

## GUÍA DE ELABORACIÓN DEL COMPOST PARA LA PRODUCCIÓN DE QUINUA ORGÁNICA EN EL ALTIPLANO SUR <sup>1</sup>

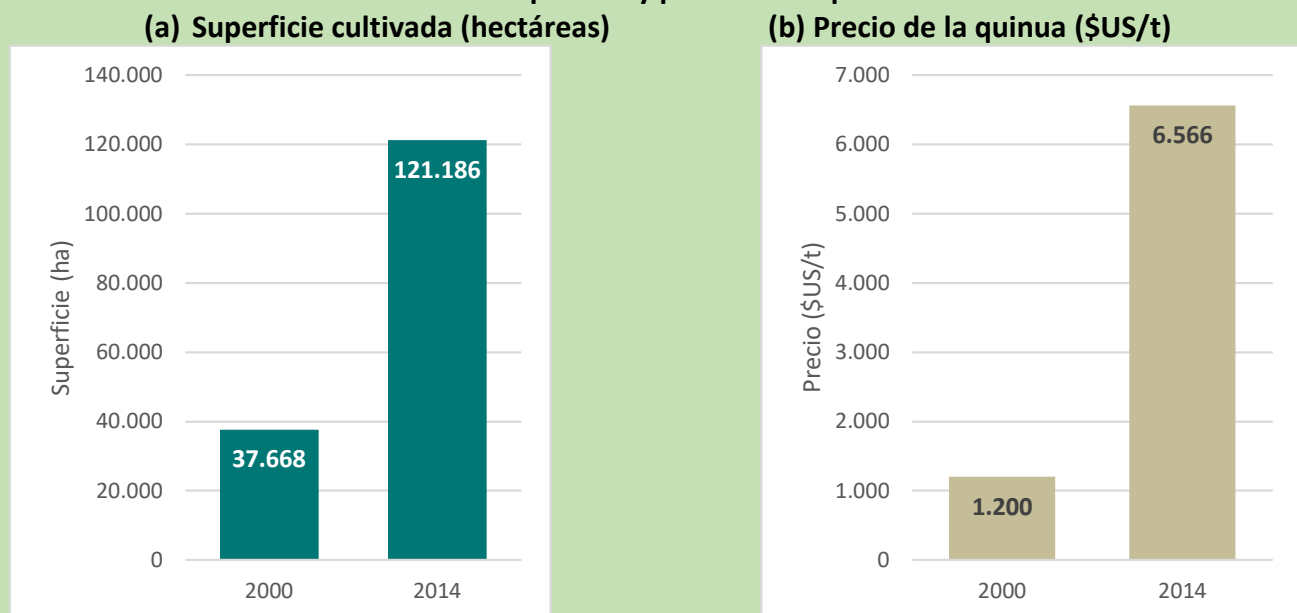
Norma Feliciano Carvajal<sup>2</sup>  
 Oscar Colque Fuentes<sup>3</sup>

### FICHA TÉCNICA

#### 1. ANTECEDENTES

Desde el año 2000 hasta 2014 la superficie cultivada con quinua en Bolivia experimentó un notable crecimiento del 222%, pasando de 37.668 a 121.186 hectáreas. En el mismo periodo, el precio del grano se incrementó en un 447%, de 1.200 a 6.566 \$US/t (IBCE, 2022). Sin embargo, tras este auge, el precio internacional de la quinua sufrió una caída significativa.

**Gráfico 1: Superficie y precio de la quinua**



**Fuente:** Elaboración propia con base en datos IBCE, 2022

<sup>1</sup> Esta ficha técnica forma parte del proyecto *Creating Indigenous Women's Green Jobs Under Low-Carbon COVID-19 Responses and Recovery in the Bolivian Quinoa Sector*, desarrollado por la Fundación INESAD bajo el patrocinio del programa *Economías Inclusivas Sostenibles* del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC), Canadá. Todas las opiniones expresadas y los posibles errores son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

<sup>2</sup> Ingeniera agrónoma. Investigadora invitada de la Fundación INESAD.

<sup>3</sup> Asesor técnico en fertilidad de suelos y nutrición de cultivos. Investigador asociado de la Fundación INESAD.

La expansión acelerada de los cultivos de quinua, especialmente en áreas tradicionalmente utilizadas como campos de pastoreo nativo (Canapa), ha generado un grave desequilibrio ecológico. Entre los principales impactos se encuentran la reducción de la población de camélidos, la pérdida de estructura del suelo –debido al uso indiscriminado e inadecuado de maquinaria agrícola–, y la disminución tanto de la materia orgánica como de la fertilidad del suelo. Además, esta expansión ha provocado una pérdida significativa de la vegetación nativa en toda la región productora de quinua.



Campos nativos de pastoreo en la región del Altiplano Sur.

Según Colque y Muriel (2024), entre 2008 y 2023 se estima una pérdida de materia orgánica de aproximadamente 65 t/ha. Durante este periodo, el contenido del suelo disminuyó en un 427%, pasando del 2,64 % al 0,47%. Semejante reducción está directamente relacionada con la baja disponibilidad de nitrógeno, un nutriente esencial para el desarrollo de los cultivos.

Los suelos del Altiplano Sur de Bolivia presentan niveles adecuados de potasio, calcio y magnesio, así como valores entre bajos a medios de fósforo. Sin embargo, el nutriente más escaso en la región es el nitrógeno, debido a la baja cantidad de materia orgánica. Este elemento es, de hecho, fundamental para la síntesis de proteínas, una característica clave en el cultivo de la quinua.

Una alternativa inmediata para incrementar el contenido de nitrógeno en el suelo es la aplicación de abonos orgánicos correctamente compostados. Estos no solo aportan nitrógeno, sino que también mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que favorece su fertilidad y sostenibilidad.

Con el propósito de ofrecer soluciones a corto plazo, se ha elaborado la ***Guía de elaboración del compost para la producción de quinua orgánica en el Altiplano Sur***, cuyo contenido se presenta a continuación.

## 2 ¿QUÉ ES EL COMPOST?

El compost es un abono orgánico obtenido a partir de la descomposición aeróbica de materiales orgánicos de origen animal o vegetal. Este proceso es llevado a cabo por microorganismos descomponedores (bacterias y hongos) que, bajo condiciones adecuadas de humedad, temperatura, pH y oxigenación, transforman la materia orgánica en un producto estable. Una vez finalizada la descomposición, el compost puede ser utilizado como enmienda o fertilizante para mejorar la fertilidad del suelo.



Abono compostado.

## 3. IMPORTANCIA DEL COMPOST EN LOS SUELOS DEL INTERSALAR

### a) Mejora de la estructura del suelo

El compost, gracias a su textura grumosa, contribuye a la formación de agregados en el suelo, lo que mejora la aireación y la retención de la humedad. En suelos pesados y compactos, aporta soltura y facilita la infiltración del agua, mientras que en suelos arenosos, como los del intersalar, genera cohesión y estabilidad, lo que evita su erosión.

### b) Aporte de materia orgánica

El compost elaborado a partir de estiércol es una fuente rica en materia orgánica. Su aplicación en el suelo previene la lixiviación de nutrientes, mejora la capacidad de retención de humedad, incrementa la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y facilita la regulación del pH del suelo, ya sea en condiciones ácidas o alcalinas.

### c) Suministro de nutrientes y microorganismos beneficiosos

La incorporación del compost en el suelo aporta nutrientes esenciales que son absorbidos por las raíces de las plantas, lo que favorece su crecimiento y rendimiento. Además, el compost estimula la actividad biológica del suelo al aumentar la diversidad y cantidad de microorganismos beneficiosos, los cuales contribuyen a la solubilización de nutrientes y mejoran la fertilidad del suelo.

### d) Reducción de enfermedades del suelo

Durante el proceso de compostaje, la fase termófila eleva la temperatura por encima de los 55 °C, lo que permite la eliminación de patógenos y semillas de malezas presentes en el estiércol utilizado en la mezcla. Esto reduce el riesgo de enfermedades en el suelo y mejora la sanidad del cultivo.

## 4. MATERIALES REQUERIDOS PARA ELABORAR EL COMPOST

La Tabla 1 presenta a detalle los insumos necesarios para la producción de siete toneladas (7 t) de compost, cantidad suficiente para fertilizar una hectárea de quinua. Se consideran los costos promedio de la región.

**Tabla 1.** Detalle de insumos, cantidades y costos para la elaboración de 7 t de compost

Insumos	Unidad	Cantidad	Unitario (bs)	Total (bs)
Estiércol camélido y ovino	m <sup>3</sup>	4	133,30	533,20
Paja brava picada	m <sup>3</sup>	3	100,00	300,00
Viruta de carpintería	m <sup>3</sup>	3	60,00	180,00
Alfalfa molida	kg	7	11,73	78,39
Microorganismos activados	L	3	68,32	198,51
Melaza	L	6	2,75	15,98
<b>TOTAL</b>				<b>1.306,08</b>

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos registrados durante la investigación.

Con esta cantidad se puede abonar una hectárea a razón de 550 g por mata; la aplicación debe realizarse mezclando el compost con la tierra del hoyo o sitio donde se sembrarán las semillas de quinua, siempre y cuando el suelo esté húmedo. El compost aplicado sobre cada planta aporta, en promedio, 0,5% de materia orgánica.

#### a. Herramientas necesarias

Para las actividades de compostaje se necesitan las siguientes herramientas: carretilla, pala, azadón, tijera de podar, machete, regadera, manguera, agro film, plástico negro, termómetro, rastrillo y tamiz.

## 5. ¿CÓMO SE ELABORA EL COMPOST?

### 5.1 Planificación

Antes de iniciar el proceso de compostaje, es fundamental definir la cantidad de compost a producir, ya que esto determinará el espacio necesario, así como las cantidades de insumos y materiales requeridos.



Activación de microorganismos.

Es importante activar los microorganismos eficientes con al menos 12 días de anticipación, ya que este es el tiempo necesario para completar su incubación. Para la activación se utiliza una mezcla de un litro de microorganismos eficientes, un litro de melaza y 18 litros de agua de vertiente, con lo que se obtienen un total de 20 litros de solución.

Además, se debe preparar adecuadamente el área de compostaje, asegurando su nivelación y otras condiciones necesarias para un proceso eficiente.

## 5.2 Apilado

Antes de apilar los materiales, se recomienda preparar una base con plástico o con paja, además de humedecer previamente el estiércol y la viruta, y diluir los 20 litros de microorganismos activados en 180 litros de agua.

El apilado se realiza en capas de 10 a 15 cm de espesor:

1. Primera capa: estiércol.
2. Segunda capa: viruta.
3. Tercera capa: paja brava.

Después de cada capa completa, se debe asperjar con la solución de microorganismos activados.



Proceso de apilado del compost.

Para las condiciones del Altiplano se recomienda un apilado con dimensiones de 1,20 m de altura, 1,50 m de ancho y 8 m de largo. Dicho apilado debe cubrirse con plástico negro o agrofilm para captar la radiación solar, mantener temperaturas adecuadas para el compostaje y evitar la pérdida de humedad.

## 5.3 Volteo

El primer volteo debe realizarse cuando la temperatura del compost alcance aproximadamente los 50 °C, lo que ocurre alrededor de los 22 días. Posteriormente, los volteos se deben realizar cada 15 días hasta que el compost se estabilice.

El volteo permite mejorar la oxigenación y acelerar la descomposición de la materia orgánica. Durante este proceso, se deben desmenuzar los terrones gruesos para optimizar la acción de los microorganismos. Si la relación carbono-nitrógeno es demasiado alta, se recomienda añadir alfalfa molida para incrementar el contenido de nitrógeno.



Volteo del compost.

#### 5.4 Riego

Regar el compost en cada volteo es esencial para mantener su humedad. La cantidad de agua a aplicar dependerá del estado del compost.

Para evaluar la humedad, se debe tomar un puñado de compost y apretarlo:

- Si se desprende una gota de agua, la humedad es adecuada.
- Si sale un chorro de agua, el compost está demasiado húmedo.
- Si no sale ninguna gota, está muy seco y necesita ser humedecido.



Riego para mantener la humedad del compostaje.

#### 5.5 Cernido



Cernido.

Haciendo uso de un tamiz (cernidor) metálico se podrán seleccionar los terrones gruesos que deberán ser desmenuzados nuevamente, incorporando microorganismos activados y brindando condiciones de humedad, temperatura y oxigenación.

## 5.6 . Tiempo del proceso de compostaje

En las condiciones naturales del Altiplano, el compostaje requiere entre 4 y 6 meses de realización, dadas las bajas temperaturas de la región (Maceda, 2015). No obstante, el uso de microorganismos activados permite reducir este tiempo a 3 o 4 meses.

## 5.7 Conclusión del proceso de compostaje y evaluación de la calidad de compost

Para determinar si el compost está estabilizado y listo para su uso, se deben considerar los siguientes aspectos:

- **Color:** Debe ser oscuro y uniforme.
- **Olor:** Similar al de la tierra húmeda, sin rastros de putrefacción.
- **Textura:** No debe contener residuos reconocibles de los materiales iniciales.

## 6 CONDICIONES QUE SE DEBEN TOMAR EN CUENTA AL MOMENTO DE COMPOSTAR

El éxito del compostaje depende de proporcionarles a los microorganismos las condiciones óptimas de temperatura, calidad del agua y aireación.

### 6.1 Oxigenación

El oxígeno es esencial para la descomposición de la materia orgánica. Un exceso de aireación puede reducir la temperatura del compost, mientras que una falta de oxígeno puede generar malos olores y ralentizar el proceso.

### 6.2 Humedad

Este factor es indispensable para los microorganismos. Se debe evitar una humedad elevada porque se produce una putrefacción del material compostado. Por el contrario, una baja humedad disminuye la actividad de los microorganismos y, en consecuencia, el proceso se retrasa.

### 6.3 Temperatura

La temperatura es un indicador clave del proceso de compostaje. Varía según la fase en la que se encuentre el material:

- **Óptima:** Alrededor de 55 °C.
- **Si se mantiene por encima de 55 °C durante 15 días,** se garantiza la eliminación de patógenos y de semillas de malezas.
- **Si supera los 65 °C durante más de 3 días,** el exceso de calor puede deshidratar y eliminar microorganismos beneficiosos. En este caso, se recomienda voltear el compost para enfriarlo.

El monitoreo de la temperatura y humedad se debe realizar con equipos portátiles de medición directa.

En el Grafico 2 se muestra la curva de temperatura registrada durante el proceso de compostaje. Al inicio del proceso se puede observar que las temperaturas son bajas debido al clima frío del Altiplano.

**Gráfico 2.** Curva de temperaturas referencial durante de proceso de compostaje en la localidad de Huari, Oruro.



**Fuente:** Elaboración propia con base en datos registrados durante la investigación.

## 7 TIEMPO MÍNIMO PARA ELABORAR EL COMPOST

**Tabla 2.** Calendario de elaboración del compost y periodos para realizar diferentes actividades

Actividad	Mayo			Junio				Julio				Agosto				Septiembre		
	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3
Acopiar insumos y materiales	////																	
Elaborar compost		////																
Evaluación de temperatura			////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
Evaluación de humedad			////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
Regado de compost					////		////		////		////		////		////		////	
Volteo de compost							////		////				////					
Cernido de compost											////							
Fase mesófila I																		
Fase termófila																		
Fase mesófila II																		
Fase de estabilización																		
Aplicación de compost																		////

**Fuente:** Elaboración propia con base en datos registrados durante la investigación. Actividades adaptadas a las fechas de siembra.

La Tabla 2 muestra un calendario de actividades a realizar para la elaboración del compost. Todas ellas fueron adaptadas a la fecha de siembra, siendo que la elaboración del compost debe comenzar en la

primera semana de mayo y, de esa manera, concluir con la descomposición y estabilización del compost para la segunda y tercera semana de septiembre, fechas en que se realiza la siembra del cultivo de quinua.

## 8 MÉTODOS DE APLICACIÓN

### 8.1 Método por hoyo

Este método consiste en realizar una siembra manual con la excavación de hoyos en los cuales se aplica la cantidad de compost previamente calculada. Luego, debe mezclarse el compost con la tierra, se deben adicionar entre 4 y 5 litros de agua, y se debe cubrir con una capa fina de tierra antes de sembrar las semillas de quinua.



Aplicación del compost con el método por hoyo.



Aplicación del compost por jichi.

### 8.2 Método por jichi

Este método se aplica antes de la temporada de lluvias (noviembre-diciembre). Consiste en distribuir el compost alrededor de las plantas de quinua en un radio de aproximadamente 20 cm y a una profundidad de 6 a 7 cm. Se debe utilizar siempre la dosis recomendada. Posteriormente, se debe cubrir con una porción de tierra para evitar la pérdida de humedad, la volatilización del nitrógeno y la disminución de microorganismos beneficiosos.

## 9 BIBLIOGRAFÍA

- Maceda, A. W. (2015) *Efecto del compost y estiércol de ovino en el cultivo de la quinua (Chenopodium Quinoa Willd) - Villa Patarani Altiplano Central (Tesis de grado)*. La Paz, Bolivia: Facultad de agronomía, carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Mayor De San Andrés, p. 28.
- Román, P., Martínez, M., Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor (Experiencias en América Latina)*. Santiago, Chile, pp. 23-32.
- Instituto Boliviano de Comercio Exterior -IBCE- (2022). *Exportaciones de quinua: Boletín Electrónico Bisemanal N° 1.069*. 30 de junio de 2022.
- Colque, F. O., Muriel, H. B. (2024). *Análisis de fertilidad de suelos en parcelas de producción de quinua orgánica en comunidades del Altiplano Sur de Bolivia*. La Paz, Bolivia: Instituto de Estudios Avanzados en Desarrollo (INESAD).