calidad de los tratamientos de compost elaborados con los fermentos tradicionales andinos (Figura 3 y 4).

En la elaboración del compost se aplicó, la tecnología del compostaje altoandino (Chilon, 2011), validado para condiciones del altiplano boliviano, caracterizado por el uso estricto de insumos y materiales locales, como restos de forrajes, rastrojos de cosechas, malezas, estiércol de camélidos, bovinos y ovinos, ceniza, agua y fermentos o activadores biológicos que son elaborados con granos de cultivos originarios.



Figura 2. Ubicación de la zona experimental, Comunidad Cuyahuani, Provincia Omasuyos, La Paz-Bolivia (Fuente: Educa.com.bo).



Figuras 3 y 4. Participantes en la investigación de Biofertilidad de Suelos de la UNIBOL-ATK, utilizando fermentos locales, llevan a cabo la investigación del compost altoandino.

Los cultivos andinos son señalados como la base fundamental de la dieta alimenticia del hombre andino (Condarcó, 1971). En la presente investigación se utilizó fermento de *quinua* (*Chenopodium quinoa*) cuyos granos poseen bondades peculiares por su alto valor nutricional, con proteína que varía de 13.81 a 21.9%; *cañahua* (*Chenopodium pallidicaule*), cuya importancia radica en su alta composición nutricional a pesar del pequeño diámetro de su tamaño; *tarwi* (*Lupinus mutabilis*), leguminosa con granos que contienen altos niveles

de proteína cercanos al 40%, fibra, micronutrientes y aceites esenciales, y en Ecuador y Perú se le denomina "chocho"; y *maíz* (*Zea mays*), gramínea originaria de México que se difundió a toda América. Sus granos son ricos en carbohidratos, grasas y vitaminas. Los Incas le dieron mucha importancia en la alimentación y lo utilizaron en sus ceremonias religiosas (Figura 5).

El diseño estadístico fue de bloques completos al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones, y se evaluó los cambios

Quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>)	Cañahua (<i>Chenopodium pallidicaule</i>)	Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i>)	Maíz (<i>Zea mays</i>)

Figura 5. Los cultivos andinos de *quinua*, *cañahua*, *tarwi*, *maíz* tienen un alto contenido nutricional, y sus granos en pequeña cantidad se utilizan en la elaboración de fermentos.

Tabla 1. Tratamientos de Compost Cuyahuani – Período abril junio 2018.

LUGAR Y MODALIDAD DE COMPOSTACION	TRATAMIENTOS DE COMPOST
<p>Lugar: Centro de Investigación Agropecuaria, Comunidad Cuyahuani, UNIBOL-ATK, Provincia Ómasuyos, La Paz-Bolivia</p> <p>Altitud: 3,848 msnm</p> <p>Coordenadas geográficas:</p> <p>16°3'10,95"LS</p> <p>68°34'50,64"LO</p> <p>Modalidad de compostación: A alto relieve (Sobre la superficie suelo)</p>	<p>T1: C-Tw (Compost con fermento <i>tarwi</i> (<i>Lupinus mutabilis</i>) + restos vegetales, estiércol, ceniza, agua)</p> <p>T2: C-Qa (Compost con fermento <i>quinua</i> (<i>Chenopodium quinoa</i>) + restos vegetales, estiércol, ceniza, agua)</p> <p>T3: C-Cñ (Compost con fermento <i>cañahua</i> (<i>Chenopodium pallidicaule</i>) + restos vegetales, estiércol, ceniza, agua)</p> <p>T4: C-M (Compost con fermento maíz (<i>Zea mays</i>) + restos vegetales, estiércol, ceniza, agua)</p> <p>T5: C-TE (Compost Testigo sólo con restos vegetales, estiércol, ceniza, agua)</p>

de temperatura, la duración de la compostación, el volumen inicial y volumen final, las características físicas y químicas. Se evaluó la calidad del compost altoandino, mediante el análisis cromatográfico de Pfeiffer, y la caracterización general de los microorganismos presentes en el compost, con su captura "in situ". En la Tabla 1 se presenta el detalle de los tratamientos de compost.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de los Fermentos Locales sobre el Período de Tiempo de Compostación

El tratamiento de compost C-Cñ con fermento de *Cañahua* (*Chenopodium pallidicaule*) presentó una compostación con una duración de 1.7 meses. El compost C-Tw con fermento de *Tarwi* (*Lupinus mutabilis*), presentó 1.8 meses. El compost C-Qa con fermento de *quinua* (*Chenopodium quinoa*),

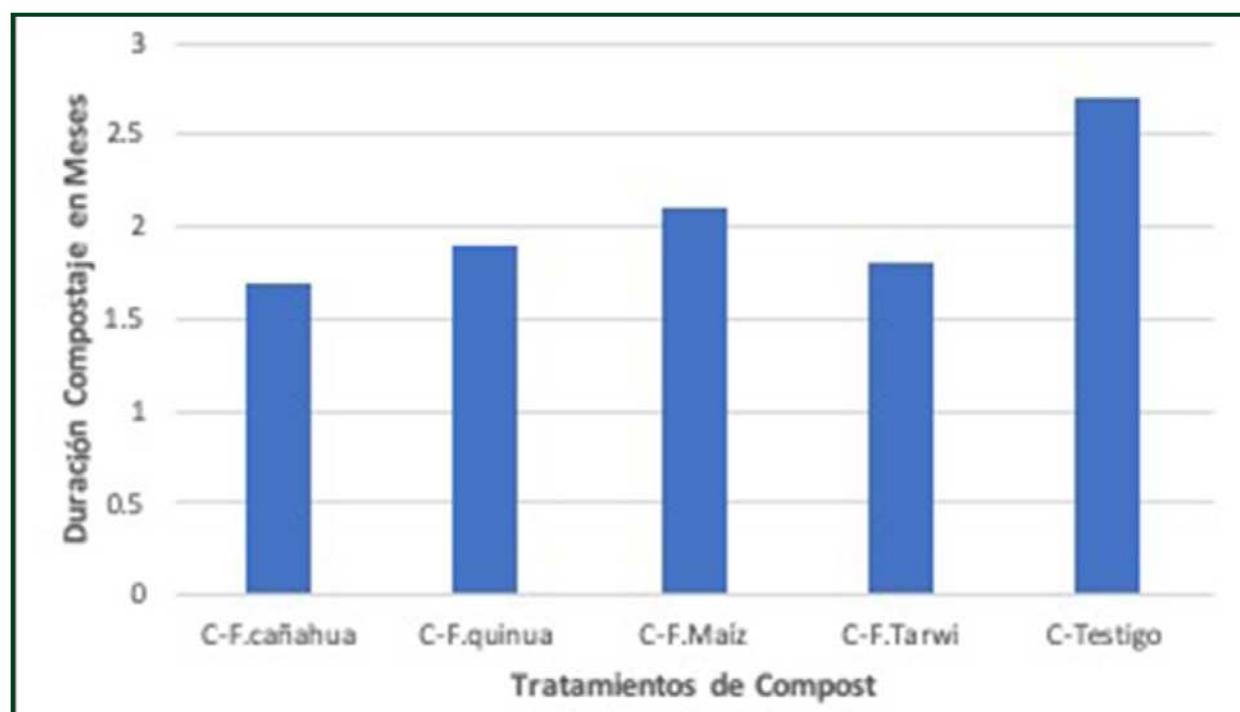


Figura 6. Tratamientos y Duración de la Compostación.

presentó 1.9 meses, y el compost C-Mz con fermento de maíz (*Zea mays*) presentó 2.1 meses; evidenciándose la efectividad de los fermentos en la activación biológica y aceleración de la compostación, superando al tratamiento testigo, que después de 2.7 meses, todavía no alcanzó su completa maduración. El detalle se presenta en la Figura 6.

Efecto de los Activadores Biológicos Locales sobre la Temperatura del Compost. Los tratamientos de compost con fermentos locales, en las primeras semanas presentaron las mayores temperaturas y un comportamiento térmico similar. Sin embargo, el testigo presentó un comportamiento diferenciado con una menor temperatura. En las semanas finales la temperatura disminuyó y fue similar en todos los tratamientos. Además, fue posible verificar las cuatro fases térmicas durante el proceso del compostaje, corroborando los hallazgos de investigaciones anteriormente (Chilon, 2011, 2013, 2014, 2016, 2017).

La mayor temperatura promedio se presentó en el tratamiento de compost C-Tw con fermento de *Tarwi* (*Lupinus*

mutabilis) con 58°C, seguido del compost C-Cñ con fermento de *Cañahua* (*Chenopodium pallidicaule*) con 55°C; luego el compost C-Qa con fermento de *quinua* (*Chenopodium quinua*) con 52°C, y el tratamiento de compost C-Mz con fermento de maíz (*Zea mays*) con 49°C. En el último lugar, se ubicó el tratamiento compost C-TE testigo presentando la menor temperatura con 47°C. Los mayores valores de temperaturas promedio, están relacionados con el efecto de los fermentos, que incide en la actividad microbólica y en la síntesis de sustancias orgánicas tales como enzimas y sustancias mucilaginosas. Además, la mayor actividad biológica permite contrarrestar los factores adversos del periodo frío, la escasez de las lluvias y los efectos del cambio climático.

Estas diferencias en el comportamiento de las temperaturas, también fueron observadas en otras investigaciones, realizadas en la región del Altiplano, Valles y Yungas tropicales de Bolivia (Castillo, 2015; Ramírez, 2012; Romero, 2017). En la Figura 7 se presenta el detalle del comportamiento térmico de los tratamientos de compost.

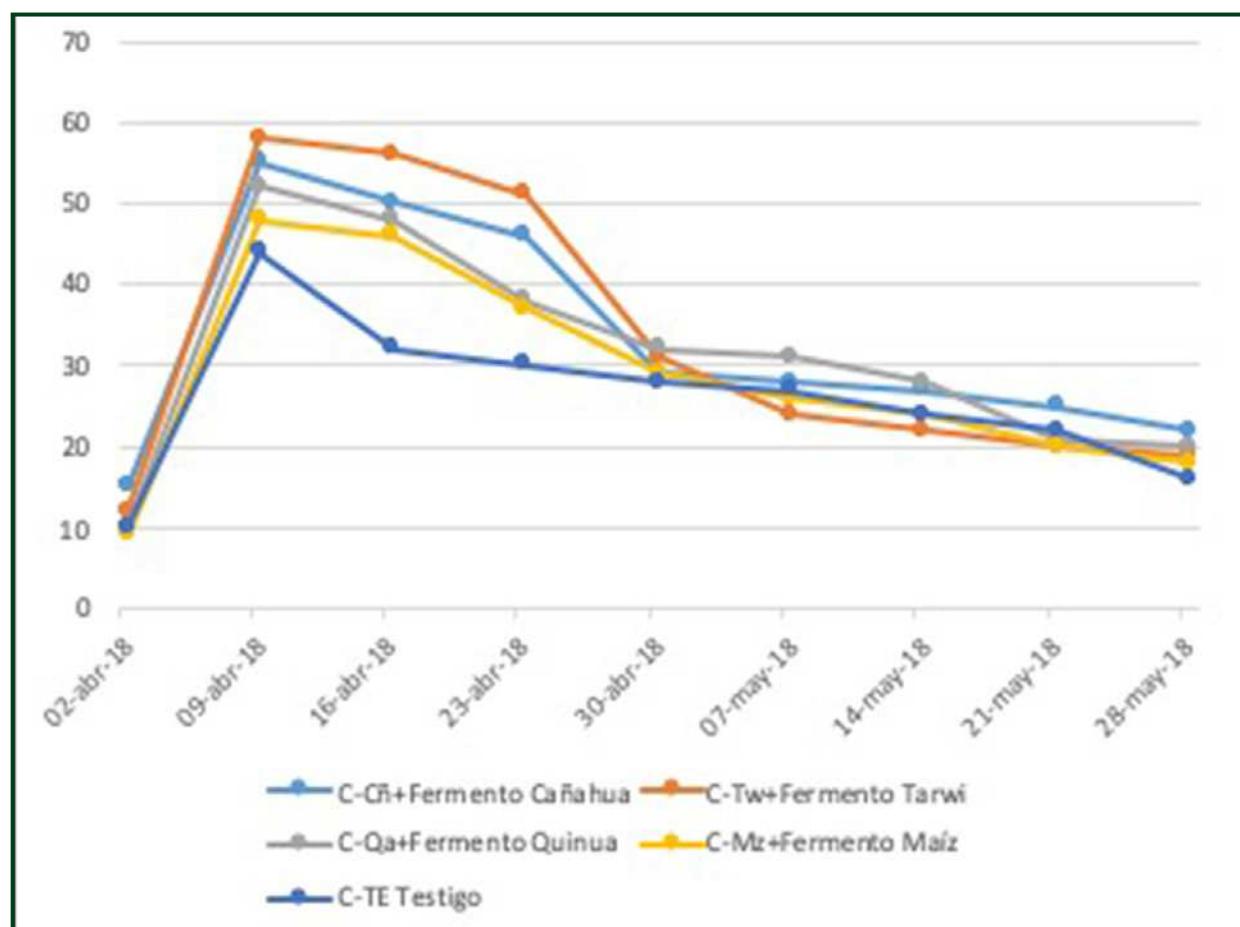


Figura 7. Comportamiento Temperaturas Promedio de Tratamientos de Compost.

Efecto de los activadores biológicos locales sobre las características físico-químicas del compost. Las características físico-químicas de los tratamientos de compost, se presentan en la Tabla 2, observándose que el tratamiento de compost C-Qa con fermento de *Quinua* (*Chenopodium quinoa*) presenta el mayor valor de porosidad con 65.22%, seguido por el compost C-Mz con fermento de maíz (*Zea mays*) con 64.52%, superando ligeramente a los otros tratamientos, lo que evidencia el efecto benéfico de los microorganismos presentes en el compost (Figuras 8 y 9). Este incremento favorable de la porosidad en el compost por efecto de los fermentos locales, coincide con lo reportado por Ramírez (2012) y Castillo (2015).



Figuras 8 y 9. Los participantes con la metodología de la "investigación-acción", culminan con la cosecha del compost, el abono queda listo para su uso como alimento del "suelo vivo".

Respecto a la relación Carbono/Nitrógeno, el compost C-Tw con fermento de *tarwi* (*Lupinus mutabilis*) presenta un valor de 10.92; el compost C-Cñ con fermento de *cañahua* (*Chenopodium pallidicaule*) 11.10; el compost C-Qa con fermento de *quinua* (*Chenopodium quinoa*) 11.98, lo que indica que se trata de compost maduros con buen nivel de humificación: El tratamiento compost C-Mz con fermento maíz (*Zea mays*) presentó una relación C/N de 12.23, lo que indica un compost de moderada madurez. Finalmente el compost C-TE testigo, presentó una relación de 15.44, lo que indica un compost en proceso de maduración. La reacción o pH en todos los tratamientos varía de ligeramente alcalina a alcalina, y la conductividad eléctrica presenta valores de 3365 a 4772 uS/cm, lo que indica una ligera a moderada salinidad. Todos los tratamientos de compost con fermentos locales presentaron niveles altos de fósforo total y potasio total, superando al compost testigo (Tabla 2).

Determinación de la calidad del compost con la cromatografía de Pfeiffer. La evaluación cromatográfica de Pfeiffer, permitió reconocer tres grupos de compost.

Compost de buena calidad: Comprende los tratamientos de compost C-Cñ con fermento de *Cañahua* (*Chenopodium pallidicaule*), compost C-Qa con fermento de *quinua* (*Chenopodium quinoa*) y compost C-Tw con fermento de *tarwi* (*Lupinus mutabilis Sweet*). El análisis del cromatograma establece una intensa actividad microbiológica, posiblemente para sobreponerse a los factores adversos del período frío y la lluvia irregular ocurrida en el altiplano, con una integración orgánica y mineral, y con buen contenido de compuestos orgánicos. Se verificó el efecto benéfico de los fermentos de *Cañahua*, *Quinua* y *Tarwi* en la descomposición y pre humificación del compost. La correlación de los parámetros de laboratorio y de la



evaluación cromatográfica, establece que los compost de este grupo, son abonos orgánicos de buena calidad, caracterizados por una relación Carbono/Nitrógeno < 12.

Compost de calidad regular: Corresponde al tratamiento de compost C-Mz con fermento de maíz, su cromatograma verifica una mediana actividad de los microorganismos, para sobreponerse a las condiciones adversas del período frío y de las lluvias irregulares, con una limitada a moderada integración entre compuestos orgánicos y minerales; resultados que evidencian un compost de desarrollo moderado. La correlación de los parámetros de laboratorio y de la evaluación cromatográfica, establece que este compost es de calidad media, presentando una relación Carbono/Nitrógeno de 12.23.

Compost de baja calidad: Comprende el Compost C-TE Testigo sin fermento activador, la evaluación de su cromatograma, verifica un moderado trabajo por parte de los microorganismos para sobreponerse a la influencia de los factores ambientales adversos, con poca integración entre los componentes minerales y orgánicos; se verifica una

Tabla 2. Resultados de Análisis Físico y Químico Tratamientos de Compost.

Nº	PARAMETRO	TRATAMIENTOS				
		T1 (C-Cñ) Compost Fermento Cañahua	T2 (C-Qa) Compost Fermento Quinua	T3 (C-Tw) Compost Fermento Tarwi	T4 (C-Mz) Compost Fermento Maíz	T5 (C-TE) Compost Testigo
1 *	Densidad Aparente (gr/cc)	0.68	0.64	0.68	0.66	0.69
2 *	Densidad Real (gr/cc)	1.81	1.84	1.81	1.86	1.89
3 *	% Porosidad	62.43%	65.22%	62.43%	64.52%	63.49%
4 *	% Materia orgánica	41.7%	41.3%	42.0%	41.1%	42.6%
5 **	% Carbono Orgánica	24.16	22.67	23.20	26.91	26.69
6 **	% Nitrógeno Total	2.18	2.0	2.23	1.95	1.60
7 *	Relación C/N	11.10	11.98	10.92	12.23	15.44
8 *	pH agua (1:5)	7.6	8.2	7.66	8.3	7.9
9 *	C.E. (1:5) (uS/cm)	3486	4160	3465	4772	4230
10**	Fósforo Total mg/kg	5532	4962	5752	4505	3420
11**	Potasio Total mg/kg	11575	12240	11522	13116	11230
12 *	Color Munsell en Seco	10 YR 3/2	2.5 Y 3/2	10 YR 3/1	2.5 Y 3/3	7.5 YR 3/2
13 *	Color Munsell en húmedo	10 YR 2/2	2.5 Y 3/3	10 YR 2/1	2.5 Y 2.5/1	7.5 YR 2.5/2
14 *	Interpretación Color Munsell	Color adecuado indicador compost maduro	Color adecuado indicador compost maduro	Color adecuado indicador compost maduro	Color moderado indicador compost en maduración	Color indica compost en proceso de maduración

(*) Laboratorio de Biofertilidad de Suelos, Carrera de Agronomía-UNIBOL ATK (2018).

(**) Laboratorio de Calidad Ambiental, Instituto de Ecología-UMSA, La Paz (2018).

lenta descomposición y poco desarrollo. La correlación con los parámetros de laboratorio y de la evaluación cromatográfica, establece que el compost testigo corresponde a un abono orgánico inmaduro y poco desarrollado, con una relación Carbono/Nitrógeno de 15.44. En la Figura 10 se presentan las imágenes cromatográficas de los tipos de compost.

Caracterización general de los microorganismos del compost mediante la técnica de recolección "in situ" y su descripción con microscopía óptica. La evaluación de la calidad del compost, mediante la caracterización general de los microorganismos presentes, se realizó mediante la recolección "in situ" de los microorganismos, y su descripción con microscopía óptica. Las características visuales observadas en los vasos colectores de las unidades de formación de colonias de microorganismos, su color, densidad, estructuras, aspecto y formas permitió

una primera aproximación a la actividad y presencia de microorganismos benéficos y maléficos en los tratamientos de compost, además de establecer las condiciones de su manejo.

La caracterización general de los microorganismos, permitió verificar que el Compost C-Cñ con fermento de *Cañahua* (*Chenopodium pallidicaule*), Compost C-Qa con fermento de *Quinua* (*Chenopodium quinoa*) y el Compost C-Tw con fermento de *Tarwi* (*Lupinus mutabilis*), presentaron una alta actividad de su microbiota, con presencia de microorganismos benéficos tipo bacterias, diplococcus y actinomicetos (coloración blanquesina a cremosa), también trichoderma, correspondiendo a un compost de buena calidad.

El Compost C-Mz con activador fermento de maíz (*Zea mays*), presentó coloraciones correspondientes a microor-

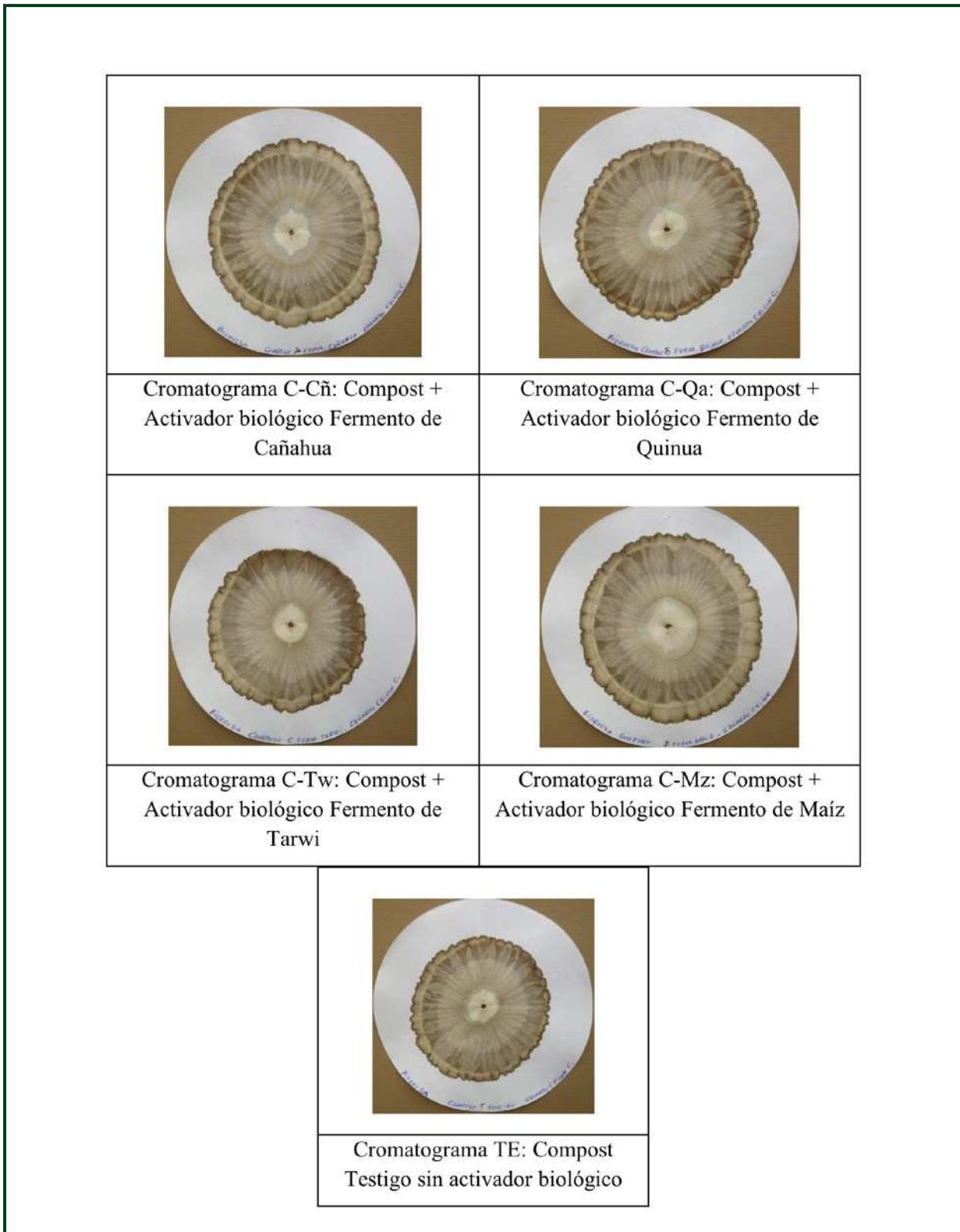


Figura 10. Cromatogramas de los Tratamientos de Compost.

ganismos benéficos, pero también presentó trazas de fusarium (coloraciones rojizas), que indicaron el requerimiento de un mayor cuidado en el manejo y mayor tiempo de compostación, correspondiendo a un compost de mediana calidad. El Compost C-TE testigo, presentó coloraciones que indican una regular presencia de microorganismos benéficos. Sin embargo, fue notoria la presencia de coloraciones oscuras (trazas de rhizoctonia) y coloraciones rojizas (trazas de fusarium), por lo que corresponde a un compost de mala calidad (Figuras 11 y 12).



Figuras 11 y 12. Participantes en la investigación, proceden a la captura "in situ" de los microorganismos del compost, y a su caracterización en laboratorio con microscopía óptica.

Consideraciones sobre la calidad del compost altoandino. Los resultados de la presente investigación en el marco de la Etnobiotecnología, indican que la calidad del compost está influenciada por varios factores, tales como el estado y actividad de la microbiota y la presencia de microorganismos benéficos, la clase de material orgánico utilizado, el tipo de activadores biológicos locales, la frecuencia de volteos, la regulación del pH con ceniza, el control de la humedad. Los hallazgos obtenidos con la presente investigación verifican la necesidad de una estricta determinación de la calidad del compost, para evitar riesgos de daños a la salud del "*Suelo vivo*" y en cultivos de soberanía alimentaria de nuestros pueblos originarios.

Es necesario tomar en cuenta que la caracterización química del compost y de la materia orgánica del suelo en los laboratorios convencionales, es solo parcial porque se considera al compost y al suelo agrícola, como algo inerte similar a un fertilizante químico. Sin embargo, el compost es un "*ente vivo*" igual que el suelo. Frente a las limitaciones del laboratorio convencional, se tiene a la cromatográfica de Pfeiffer y a la caracterización de los microorganismos del compost, que nos acerca más a la realidad de la determinación de la calidad del compost.

El compost como alimento del "*suelo vivo*", tiene que diferenciarse y separarse de la compostación que realiza la Ingeniería Ambiental, ya que esta 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 sólidos contaminados no puede utilizarse en la agricultura, porque es un riesgo para el "*Suelo vivo*".



Trabajos de evaluación del efecto del compost altoandino, sobre las propiedades del "*suelo vivo*", y sobre el rendimiento de los cultivos de tubérculos, cereales, hortalizas (a campo abierto e invernadero), establecen efectos positivos tanto en el suelo, como en el incremento y calidad de las cosechas (Paredes, 2017).

Por otro lado, si se pudiera regresar a los suelos agrícolas, la materia orgánica perdida a causa de la agricultura industrial capitalista, 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 alimentara con compost a los suelos agrícolas, tal como lo propone nuestro Paradigma "*Suelo Vivo*" (Chilon, 2018), 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 constituyen otro potente productor de gases y generador del cambio climático global (Figuras 13 y 14).

El compost altoandino y el Abono Orgánico Líquido Aeróbico (AOLA). El abono orgánico líquido aeróbico (AOLA), se obtiene por la transformación microbial con



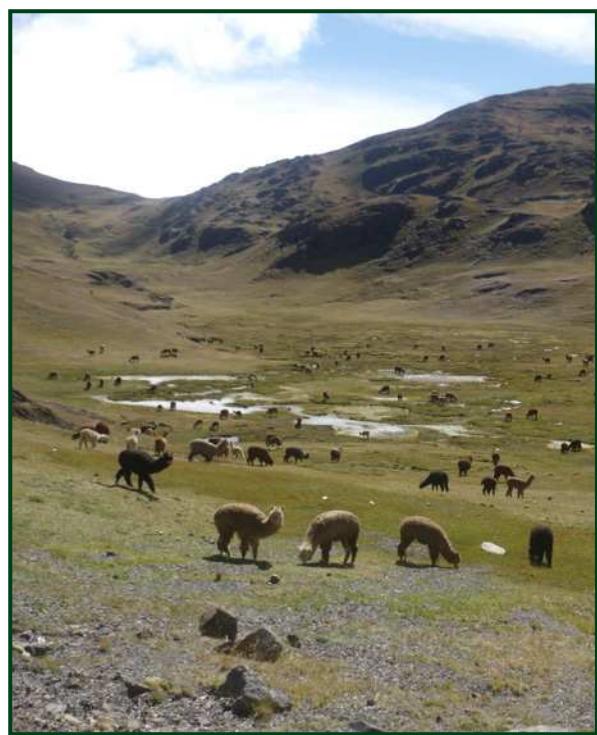
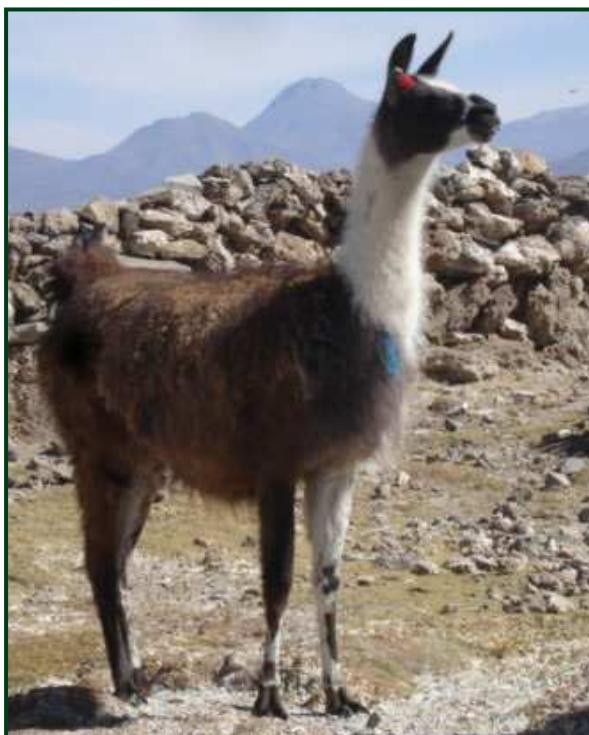
Figuras 13 y 14. El compost aplicado como alimento al "Suelo vivo" permite su revitalización y la obtención de buenas cosechas de hortalizas, raíces, tubérculos y otros cultivos.

presencia de oxígeno de sustratos pre-humificados. Este es el caso del compost, humus, estiércol fermentado y otros abonos orgánicos sólidos pre-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 suelos contaminados con hidrocarburos (Chilon y Chilon 2105). En la actualidad se realizan varias investigaciones y trabajos de tesis

sobre la efectividad del AOLA como abono foliar en la agricultura orgánica (Figuras 15 y 16).

CONCLUSIONES

La Etnobiotecnología, permite establecer que uno de los aspectos importantes del conocimiento ancestral andino, corresponde a la noción de "*suelo vivo*" y a la necesidad de alimentarlo con abonos orgánicos de calidad. También señala la importancia que tuvo la



Figuras 15 y 16. Los Camélidos andinos, proporcionan varios beneficios como el estiércol o *takia* que constituye la materia prima para la obtención de los abonos orgánicos.

biotecnología tradicional andina, en el cuidado y alimento del "Suelo vivo" con abonos orgánicos de alta calidad tipo compost, los cuales son elaborados con fermentos tradicionales andinos o "**chicha**" de granos andinos, estiércol de animales y restos vegetales de cosechas. Se verificó el efecto benéfico de los fermentos locales en la activación de los procesos biológicos de descomposición y transformación del compost.

La investigación sobre el efecto de los fermentos locales, sobre las propiedades del compost, permitió establecer tres grupos: el grupo de buena calidad y de desarrollo rápido, con el compost C-Cñ con fermento de *cañahua* (*Chenopodium pallidicaule*), compost C-Qa con fermento de *quinua* (*Chenopodium quinoa*) y el compost C-Tw con fermento de *tarwi* (*Lupinus mutabilis*). Otro grupo de desarrollo moderado y de calidad regular, conformado por el compost C-Mz con fermento de maíz (*Zea mays*); y finalmente el grupo de Compost inmaduro y de menor calidad con el compost C-TE Testigo. Comprobándose la efectividad de los fermentos locales en la intensificación del proceso microbiológico de la compostación y sobre la mejora de las características físicas, químicas y biológicas del compost.

Es necesario llevar a cabo el control estricto de la calidad del compost para su uso en la producción de cultivos alimenticios, impidiéndose el uso del compost obtenido de residuos industriales urbanos por los riesgos de contaminación, excepto si se garantiza su inocuidad.

En el marco de la Etnobiotecnología, es necesario continuar con los estudios en toda la región andina y mesoamericana sobre los conocimientos ancestrales y la alimentación tradicional del "suelo vivo".

"Unjasawa amuyt'aña, yatisawa arsuña, yant'asawa luraña, suma qamañataki"

"Viendo se piensa, sabiendo se habla, experimentando se hace, para vivir bien"

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a las Autoridades de la Universidad Indígena Boliviana Aymara Tupak Katari (UNIBOL-ATK), Rector Lic. Mario Palabra, Vicerrector Dr. Abraham Tito, Jefe Carrera Agronomía Ing. Sergio Nao, por el apoyo institucional. Un reconocimiento especial a la Comunidad Originaria Cuyahuani y a los estudiantes de las asignaturas de Suelos y Agroecología, de las cuales es docente el autor, por su compromiso y participación en las investigaciones

y en los trabajos de tesis, en las líneas de investigación del conocimiento milenario del "Suelo Vivo".

LITERATURA CITADA

- Albores, Beatriz (1998) "Origen pre-mexica de las chinampas de la zona lacustre del Alto Lerma mexiquense". El Colegio Mexiquense, México D.F.
- Álvarez, Julio (2017) "Educación superior basado en la filosofía Productivo-comunitario", Módulo I, Diplomado en Educación Superior. UNIBOL-ATK, Bolivia.
- Bartolomé de las Casas, Fray (1953), "Historia de las Indias", Edición André Saint-Lu, Biblioteca Ayacucho, Caracas Venezuela.
- 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.
- 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 Técnico Superior en idioma aymara, Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Indígena Boliviana Aymara Tupak Katari. La Paz, Bolivia.
- Cieza de León, Pedro (1550) "La Crónica del Perú", Ed. CALPE impreso en 1922, Madrid España
- Cobo, Bernabé Padre (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 los Andes centrales" 1ªedición, Edit. Renovación, La Paz Bolivia. Pag.421.
- Chilon, Eduardo (1996) "El Software y el Hardware de la Tecnología Andino-amazónica", 1º edición Talleres Gráficos Hisbol, Proyecto UNIR-UMSA, La Paz-Bolivia. Pag.60.
- 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. Pag.324.
- Chilon, Eduardo. (2011) "Compostaje altoandino, seguridad alimentaria y cambio climático", 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", CienciAgro (2013) 2(4): 456-468, Agosto 2013. www.ibepa.org
- Chilon, Eduardo; Chilon Jhoselyne (2015) "Compostaje altoandino, seguridad alimentaria, cambio climático y biorremediación de suelos", CienciAgro (2015) 1: 43-56, noviembre 2015. www.ibepa.org
- Chilon, Eduardo; Chilon, Jhoselyne (2015) "Potencialidades para la agricultura y la preservación del medio ambiente del abono orgánico líquido aeróbico AOLA", CienciAgro (2015) 1: 35-42, noviembre 2015. www.ibepa.org
- Chilon, Eduardo (2016) "Manuel de Biofertilidad de Suelos" Carrera de Agronomía, Universidad Indígena Boliviana Aymara Tupak Katari, Cuyahuani, La Paz Bolivia. Pag.92
- 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.
- <http://ojs.agro.umsa.bo/index.php/ATP/issue/view/27>
- Chilon, Eduardo (2018) "El Paradigma Suelo Vivo". Revista Apthapi 4(2):1148-1172 Mayo-agosto 2018, ISSN: 2519-9382. Carrera de Ingeniería Agronómica-UMSA. La Paz, Bolivia. <http://ojs.agro.umsa.bo/index.php/ATP/issue/view/27>
- 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.
- González, Emma; Torres Cynthia, 2014 "La sustentabilidad Agrícola de las chinampas en el valle de México: Caso Xochimilco", Revista Mexicana de Agronegocios, Vol.34, enero-junio 2014, Pag.699-709. A.C. Torreón, México.
- Guamán Poma de Ayala, (1660) "Nueva Crónica y Buen Gobierno". Ed. R. Adorno, J.V. Murra and J.L. Urioste. Madrid: Historia 12. Reedición 1987.
- GRAIN (2008) "Cuidar el suelo", (11) <http://www.grain.org/es/article/entries>
- Medina, Javier (1994) "Del alivio a la pobreza al desarrollo humano. Buscando la Bolivia del próximo milenio", HISBOL, Talleres gráficos Hisbol s.r.l., La Paz Bolivia. Pag.253.
- Mollericona, Maruja (2017) "Marka Chuqiyapu suyu Omasuyos Ayllu Ananea uksana Tuqina uñakipaña uraqi laq'anaka cromatografía sata taqi kasta yapu Luratanakaru" [Evaluación de la Calidad de suelos aplicando la técnica cromatográfica en las parcelas productivas de la Comunidad Ananea Provincia Omasuyos Departamento de La Paz]. Tesis Ingeniero Agrónomo en idioma aymara, Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Indígena Boliviana Aymara Tupak Katari. La Paz, Bolivia.
- Paredes, Simeón (2017) "Cuyahuani aylluna junt'u uta Manqhana Kimsa kasta tupt'ata compost wanumpi lechuga (*Lactuca sativa L.*) Yapuru wanuñchasa askinakapa unjaña yant'awi". [Efecto de la aplicación de tres niveles de compost en el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en carpa solar en la Comunidad de Cuyahuani]. Tesina de Grado Técnico Superior en idioma aymara, Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Indígena Boliviana Aymara Tupak Katari. La Paz, Bolivia.
- 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.
- Lewino, Frédéric (2004) "Le mystère de la terre noire", in Le Point, Nº 1672, París, Francia. Pag.86-87
- Quinaya, Herlan (2016) "Oruro Jach'a Pantaleón Dalence Suyu Cotaña Ayllu Tuqina Aynuqa Uraqi Laq'anakana aski jakawipa cromatografía ukampi uñakipaña yant'awi" [Determinación de la vida y salud de suelos aplicando la técnica cromatográfica en las aynuqas de la Comunidad Cotaña, Ayllu Tuqina, Provincia Pantaleón Dalence Departamento de Oruro]. Tesis Ingeniero Agrónomo en idioma aymara, Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Indígena Boliviana Aymara Tupak Katari. La Paz, Bolivia.
- 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. Versión en español. Printed in The Netherlands. Pag.293.