



Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ingeniería



REVISTA INDUSTRIAL 4.0

Edición Digital Nro. 2

Mayo 2021

Carrera de Ingeniería Industrial



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Lic. Oscar Heredia	Rector
Phd. Maria Garcia Moreno	Vicerectora
Ing. Martin Mayori Machicao	Decano Facultad de Ingeniería
Ing. Freddy Gutiérrez Barea	ViceDecano Facultad de Ingeniería
Ing. Franz Zenteno Benitez	Director de Carrera Ingeniería Industrial

Revista Industrial 4.0
Edicion Digital N° 2 Mayo 2021

Comite Editor:
Ing. Fernando Sanabria Camacho
Ing. Grover Sanchez Eid
Ing. Mario Zenteno Benitez

Diseño Versión Impresa & Web:
Ing. Enrique Orosco Crespo

Imprenta:
Walking Graf

Deposito Legal:
4-3-68-20

Web:
<http://industrial.umsa.bo/revista-industrial-4.0>
Email:
revistaindustrial4.0@umsa.bo

Direccion:
Av. Mcal. Santa Cruz, Plaza Del Obelisco.
Mezzanine, Edificio Facultad de Ingeniería.
Tel. 2205000 - 2205067 Int. 1402

PRESENTACIÓN

Presentar el segundo número de la Revista Industrial 4.0 me llena de orgullo, ya que se plasma en realidad un objetivo que tiene la Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Mayor de San Andrés, que es visibilizar los trabajos de investigación que desarrollan profesionales y estudiantes de los diferentes niveles académicos - licenciatura, diplomados, maestría y doctorado - que están bajo su administración académica.

La integración entre la formación académica de pre y pos grado con la investigación a través de los tres institutos de la Carrera de Ingeniería Industrial es indispensable para una formación integral de los profesionales graduados en la UMSA, sin dejar de lado la extensión universitaria; las tres actividades permiten que se desarrollen trabajos de pesquisa pertinentes a la actualidad, y que son difundidos al público en general a través de la presente publicación en sus formatos impreso y digital.



Ing. MBA. Franz José Zenteno Benítez
DIRECTOR
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

En los tiempos que vivimos bajo restricciones nunca antes vistas, pero que son sobrellevadas gracias a la tecnología de comunicación disponible -no equitativa en todos los niveles socio económicos- permite seguir con actividades de investigación científica y de aplicación tecnológica por parte de aquellos profesionales y estudiantes que encuentran, en los momentos de crisis, una oportunidad para presentar soluciones aplicables a problemas latentes en las empresas productivas y de servicios de diferente índole.

En este número se incrementó a doce el número de artículos publicados, como resultado de una importante cantidad de propuestas que hicieron llegar los investigadores atendiendo la convocatoria realizada. Destacar que tres artículos corresponden a los proyectos de grado, que desarrollaron estudiantes junto con sus tutores, en áreas diversas de la formación de un ingeniero industrial.

Agradecer el trabajo desarrollado por los profesionales que conforman el Comité Editor a partir de la lectura inicial de los artículos propuestos y la revisión final de aquellos trabajos que presentaron algunas observaciones.

Reiterar el compromiso para seguir en este camino de publicaciones por parte de la Carrera de Ingeniería Industrial; en tal sentido, invitar a todos los profesionales y estudiantes que deseen divulgar sus trabajos de investigación, estar atentos al nuevo llamado para proponer sus temas ante el Comité Editor de la presente revista.

Ing. MBA. Franz José Zenteno Benítez
DIRECTOR
INGENIERÍA INDUSTRIAL

EL FERTILIZANTE ORGÁNICO COMO UNA OPORTUNIDAD PARA DIVERSIFICAR DERIVADOS DE LA HOJA DE COCA

Miguel Yucra Rojas¹, ORCID: 0000-0002-0248-7815
Instituto de Investigaciones Industriales, Ingeniería Industrial, UMSA
yucramiguel@yahoo.es

Wilber David Gonzales Guachalla², ORCID: 0000-0002-6381-1682
Ingeniería Industrial, UMSA
wilgondra12@gmail.com

Presentado: 3 de mayo; aprobado: 31 de mayo

Resumen

El Estado Plurinacional de Bolivia es uno de los productores de hoja de coca en Sudamérica, en la cual están inmersos superficies autorizadas y no autorizadas. Al respecto el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras como autoridad competente realiza el control de producción de la hoja de coca y a su vez se efectúa en forma constante el secuestro de dicha hoja en considerables cantidades debido a que productores no autorizados realizan la comercialización en el interior del país, mismas que en su mayoría son llevadas a almacenes propios para su resguardo gubernamental. Este hecho, representa una acumulación de volúmenes importantes de hoja de coca sin utilizar, generando costos para el Tesoro Nacional. En este contexto, el artículo propone responder la interrogante ¿La diversificación de nuevos productos será una oportunidad para un nuevo enfoque de uso de la hoja de coca secuestrada? En respuesta a ello, plantea la producción de fertilizante orgánico a partir del procesamiento de la hoja de coca en el departamento de La Paz, utilizando el método experimental de la biodegradación por acción de la lombriz roja californiana. El análisis muestra la pertinencia con las proyecciones de la

¹ Doctor en Gestión de la Investigación, Magister en Desarrollo Sustentable, Diplomado en Gobernabilidad y Gerencia Política, Licenciado en Ingeniería Industrial (Universidad Mayor de San Andrés - UMSA). Investigador titular del Instituto de Investigaciones Industriales de la UMSA.

² Egresado de la Carrera de Ingeniería Industrial, UMSA

política gubernamental en el marco del proceso de industrialización y la generación de fuentes de trabajo. Por lo tanto, la iniciativa de producir fertilizante orgánico en base a la hoja de coca representa una oportunidad comercial para que el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras revierta ese costo generado por el almacenamiento de la coca secuestrada y coadyuve a la reactivación económica en Bolivia.

Palabras clave

Biodegradación – Lombriz Californiana – producción.

Abstract

The Plurinational State of Bolivia is one of the coca leaf producers in South America, in which authorized and unauthorized areas are immersed. In this regard, the Ministry of Rural Development and Lands, as the competent authority, controls the production of the coca leaf and, in turn, sequestration of said leaf in considerable quantities is constantly carried out due to the fact that unauthorized producers carry out the commercialization in the interior of the country, which are mostly taken to their own warehouses for government protection. This fact represents an accumulation of significant volumes of unused coca leaf, generating costs for the National Treasury. In this context, the article proposes to answer the question: Will the diversification of new products be an opportunity for a new approach to the use of the seized coca leaf? In response to this, it proposes the production of organic fertilizer from the processing of the coca leaf in the department of La Paz, using the experimental method of biodegradation by action of the Californian red worm. The analysis shows the relevance to the projections of government policy in the framework of the industrialization process and the generation of jobs. Therefore, the initiative to produce organic fertilizer based on the coca leaf represents a commercial opportunity for the Ministry of Rural Development and Lands to reverse the cost generated by the storage of sequestered coca and contribute to the economic reactivation in Bolivia.

Key words

Biodegradation - Californian Worm - production

Introducción

En los últimos años, en Bolivia se han trazado objetivos para industrializar las materias primas, tanto para el consumo interno como para la exportación con mayor valor agregado. En el caso particular, surge la idea y oportunidad de analizar la producción de fertilizante orgánico a base de hoja de coca, bajo la visión de diversificar nuevos productos para el mercado.

En la actualidad la Ley General de la Coca³, establece el empleo de la coca en procesos de investigación orientados a la adquisición de preceptos científicos dirigidos a distintos fines, así como la industrialización que oriente su transformación y con la finalidad de añadir un valor agregado, con el apoyo y control de la Dirección General de Comercialización e Industrialización de la Hoja de Coca (DIGCOIN), dependiente del Viceministerio de la Coca y Desarrollo Integral y también dirigida técnicamente por el EEPAF-Empresa Estratégica de Producción de Abonos y Fertilizantes.

Estudios realizados por (Condori Apaza, 2016) y (Carita Tarqui, 2014) en universidades de nuestro país con el apoyo del Viceministerio de coca y desarrollo integral y la DIGCOIN lograron presentar la cadena de derivados como una referencia de estudios posteriores, tales como se ilustra en la Figura 1.

³ Ley N° 906, Ley General de la Coca

FIGURA 1. Cadena de Derivados



Fuente: Elaborado en base a información del Viceministerio de la Coca y Desarrollo Integral.

De acuerdo a la cadena de derivados, la producción de fertilizante orgánico fue elegido como una posibilidad de transformación, constituyendo una oportunidad para aprovechar las grandes cantidades de hoja de coca incautada y secuestrada, de esta manera poder disminuir la contaminación ambiental debido a la incineración de una parte del volumen incautado y convertir en fertilizante orgánico de otra parte almacenada. Al respecto, el obtener un fertilizante natural que no cause daño a los suelos, y que sea rico en macronutrientes ya que la hoja de coca es más rica en macronutrientes y micronutrientes que otros residuos orgánicos.

Lo anterior permitirá responder la interrogante ¿La diversificación de nuevos productos será una oportunidad para un nuevo enfoque de uso de la hoja de coca secuestrada? Para ello se apoyará en el proceso de humucompostaje, que consiste en incorporar en una compostera capas de residuo seco y húmedo, alternando sucesivamente. De esta manera, una serie de microorganismos y enzimas actuarán

alimentándose de los desechos, descomponiendo y transformando estos residuos en compost y en humus.

Desarrollo

La producción ilícita de hoja de coca por parte de agricultores denominados cocaleros genera cantidades significativas, mismas que por la normativa nacional del sector son secuestradas de manera permanente por las autoridades competentes, convirtiéndose en materia prima sin ser aprovechadas de manera industrial.

Cabe mencionar que no se tomará en cuenta la cuantificación de la superficie de los cultivos de coca dentro del área lícita de producción, ya que esa coca tiene un mercado fijo y seguro, por ende, ante sus precios elevados de venta no se lo podría adquirir para usar en la producción de fertilizantes orgánicos. Por ello solo se tomará en cuenta la coca Racionalizada/Erradicada y Secuestrada ya que el objetivo es darle un mayor aprovechamiento a dicho material como se ilustra en la Tabla 1.

TABLA 1. Cantidad Total de Hoja de Coca (Kg)

Año	Cantidad total de coca R/E	Cantidad total de coca Secuestrada	Cantidad total de coca
2010	17.246.088	1.015.035	18.261.123
2011	21.722.535	603.321	22.325.856
2012	22.870.005	739.883	23.609.888
2013	22.056.927	475.970	22.532.897
2014	21.759.612	582.186	22.341.798
2015	21.511.863	362.103	21.873.966
2016	11.883.408	353.284	12.236.692
2017	15.172.473	370.109	15.542.582
2018	19.692.942	331.078	20.024.020
2019	19.389.912	321.589	19.711.501

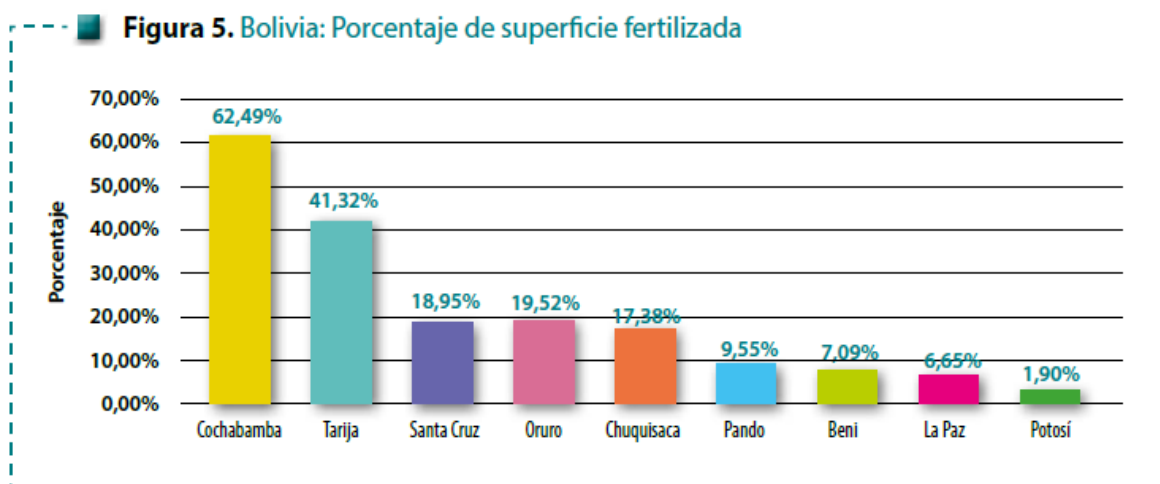
Fuente: Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC)

Como se puede apreciar en la Tabla 1 existe una considerable cantidad de hoja de coca proveniente de la Racionalización/Erradicación y Secuestro, que no es debidamente aprovechada.

La producción de fertilizante orgánico estará orientado al sector agrícola para promover una agricultura limpia, es importante aclarar que no pretende abarcar todo el mercado nacional con este producto, debido a la imposibilidad de hacerlo porque no existe la materia prima suficiente para cubrir toda la demanda nacional, por lo que podrá contribuir a disminuir la importación de fertilizante químico. El mercado será principalmente, productores de cereales, estimulantes, frutales, hortalizas, oleaginosas e industriales, tubérculos y raíces, y dueños de tierras que fueron degradadas o reducidos su productividad.

En la Figura 2, se puede apreciar la superficie fertilizada por departamentos en forma porcentual, que representa un mercado potencial para el fertilizante orgánico que son aplicables a todo tipo de cultivos. En la actualidad por las inapropiadas prácticas agrícolas y el desconocimiento de los beneficios de los fertilizantes orgánicos en los cultivos por parte de algunos agricultores, no se aplica fertilizantes en la mayoría de los cultivos, siendo así que la minoría de suelos que se fertilizan son con agroquímicos, dañando y contaminando los suelos.

FIGURA 2. Superficie Fertilizada %



Fuente: Plan Nacional de Fertilización y Nutrición Vegetal 2019-2025 – INIAF

Al respecto, el presente artículo podría contribuir como orientación estratégica al Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras para la incursión de nuevas políticas de desarrollo y disminuir la producción desleal en beneficio de los productores autorizados y disminuir gastos públicos en mantener personal para la incautación de hoja de coca.

El proceso de producción para la obtención de Fertilizante Orgánico conlleva las fases de Precompostaje y Humucompostaje.

En la **fase de Precompostaje** se efectúa la descomposición de la materia para que las lombrices en la fase de humucompostaje tengan mayor facilidad y aceptabilidad para consumo, durante 30 días en promedio. Para ello se procede los pasos siguientes:

Acopio y pesaje de Materia Prima de la Hoja de Coca por parte de las instituciones del Estado en calidad de secuestro en almacenes, mismos que son trasladados a la planta de producción de fertilizante orgánico, mismos que son cuantificadas en peso. El apilado realizado en los módulos de apilamiento de 100 m de largo 5 m de ancho y 3 m de alto.

ILUSTRACION 2. Pilas de compostaje



ILUSTRACION 1. Cubrimiento de Pilas



Fuente: Empresa Estratégica de Producción de Abonos y Fertilizantes – EEPAF Viacha

Una vez apilado en el módulo se procede a tapar con carpas los módulos en las cuales se tienen apiladas la materia a precompostar, se procede a tapar debido a

que la materia prima tiende a perder peso por la evaporación o fermentación de dicha materia y por acción del viento.

Una vez apilado el material (hoja de coca) se procede a controlar dos variables: La **Aireación** que se realiza volteando las pilas para que el material que se encuentra debajo de la pila pueda obtener aire para su correcta descomposición. Esta actividad se la realiza cada 6 días. El **Riego** para mantener la humedad, realizado cada 6 días el procedimiento, mediante un proceso de chorros finos y dispersos de agua alrededor de la pila, precautelando de no exceder la cantidad de agua. La humedad debe estar entre 40 a 60 % para asegurar una biodegradación óptima.

El proceso de **Fermentación** de la materia prima es con el fin de tener alimento apto para las lombrices, este proceso se la realiza durante 30 días en las cuales se deben controlar la **temperatura** cada 7 días en la cual deberá fluctuar entre 20-30 °C. Consiste en introducir el geo-metro en cada pila sacando 16 muestras insertando el dispositivo a una profundidad de 20 cm de cada pila.

El control de la **humedad** se la realiza cada 7 días en la cual la humedad deberá oscilar entre 60-70 %. El dispositivo a utilizar es tensiómetro de baja tensión adecuado para abonos, se debe introducir el tester al sustrato a una profundidad de 25 cm en cada pila se practicarán mínimo 10 mediciones alrededor de cada pila, si las lecturas no tienen desviaciones significativas se procede a registrar el valor promedio

El control del **pH** se realiza de igual manera cada 7 días, y sus valores deberán oscilar entre 5-8,5. mediante el uso de un pH metro para abonos orgánicos, la actividad consiste en introducir el dispositivo al sustrato a una profundidad de 20 cm en cada pila se realizará 16 mediciones en cada unidad, si las lecturas no tenían desviaciones significativas se procedía registrar el valor promedio.

En la **fase de Humucompostaje** se realiza el manejo del material precompostado y se las introduce a las cunas, camas o literas en donde entran en acción las lombrices. Este proceso conlleva un aproximado de 60 días.

Después del proceso de precompostaje se procede a trasladar el material precompostado hacia el área de humucompost, el cual se llena el sustrato a las literas respectivamente. Cuya dimensión es 100 m de largo, 4m de ancho y 1 metro de alto.

ILUSTRACION 3. Literas para Humucompostaje



Nota: Modelo de literas para lombricomposta.

Posteriormente se procede a incorporar las lombrices en las bandas aclimatadas para que secuencialmente se vayan acostumbrando al nuevo sustrato como se mencionó anteriormente, Según (Fernández, Nogales, & Romero, 2014) la cantidad de lombrices, indica que por cada 60 kg de sustrato (alimento para la lombriz) se recomienda inocular 300 g de lombriz roja californiana.

ILUSTRACION 4. Inoculación de Lombrices a la Coca



Fuente: Elaboración propia con base a procedimiento experimental.

Luego se procede al manejo durante el **humucompostaje**, como ser:

Aireación, el volteo del sustrato es esencial ya que las lombrices podrían morir si no tienen la correcta aireación, esta actividad se la realizaría cada 15 días con la ayuda de rastrillos.

Riego, el riego es fundamental para mantener la humedad del sustrato, ya que las lombrices respiran por la piel y la humedad deberá estar entre 70-80 % la humedad más alta impediría la respiración de las lombrices. El riego se realizará cada 15 días conjuntamente al volteo.

Temperatura, se registrará cada 7 días, el valor de este deberá oscilar entre 20-30 °C. esta actividad consiste en introducir el geometro en cada litera sacando 20 muestras insertando el dispositivo a una profundidad de 20 cm de cada pila, se utilizará los mismos dispositivos que en la etapa de precompostaje.

Humedad, se registrará cada 7 días, los valores deberán oscilar entre 70-80 %. se debe introducir el tester al sustrato a una profundidad de 25 cm en cada pila, se practicarán mínimo 20 mediciones alrededor de cada pila, si las lecturas no tienen desviaciones significativas se procede a registrar el valor promedio

pH, esta variable se registrará cada 10 días, los valores deberán oscilar entre 5-5,8. mediante el uso de un pH metro para abonos orgánicos, la actividad consiste en introducir el dispositivo al sustrato a una profundidad de 20 cm en cada litera, realizará 25 mediciones en cada unidad de producción.

El Trampeo se procede a separar las lombrices del sustrato mediante un método denominado el trampeo, el cual consiste colocar una malla de bolsa de polietileno tipo red encima de cada litera con otro sustrato fresco en el cual pasado 4 a 5 días las lombrices pasarán al nuevo sustrato, y posteriormente se retiran las trampas con las lombrices.

ILUSTRACION 5. Trampeo de Lombrices



Fuente: Elaboración propia con base a procedimiento experimental.

Una vez realizado el trampeo se procede a cosechar el humus, se retira el sustrato libre de lombrices el cual es llevado a el área de cribado.

El humucompost cosechado se debe tamizar o cernir para obtener un tamaño de grano menor a 3 mm, los granos de mayor tamaño van quedando en la malla rotatoria de la criba y ello se recircula al proceso (literas) y asimismo quedan algunas lombrices que no lograron salir en la trampa que de igual manera son enviados a las literas. Y los granos de menor tamaño pasan a la siguiente etapa que es el secado.

ILUSTRACION 6. Tamizado de fertilizante Orgánico



Fuente: Elaboración propia con base a procedimiento experimental.

El humus obtenido es llevado mediante una cinta transportadora a la máquina secadora con el fin de disminuir la humedad a un 45-50%.

Se empaca el humus orgánico en sacos de polipropileno (indicar los datos de identificación del producto) sobre una báscula para fijar su peso cuya capacidad de cada saco será de 50 kg y se la cierra con máquina selladora.

ILUSTRACION 7. Cribadora Industrial de Compost



Nota: Modelo de Cribadora para fertilizante orgánico.

Finalmente se almacena el producto en un área segura y fresca, para su posterior distribución al mercado.

ILUSTRACION 9. Fertilizante Orgánico a Base de Coca

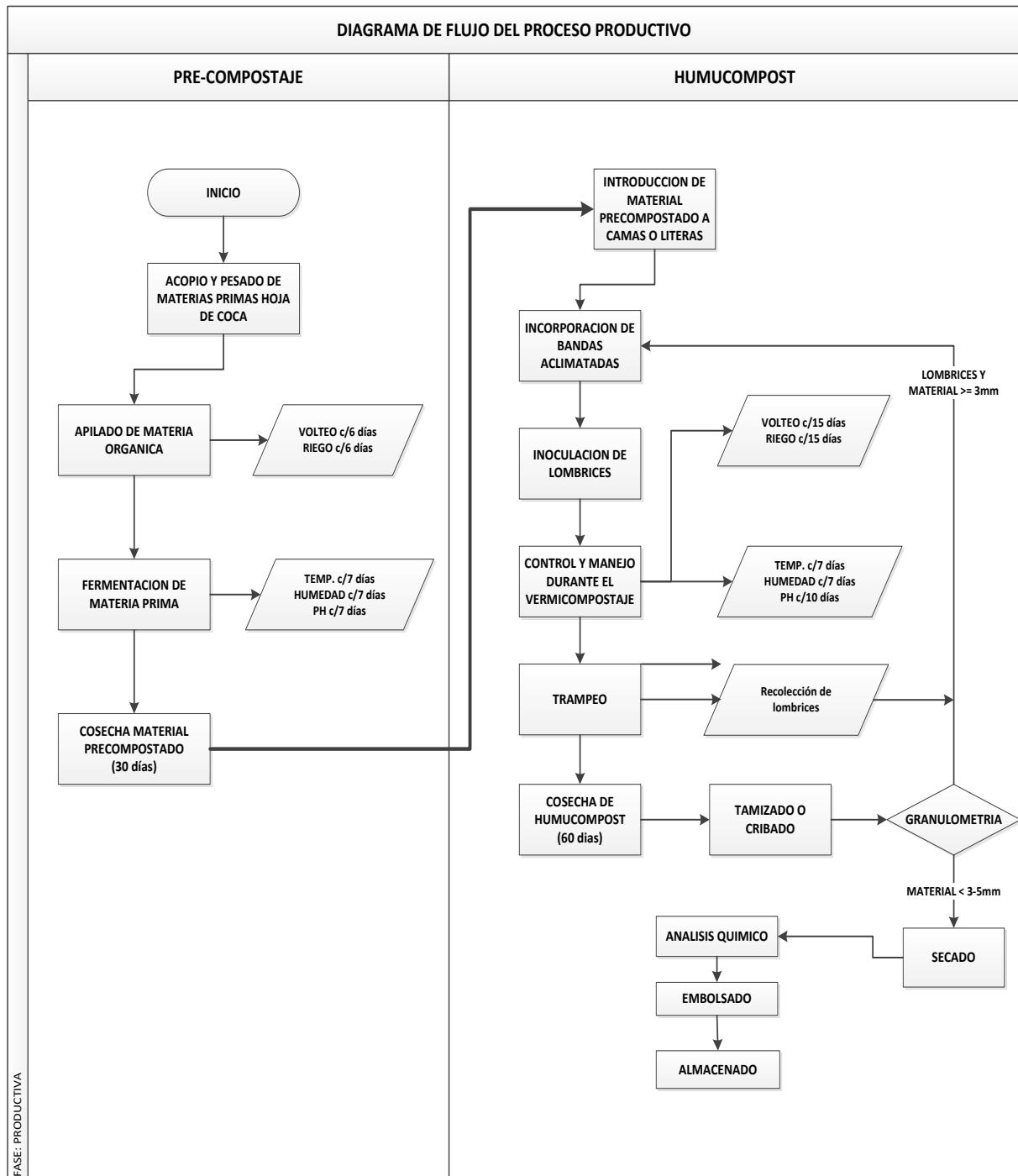


ILUSTRACION 8. Empaque Propuesto.



Fuente: Elaboración propia con base a procedimiento experimental y diseño propio de empaque del producto.

FIGURA 3. Diagrama de Flujo del Proceso Productivo



Fuente: Elaboración propia con base al procedimiento experimental en Kallutaca

Análisis y evaluación de los resultados obtenidos

Un rol importante para la investigación fue el convenio con la Universidad Pública de El Alto (UPEA), que facilitó el acceso a las pruebas experimentales y sus resultados finales. Los análisis químicos que se mandaron a realizar por parte de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la UPEA al Laboratorio de Calidad Ambiental de la Universidad Mayor de San Andrés, señalan contenidos altos de nitrógeno, potasio, fósforo, calcio, magnesio y micronutrientes, como se muestra a continuación:

TABLA 3. Características Fisicoquímicas

COMPONENTES	CONTENIDO
Textura	Franca Arenosa
pH	8,40
Conductividad eléctrica	9533 uS/cm
Humedad	45,00%
Materia Orgánica	83,00%
Nitrógeno total	4,30%
Fósforo total	0,77%
Potasio total	2,94%
Calcio total	3,26%
Hierro total	0,07%
Magnesio total	0,84%
Sodio total	0,09%

Fuente: Elaboración propia con base en datos de análisis químico del LCA-UMSA

Como se puede apreciar la coordinación interinstitucional del nivel académico fue un elemento coadyuvante para la generación del presente documento, constituyendo de esta manera en una contribución de las Universidades hacia el Gobierno Central como referencia para la toma de decisiones en relación al uso de la hoja de coca almacenada después de su secuestrada institucional.

TABLA 4. Contenido de Elementos Nutritivos de Diferente Tipo de Estiércoles

PRODUCTO	MATERIA ORGANICA %	Nutrientes en % calculados a 100% de materia orgánica					
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	MgO	PH
Bovino	75,00	1,93	1,51	1,35	1,49	0,91	8,80
Ovino	69,00	1,73	1,23	1,52	1,10	0,50	7,80
Porcino	60,00	1,79	2,17	2,10	0,91	0,32	6,10
Caballo	91,00	1,38	1,69	1,66	0,33	0,27	7,10
Asno	87,00	1,33	1,99	2,60	0,44	0,27	7,50
Llama	86,00	1,53	0,89	1,28	0,99	0,30	7,90
Conejo de Castilla	96,00	1,58	1,70	0,62	0,58	0,37	7,00
Cuy	86,00	2,49	1,92	1,81	1,09	0,22	6,70
Compost de desechos vegetales	27,00	0,85	1,10	1,33	2,02	0,71	8,20
Mezcla típica de estiércoles	50,00	1,52	1,23	1,03	1,00	0,45	8,00

Fuente: Elaborado con base en Agroecología Universidad Cochabamba – AGRUCO – UMSS

Relacionando la Tabla 3 y 4, se puede apreciar que la materia orgánica del fertilizante orgánico del proyecto alcanza al 83% cercano al estiércol producido por la Llama y el Cuy. Respecto al porcentaje del Nitrógeno, el fertilizante del proyecto presenta un 4,30%, superior al estiércol de la Tabla 4, tan solo el estiércol del Cuy se acerca a un 50%. Asimismo, el porcentaje de potasio total del producto del proyecto asciende a 2,94% por encima de todos los presentados en la Tabla 4. Por lo tanto, dicho escenario comparativo constituye una ventaja importante de oportunidad para proyectar la producción a mayor escala y de esta manera poder generar un producto boliviano en beneficio de los agricultores y descongestionar los volúmenes de hoja de coca que el Ministerio del ramo controla y lo almacena.

En este sentido, el fertilizante orgánico de estructura granular, color café oscuro a negruzco, inodoro y poroso, representa una opción favorable para el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras como una posibilidad para considerar en la transformación de la hoja de coca secuestrada e incautada. Esta iniciativa si bien

no es la solución para seguir el proceso de secuestro de la hoja de coca, es una ventaja para liberar los almacenes y disminuir costos para la entidad nacional. Sin embargo, si la decisión pública es demorada, podría seguir creciendo los almacenes, si es favorable la decisión constituirá un ejemplo del gobierno central, inclusive para otros productos secuestrados con la madera entre ellos. Por lo tanto, la Universidad al cumplir con la propuesta técnica, deja una oportunidad para la sociedad como aporte al apoyo financiero que recibe del Tesoro Nacional.

El método experimental de biodegradación permite una transformación de la hoja en fertilizante en un rango del 65% al 70%, es decir se produciría un promedio de 16 460 tn/año de fertilizante orgánico, equivalente a 329.200 bolsas de 50 kg. Si relacionamos con el precio de mercado se tendría un ingreso de 32.920.000 Bs/año, equivalente a 4.729.885 de dólares americanos. Estos ingresos que podrían coadyuvar los gastos de operación en el proceso de secuestro de la hoja de coca y disminuir costos de almacenamiento en el territorio boliviano, información que debería interesarle a la cabeza del sector gubernamental para la toma de decisiones.

Conclusiones

Después de analizar detalladamente la disponibilidad de materia prima (hoja de coca) se pudo evidenciar que existe una gran cantidad proveniente de la erradicación/racionalización y secuestro que no es correctamente aprovechada y se convierte en un potencial para su diversificación de nuevos productos beneficiosos para el agro boliviano y la generación de ingresos para el Tesoro Nacional.

El fertilizante orgánico propuesto es más rico en macronutrientes en comparación a otro tipo de fertilizantes orgánicos del mercado, como son el Nitrógeno, Fosforo y Potasio NPK y así en otros micronutrientes.

El fertilizante orgánico es aplicable a cualquier cultivo en las dosificaciones adecuadas, por lo que su mercado es amplio, pero para fines estratégicos se debe segmentar el mercado objetivo.

Referencias

- Carita Tarqui, E. (2014). *Biotransformacion de Residuos de Hoja de Coca (Erythroxylum coca) Mediante Vermicompostaje en el Centro Rpxperimental de Kallutaka*. Ingenieria Agronomica - Universidad Pública de El Alto, El Alto.
- Condori Apaza, C. (2016). *Evaluacion de Biolixiviados del Proceso de Vermicompostaje en sistema vertical de Residuos Sólidos Urbanos y Estiercoles de Bovino, en el Centro Experimental de Kallutaka*. Ingenieria Agronómica - Universidad Pública de El Alto, El Alto.
- Yucra, M. (2015). Modelo de Gestión de Investigación. <https://repositorio.umsa.bo › xmlui › handle>

Bibliografía

- Ley General de la Coca, Ley N.º 906.
- Oficinas de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito – UNODC.
- Estado Plurinacional de Bolivia, Monitoreo de Cultivos de Coca 2019.
- Boletín Electrónico Bisemanal N.º 641, Instituto Boliviano de Comercio Exterior 2017.
- Plan Nacional de Fertilización y Nutrición Vegetal 2019-2025 – INIAF.
- Agroecología Universidad Cochabamba – AGRUCO – UMSS.

CARRERA ACREDITADA AL SISTEMA ARCU-SUR, DEL MERCOSUR EDUCATIVO



INGENIERÍA INDUSTRIAL
INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL
INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL
INGENIERÍA EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

PROGRAMA ACADÉMICO DESCONCENTRADO INGENIERÍA INDUSTRIAL AMAZÓNICA-SAN BUENAVENURA
PROGRAMA ACADÉMICO DESCONCENTRADO INGENIERÍA INDUSTRIAL AMAZÓNICA-CARANAVI





CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS - 2021
LA PAZ - BOLIVIA

Av. Mcal. Santa Cruz N° 1175, Plaza del Obelisco
Mezzanine, Edificio Facultad de Ingeniería
Teléfonos 2205000 - 2205067 int. 1402
WebSite: industrial.umsa.bo
Email: ingeindustrial@umsa.bo
ingeindustrialumsa@gmail.com
Ciudad de La Paz - Bolivia