



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



MINISTERIO DE DESARROLLO RURAL Y TIERRAS
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA Y FORESTAL
DIRECCIÓN NACIONAL DE INNOVACIÓN

PROYECTO:

"DESARROLLO DE TECNOLOGIAS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL
CULTIVO DE CACAO"

**VALIDACION DE LA EFICIENCIA DE UN PROTOTIPO DE MAQUINA
EMBOLSADORA PARA REDUCIR EL TIEMPO DE LLENADO DE SUSTRATO
EN BOLSAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) PALOS BLANCOS**

Beni – Bolivia

2024

Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal – INIAF
Dirección: Calle Cañada Strongest, Esquina Otero de la Vega, N° 1573/ Zona San Pedro Centro
Teléfonos: (591-2) 22148913 - 22124404 – 2113629 - 2 2124341 – 2 2124411
La Paz – Bolivia



INDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	5
1.1	ANTECEDENTES	6
1.2	JUSTIFICACIÓN	6
2	OBJETIVOS	7
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	7
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICOS	7
3	DESARROLLO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PERFIL DE VALIDACIÓN	7
3.1	PROCEDIMIENTO DE VALIDACIÓN.....	8
3.1.1	<i>Preparación del área de vivero.....</i>	<i>8</i>
3.1.2	<i>Preparación de las bolsas para el llenado.....</i>	<i>8</i>
3.1.3	<i>Embolsado de sustrato de forma manual</i>	<i>8</i>
3.1.4	<i>Embolsado de sustrato con la maquina</i>	<i>8</i>
3.2	TOMA DE DATOS DE LA VARIABLE DE RESPUESTA	9
3.2.1	<i>Tiempo de llenado de sustrato en las bolsas de cacao.....</i>	<i>9</i>
4	LOCALIZACIÓN	9
4.1.1	<i>Ubicación Geográfica</i>	<i>9</i>
4.1.2	<i>Ubicación del Ensayo.....</i>	<i>9</i>
4.2	MATERIALES Y/O POBLACIÓN DE ESTUDIO	10
4.2.1	<i>Material de campo.....</i>	<i>10</i>
4.2.2	<i>Material de Gabinete</i>	<i>10</i>
4.2.3	<i>Prototipo</i>	<i>10</i>
4.3	MÓDULO DE DEMOSTRACIÓN	10
4.4	DATOS GENERALES DEL MÓDULO DEMOSTRATIVO.....	11
4.4.1	<i>Localización del Módulo Demostrativo</i>	<i>11</i>
5	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	11



5.1	TIEMPO DE LLENADO DE LAS BOLSAS DE SUSTRATO	11
5.2	COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA MAQUINA EMBOLSADORA	13
6	PRESUPUESTO	13
6.1	COSTO DE PRODUCCIÓN	13
7	CONCLUSIONES	14
8	RECOMENDACIONES.....	15
9	BIBLIOGRAFÍA.....	16



INDICE DE TABLA

TABLA 1	UBICACIÓN DE LOS MÓDULOS DEMOSTRATIVOS	11
TABLA 2	CANTIDAD DE BOLSAS LLENADOS CON SUSTRATO DE FORMA MANUAL.....	11
TABLA 3	CANTIDAD DE BOLSAS LLENADOS CON SUSTRATO CON EL PROTOTIPO MAQUINA EMBOLSADORA	12
TABLA 4	DETALLE DEL PRESUPUESTO	14

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	UBICACIÓN DEL ENSAYO	10
FIGURA 2.	EFICIENCIA DE LA MAQUINA EMBOLSADORA	13

INFORME DE VALIDACION DE TECNOLOGIA EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE UN PROTOTIPO DE MAQUINA EMBOLSADORA PARA REDUCIR EL TIEMPO DE LLENADO DE SUSTRATO EN BOLSAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN PALOS BLANCOS.

1 Introducción

El cacao se cultiva en regiones cálidas y húmedas en más de 50 países ubicados en 4 continentes (África, América, Asia y Oceanía); 23 de esos países son de América y en ellos se produce cacao con fines comerciales, lo que convierte el cacao en un cultivo de gran importancia económica, social, ambiental y, particularmente, cultural para los territorios en donde se produce. La actividad cacaotera tiene impacto importante en los principales países productores, ya que representa el modo de vida de más de 150 000 agricultores y genera alrededor de 1 500 000 empleos directos en las etapas de producción, procesamiento y comercialización. La producción de cacao en América abarca una superficie superior a 1 700 000 hectáreas y genera flujos comerciales superiores a los 900 millones de dólares de exportaciones anuales. Con base a estos elementos, se identifica la producción del cacao como una cadena prioritaria dentro del quehacer de la cooperación técnica del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2017).

En Bolivia, principalmente en las regiones de la amazonia y región sub tropical como la región del Alto Beni; se sitúa una de las zonas de mayor producción de cacao nacional, con un rendimiento anual de 350 – 450 Kg/ha, mismo que estas regiones producen anualmente 4.560 toneladas, del cual un 90% proviene de la región del Alto Beni en el departamento de La Paz, siendo el valor económico de esta producción de 2.8 millones de dólares en ingresos económicos productivos de la región y el PIB nacional (July, 2010).

En la actualidad, en Alto Beni en la Estación Experimental de Sapecho, de la Universidad Mayor de San Andrés, conjuntamente con la cooperativa EL CEIBO Ltda.,

multiplican semillas híbridas polinizadas y producen plantines injertados y garantizados para la venta. Siendo en ese sentido uno de los únicos cultivos importantes de cacao híbrido en la región (July, 2010).

1.1 Antecedentes

En los municipios de Palos Blancos y Alto Beni de la región del norte de La Paz, la agricultura es una fuente de la economía principalmente el cultivo de cacao ayudando a las personas del sector a mejorar su calidad de vida. Dentro del cultivo existe el proceso de siembra en bolsas de polietileno en fase de vivero, en donde las plantas de cacao crezcan hasta salir a campo

El proyecto “Desarrollo de tecnologías para mejorar la productividad del cultivo de cacao” del INIAF, cuenta con un centro de innovación tecnológica de cacao (CITCAO), en donde se tiene el área de vivero en el cual se realiza la propagación de plantas por semilla, para que las plantas tengan un buen crecimiento las semillas están en bolsas de almacigo, estas están llenadas con sustrato, pero este proceso se lo realiza de forma manual, donde las personas llenan el sustrato en las bolsas de almacigo de forma manual, esto causa un retraso y al mismo tiempo se ocupa varias personas por ende más gastos en este proceso.

1.2 Justificación

El Iniaf a través del proyecto cacao ve la manera de solucionar dichos problemas validando un prototipo de maquina embolsadora de sustrato, generando así una mejor disposición de los recursos tanto personal como económicos; es así que con esta necesidad se realizara la validación de la eficiencia de un prototipo de maquina embolsadora de sustrato generando nueva tecnología e innovación para aplicar en este proceso.



2 Objetivos

2.1 Objetivo General

- Validar la eficiencia de un prototipo de maquina embolsadora para reducir el tiempo de llenado de sustrato en bolsas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Palos Blancos.

2.2 Objetivo Específicos

- Determinar el tiempo de llenado de sustrato en las bolsas de cacao
- Mostrar nueva alternativa de embolsado de sustrato

3 Desarrollo de la Implementación del Perfil de Validación

Se logró ejecutar la validación eficiencia de un prototipo de maquina embolsadora para reducir el tiempo de llenado de sustrato en bolsas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Centro de Innovación Tecnológica en Cacao (CITCAO), se realizó el acopio de sustrato que son: tierra del lugar, arena o lama, aserrín y gallinaza descompuesta.

Se realiza la mezcla del sustrato en la cual se hizo una mezcla homogénea 50% tierra del lugar, 20% arena corriente o lama, 20% de aserrín descompuesto, y 10% de abono gallinaza.

Una vez mezclado el sustrato y cernido se procedió a llenar las bolsitas con sustrato de forma manual ocupando 3 jornaleros durante una hora y como también una jornada laboral (8 horas). Y se registró la cantidad de bolsas llenado por los jornaleros.

Para la evaluación del prototipo maquina embolsadora se ocupo de igual forma 3 jornaleros un operario en la tolva de alimentación de sustrato y dos jornaleros en el tambor de colocado de las bolsitas y llenado de la misma. De igual forma se registro la cantidad de bolsas llenados durante el tiempo de evaluación.

Durante el proceso de validación, se llevó a cabo un taller de capacitación con técnicos del Programa Cacao, en el que participaron instituciones como SENASAG,

IPD-SA, GAM Palos Blancos y productores. Durante este evento se presentaron y discutieron los resultados preliminares de la validación.

Para el proceso de validación del prototipo maquina embolsadora se ocuparon 3 jornaleros con servicio manual.

3.1 Procedimiento de Validación

3.1.1 Preparación del área de vivero

Se llevó a cabo la limpieza de 40 m² donde se ubicó la mezcla de sustratos, en la cual se realizó una mezcla homogénea que consistía en un 50% de tierra del lugar, un 20% de arena corriente o lama, un 20% de aserrín descompuesto y un 10% de abono gallinaza. El acopio del sustrato se realizó en el Centro de Innovación Tecnológica de Cacao San Miguel de Huachi.

3.1.2 Preparación de las bolsas para el llenado

Para el crecimiento de las plantas de cacao se utilizaron bolsas de polietileno de color negro de 16* 24 cm previamente perforado y capacidad de 1 kilogramo de tierra.

3.1.3 Embolsado de sustrato de forma manual

Un metro cubico de tierra alcanza para 650 a 700 bolsas aproximadamente, una persona puede manualmente llenar de 600 a 800 bolsas por día o jornada, estos datos provienen de la experiencia de las personas que se dedican a esta labor (viveristas).

3.1.4 Embolsado de sustrato con la maquina

Para el embolsado de sustrato con la maquina se requiere dos operarios en el plato embolsador y un operario en la tolva de alimentación de sustrato, con la pala el operar alimentara la tolva con sustrato previamente mesclado, en el plato de la embolsadora un operador colocara las bolsas en los cilindros de sujeción de la bolsa y el otro ira retirando las bolsas con sustrato llenado (consta de 4 cilindros para el llenado de las bolsitas)



Para el embolsado del sustrato con la máquina, se requirieron 3 operarios, un operario con la ayuda de una pala estuvo en constante alimentación con sustrato a la tolva, dos operarios en el plato embolsador para el colocado de la bolsas en las 4 cilindros de salidas del tambor al mismo tiempo realizaron la sujeción y llenado de las bolsas con sustrato.

3.2 Toma de Datos de la Variable de Respuesta

3.2.1 Tiempo de llenado de sustrato en las bolsas de cacao

Para evaluar esta variable, se llevó a cabo un conteo simple del total de bolsas llenadas con sustrato durante una hora.

4 Localización

4.1.1 Ubicación Geográfica

El municipio de Palos Blancos cuarta sección de la provincia Sud Yungas del departamento de La Paz, se encuentra localizado a 239 Km. de distancia respecto de la ciudad de La Paz, para su acceso desde la sede de gobierno se recorre un primer tramo hasta llegar a Sapecho (Ruta 3 de la Red Fundamental: La Paz – Trinidad), para continuar hacia el desvío que se dirige a la localidad de Covendo y que pasa por la capital del municipio la ciudad de Palos Blancos ubicado a 10 Km. de Sapecho.

El municipio a partir de la línea del Ecuador y el meridiano de Greenwich, se ubica entre los paralelos 67°00'81'' y 71°60'81'' LS, entre 83°33'109'' y 82°48'90'' LO, a una altitud de 390 msnm (PDM-PB, 2012).

4.1.2 Ubicación del Ensayo

La validación de tecnología, se realizara en el Centro de Innovación Tecnológica en Cacao (CITCAO), comunidad San Miguel de Huachi, municipio de Palos Blancos, provincia Sud Yungas del departamento de La Paz, El (CITCAO) se encuentra en las coordenadas de: X: 700974 Y:82760202



Figura 1. Ubicación del ensayo



4.2 Materiales y/o Población de estudio

4.2.1 Material de campo

- Pala
- carretilla
- Bolsas de almacigo de 12*24
- Cuaderno de campo
- Lápiz
- Sustrato para llenado de bolsas

4.2.2 Material de Gabinete

- Laptop
- Cámara
- Impresora
- Hojas bond

4.2.3 Prototipo

- Maquina embolsadora

4.3 Módulo de Demostración

Módulo de Demostrativos, MODEM, son predios en los cuales se demuestra las tecnologías a validarse, para que el agricultor aplique en su predio, con la finalidad de

evaluar lo que significa en términos productivos y de rentabilidad. Los resultados de los
modem son dados a conocer a otros agricultores, a través de visitas en grupo de
productores al Centro de Innovación Tecnológica en Cacao.

4.4 Datos Generales del Módulo Demostrativo

4.4.1 Localización del Módulo Demostrativo

La ubicación de los módulos demostrativos se muestra en la tabla 1

Tabla 1 *Ubicación de los módulos demostrativos*

Departamento	Municipio	Comunidad	Altitud	Institución	Georreferenciación
La Paz	Palos	San Miguel		INIAP	X: 700974
	Blancos	de Huachi			Y: 82760202

Croquis de la Parcela

Módulo Demostrativo Palos Blancos

T ₁	T ₃ R ₁	T ₃ R ₂	T ₃ R ₃
----------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

5 Resultados y Discusiones

5.1 Tiempo de Llenado de las Bolsas de Sustrato

Se cuantificó la cantidad de bolsas llenadas con sustrato durante una hora tanto de
forma manual y con la máquina embolsadora

Tabla 2 *Cantidad de bolsas llenados con sustrato de forma manual*

EVALUACION	CANTIDAD DE BOLSAS LLENADO CON SUSTRATO POR UNA HORA	CANTIDAD DE BOLSAS LLENADOS CON SUSTRATO POR JORNADA LABORAL
Jornalero 1	100	800
Jornalero 2	90	720
Jornalero 3	112,5	900
Total de bolsas llenado con sustrato por 3 jornales	302,5	2420
Promedio de embolsado por jornal	100,8	806,7

En la Tabla 2 se presentan los datos sobre la cantidad de bolsas llenadas manualmente con sustrato. Durante una hora, se registró un promedio de 100,8 bolsas, mientras que en una jornada laboral completa se llenaron en promedio 806,7 bolsas. Cada bolsa tiene un peso promedio de 1275 gramos.

Ocupando 3 jornales en una hora logran embolsar 302,5 bolsas con sustrato y en una jornada llenan 2420 bolsas.

Tabla 3 *Cantidad de bolsas llenados con sustrato con el prototipo maquina embolsadora*

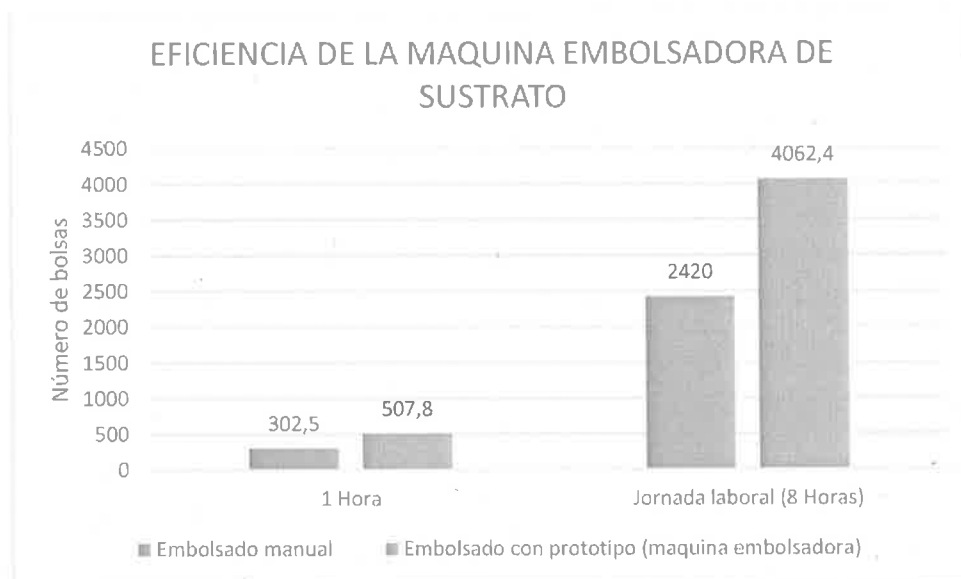
EVALUACION	CANTIDAD DE BOLSAS LLENADO CON SUSTRATO POR UNA HORA	CANTIDAD DE BOLSAS LLENADOS CON SUSTRATO POR JORNADA LABORAL
Repetición 1	514,2	4113,6
Repetición 2	480	3840
Repetición 3	529,2	4233,6
Promedio	507,8	4062,4

En la Tabla 3 se presentan los datos sobre la cantidad de bolsas llenadas con sustrato utilizando una máquina embolsadora semiautomática. Durante una hora, se registró un promedio de 507,8 bolsas, mientras que en una jornada laboral completa se llenaron, en promedio, 4062,4 bolsas. Cada bolsa tiene un peso promedio de 1163,5 gramos.

Los datos comparativos de la Tabla 2 y la Tabla 3 revelan una clara diferencia en la eficiencia y productividad entre el llenado manual de bolsas y el uso de una máquina embolsadora semiautomática.

5.2 Comparación de la eficiencia de la maquina embolsadora

Figura 2. Eficiencia de la maquina embolsadora



En la figura 2 se puede observar que, al trabajar manualmente con tres embolsadores durante una hora, se llenaron 302,5 bolsas con sustrato. En comparación, utilizando una máquina embolsadora con tres operarios, se lograron embolsar 507,8 bolsas, lo que representa un incremento de 205,3 bolsas respecto al trabajo manual. A lo largo de la jornada laboral, los jornaleros llenan manualmente un total de 2,420 bolsas, mientras que con el prototipo se logra embolsar 4,062.4 bolsas, resultando en un aumento de 1,642.4 bolsas en comparación con el método manual.

6 Presupuesto

6.1 Costo de Producción

La siguiente tabla, nos permite conocer el presupuesto necesario, para la validación en las parcelas de los productores

Tabla 4 *Detalle del presupuesto*

Detalle	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
Mano de obra	Jornal	5	100	500
Bolsa de polietileno negro	unidad	2000	0,2	400
Tierra negra	cubo	2,5	60	150
Arena o lama	cubo	1	80	80
Aserrín descompuesto	cubo	1	100	100
pala	Pza	1	70	70
Maquina embolsadora	Pza	1	7699	7699
Total				8999

7 Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente validación se concluye lo siguiente:

- Los datos comparativos de la Tabla 2 y la Tabla 3 revelan una clara diferencia en la eficiencia y productividad entre el llenado manual de bolsas y el uso de una máquina embolsadora semiautomática.
- Eficiencia en el llenado, durante una hora, el promedio de bolsas llenadas manualmente fue de 100,8 mientras que con la máquina embolsadora semiautomática se lograron 507,8 bolsas. Esto sugiere que el uso de la maquinaria incrementa significativamente la producción en un mismo período de tiempo.
- Producción diaria, en una jornada laboral completa, el llenado manual resultó en un promedio de 806,7 bolsas, comparado con 4062,4 bolsas llenadas con la máquina. Esta diferencia de aproximadamente cinco veces más en la producción diaria resalta la efectividad de la automatización en el proceso de embolsado.



8 Recomendaciones

- Invertir en maquinaria, dado el notable aumento en la productividad al utilizar la máquina embolsadora semiautomática, se recomienda considerar la inversión en más maquinaria de este tipo. Esto no solo aumentaría la producción, sino que también podría reducir costos laborales a largo plazo.
- Analizar la calidad del sustrato, dado que las bolsas llenadas manualmente tienen un mayor peso promedio, se sugiere un análisis del sustrato utilizado en ambos procesos. Asegurarse de que la calidad y el peso del sustrato sean consistentes contribuirá a mejorar la uniformidad del producto final.
- Se debe mejorar en el tambor de cilindros que pueda haber más orificios o modificarlo en un sistema corredizo en forma de riel donde se pueda colocar mas bolsás para el llenado, de esta forma se aprovecharía mejor la potencia del motor

9 Bibliografía

Fonadal. (2015). Informe de consultoria Ejecución del Programa Regional de Intervencion del rubro cacao en el marco del programa de apoyo presupuesto sectorial II La Paz-Bolivia.

Helvetas. (2019). «Bolivia tiene el cacao silvestre de excelencia» afirma Jaime Freire experto internacional de nacionalidad ecuatoriana, conocido como 101 Papá Cacao. Helvetas Bolivia,. doi:https://www.helvetas.org/es/bolivia/quienessomos/siguenos/noticias/El-cacao-silvestre-boliviano-es-de-altacalidad_pressrelease_5045#:~:text=En%20Bolivia%20se%20estima%20una,cacao%20cultivado%20de%20origen%20silvestre.

Huito S. M. N. (2018). La Produccion y exportacion de cacao en el desarrollo productivo de Bolivia: 1998—2017. [Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andres], 143. La Paz, Bolivia. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/19040>

Icco. (2015). El Perú centro de origen y la biodiversidad del cacao. MINAGRIPERU,. <https://www.icco.org/wpcontent/uploads/2019/07/Ficha-Cacao.pdf>

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (2017). Manual técnico del cultivo de cacao practicas latinoamericanas. San José – Costa Rica. 5-14.

Jimenez, E. L. (2019). Influencia del patron en el prendimiento de injertos de yema en cacao (Theobroma cacao L.). Huamanguillo Tabasco, Tabasco, Mexico. Recuperado el abril de 2024.

July, W. (2010). Manual para la Producción Orgánica de Cacao en Bolivia. 99 – 110p.

Mascol, Mora, W., Gómez, A. (2012). Manual de Manejo Técnico del Cacao Blanco de Piura. Ministerio de Agricultura- Peru, 1-72.



PIAF-EL CEIBO. (2015). Manual del manejo de cacao orgánico. Experiencias de la
región del Alto Beni, Bolivia, pp. 3 – 87.

Reyes, M, Marín, L y Montalván, O. (2014). Prendimiento de dos tipos de injertos en
cacao en distintas fases lunares, Siuna. [Tesis de pre grado], Universidad Nacional
Agraria de la selva.
[https://revistas.uraccan.edu.ni/index.php/Interculturalidad/article/view/343/657#](https://revistas.uraccan.edu.ni/index.php/Interculturalidad/article/view/343/657#:~:text=Algunos%20estudios%20recomiendan%20que%20las,favorece%20la%20uni%C3%B3n%20del%20injerto)
:~:text=Algunos%20estudios%20recomiendan%20que%20las,favorece%20la%
20uni%C3%B3n%20del%20injerto

Tenazoa, A. J. (2016). “Influencia de las edades del patrón de Theobroma cacao L.
(Cacao) y la desinfección de varas yemeras ics—95 y ccn—51, en el prendimiento
del injerto, bajo condiciones de san alejandro”. Yarinacocha, Perú. Recuperado
abril de 2024.

Vásquez-García, J., Malqui, R., & Vilca, N. (2023). Manual de Manejo Agronómico de
Cacao. (I. N. INIA, Ed.) Lima, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12955/2105>

Zambrano, E., & Cedeño, J. (2012). Influencia de la edad del patrón de cacao (Theobroma
cacao L.) sobre el prendimiento de los injertos eet-575, eet- 576 y eet-103 espam-
mfl (Tesis de licenciatura) Escuela Superior Politecnica Agropecuaria Manabí.
Calceta, Ecuador. Recuperado el 5 de Octubre de 2023.
[https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/18/Moran%20Za](https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/18/Moran%20Zambrano%20Eduardo%20Luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
[mbrano%20Eduardo%20Luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/18/Moran%20Zambrano%20Eduardo%20Luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



ANEXO



Anexo 1 Área de preparación de sustrato



Anexo 2 Mescla de sustrato (arena, tierra negra, aserrín y gallinaza)



Anexo 3 cernido del sustrato para obtener una mescla fina



Anexo 4 Traslado del sustrato a la maquina embolsadora



Anexo 5 Llenado de la tolva de alimentación con sustrato





Anexo 7 Tambor de salida de 4 cilindros



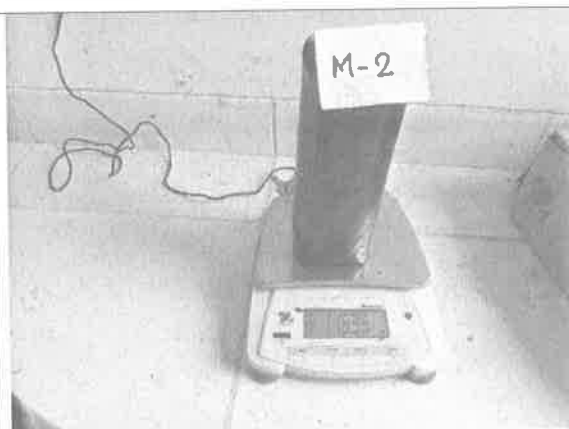
Anexo 8 colocado de las bolsitas en los cilindros del tambor



Anexo 9 Llenado de las bolsas con sustrato en la maquina embolsadora



Anexo 10 Maquina embolsadora



Anexo 11 pesado de las bolsitas con sustrato en la balanza





Anexo 12 Embolsado de las macetas de forma manual



Anexo 13 Transferencia de la maquina embolsadora a técnicos del Programa Cacao



Anexo 14 y 15 Transferencia a técnicos del Programa y del GAM Palos Blancos

