

Productividad de la planta de semillas de Zamorano al acondicionar maíz de líneas puras, cruzas e híbridos comerciales

Alejandro Josué Guerrero Andino

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Productividad de la planta de semillas de Zamorano al acondicionar maíz de líneas puras, cruzas e híbridos comerciales

Tesis presentada como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero en Agroindustria
Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por:

Alejandro Josué Guerrero Andino

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Alejandro Josué Guerrero Andino

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

**Productividad de la planta de semillas de Zamorano al
acondicionar maíz de líneas
puras, cruzas e híbridos comerciales**

Presentado por:

Alejandro Josué Guerrero Andino

Aprobado:

Edward Moncada, M.A.E.
Asesor principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Carrera Agroindustria Alimentaria

Jaime Nolasco, M.A.E.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A mi Dios todopoderoso, porque siempre ha permanecido fiel en cada momento de mi vida.

A mis padres Oscar Guerrero y Ana Andino que me han dado siempre su amor y apoyo incondicional.

A mis queridas hermanas, gracias por todo su amor.

A mis abuelos, por su cariño, por todo el apoyo que me brindaron en mis estudios.

A mi tío Francisco Andino, por su especial atención y por su confianza en mí.

A mis amigos Zamoranos y de Tegucigalpa por estos cuatro años de amistad y de momentos inolvidables.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Edward Moncada por su amistad, por su asesoría y consejos en el desarrollo de este proyecto.

Al Ing. Jaime Nolasco por su ayuda en la recopilación de información y por sus consejos.

A Manuel Alexis Moncada por su amistad y por ayudar en la recopilación de datos.

A la Escuela Agrícola Panamericana, por todos los conocimientos y experiencias brindadas.

A los empleados de la planta de semillas de Zamorano, David Landa, Rodrigo Lagos, Amilcar Hernández y Luís García, por su ayuda en todo momento, por sus enseñanzas, sus exhortaciones y consejos.

A la Ing. Eileen Gómez, por su amistad, por toda su paciencia y colaboración.

A Camilo Valerio, por sus enseñanzas en el laboratorio de semillas.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Agradezco a mis padres que me han apoyado siempre económicamente.

A Zamorano, por financiar parcialmente mis estudios universitarios en el primero y segundo año.

Agradezco a la Secretaría de Agricultura y Ganadería por el financiamiento brindado durante mis estudios en Zamorano.

Agradezco al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y a su programa FOOD FOR PROGRESS por el financiamiento de mis dos últimos años de estudios en Zamorano.

RESUMEN

Guerrero, A. 2007. Productividad de la planta de granos y semillas de Zamorano al acondicionar maíz de líneas puras, cruzas e híbridos comerciales. Proyecto Especial de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 21p.

Durante la creación de bienes y servicios es necesario hacer una transformación de los recursos y materias primas, a medida que se logra ser más eficiente en la transformación, se logra también ser más productivo. Las empresas se interesan por ser productivas para ser competitivas y aprovechar oportunidades en el mercado local e internacional. La medición de la productividad da una base para la toma de decisiones sobre cambios en los procesos o productos que contribuyan a mejorar la competitividad. El objetivo del estudio fue determinar el tipo de semilla con la cual se logra ser más productivo en el acondicionamiento en cuanto a mano de obra y energía con semillas de maíz de líneas puras, cruzas e híbridos comerciales. Se determinó que los híbridos comerciales tienen una productividad en mano de obra de 100 kg./US\$, las cruzas de 80 kg./US\$ y las líneas puras de 46 kg./US\$. En cuanto al factor energía, los híbridos comerciales tuvieron una productividad de 36.35 kg./US\$, las cruzas de 34.80 kg./US\$ y las líneas puras de 28.17kg./US\$. El costo variable de una bolsa de maíz certificada de híbridos comerciales tiene un costo de \$ 2.60 por bolsa, las cruzas de \$ 4.61/bolsa y las líneas puras de \$ 5.9, considerando la productividad y los costos, es más conveniente maquilar las semillas de híbridos comerciales.

Palabras clave: energía, mano de obra, mermas.

Edward Moncada M.A.E.

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas	iii
	Dedicatoria	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimiento a patrocinadores	vi
	Resumen	vii
	Contenido	viii
	Índice de cuadros.....	x
	Índice de figuras	xi
	Índice de anexos	xii
1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	ANTECEDENTES	1
1.2	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3	LÍMITES DEL ESTUDIO	2
1.4	OBJETIVOS.....	2
1.4.1	Objetivo general	2
1.4.2	Objetivos específicos.....	2
2	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1	IMPORTANCIA DE LA PRODUCTIVIDAD.....	3
2.2	DESCRIPCIÓN DE SEMILLAS	3
2.3	SECUENCIA DE ACONDICIONAMIENTO.....	3
2.4	RECIBO DE SEMILLA.....	4
2.5	ANÁLISIS DE LABORATORIO.....	4
2.6	SECADO DE SEMILLA	4
2.7	DESGRANE.....	4
2.8	LIMPIEZA Y CLASIFICACIÓN	5
2.9	TRATAMIENTO	5
2.10	ENVASADO	5
2.11	ALMACENAMIENTO.....	5
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
3.1	LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO	8
3.2	MATERIALES.....	8
3.3	MAQUINARIA Y EQUIPO	8

3.4	MÉTODOS.....	8
3.4.1	Productividad parcial (energía)	9
3.4.2	Productividad parcial (mano de obra)	10
3.4.3	Análisis de costos (insumos)	10
3.4.4	Análisis estadístico	10
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
4.1.	PRODUCTIVIDAD PARCIAL DEL FACTOR MANO DE OBRA.....	11
4.1.1	Resultados de los análisis de covarianza para el factor mano de obra.	12
4.2	PRODUCTIVIDAD PARCIAL DEL FACTOR ENERGÍA	13
4.2.1	Análisis de covarianza para productividad del factor energía.....	13
4.3	ANÁLISIS DE COSTOS	14
5	CONCLUSIONES	16
6	RECOMENDACIONES	17
7	BIBLIOGRAFÍA	18
8	ANEXOS	19

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Simbología del diagrama y descripción	6
2. Simbología y descripción de diagrama de procesos del acondicionamiento.	7
3. Covariables evaluadas.	11
4. Determinación de productividad del factor mano de obra.	12
5. Resumen del análisis de covarianzas del factor mano de obra.....	12
6. Productividad parcial evaluando Kg. /Kwh. y Kg. / dólar invertido en energía. ...	13
7. Resumen del análisis de covarianzas del factor energía.....	13
8. Costo por bolsa de líneas puras.	14
9. Costo por bolsa de cruzas.	14
10. Costo por bolsa de híbridos comerciales.	15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Diagrama de proceso del pre-acondicionamiento de semillas	6
2. Diagrama de proceso del acondicionamiento de semillas	7

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
1. Listado de los equipos utilizados en el pre-acondicionamiento y acondicionamiento de maíz en la Planta de semillas de Zamorano.	20
2. Fórmula para tratamiento de 1000 kg. de semilla.	21
3. Información usada para determinar costos variables.....	21

1. INTRODUCCIÓN

En Honduras, el maíz es un grano básico que tiene una gran importancia, ya que ocupa la mayor superficie de tierra sembrada y el mayor volumen en cuanto a producción, la demanda total de maíz es de 15 millones de quintales al año, de los cuales el 62 % se destina para consumo humano, y el 37 % para consumo animal (SAG, 2002).

Según Herrater (2005), la agroindustria hondureña de producción de semilla certificada está conformada por dos empresas privadas, participando en el mercado con un 67% y una empresa universitaria con una participación del 25%. Estas semillas certificadas son utilizadas por productores de maíz, que una vez que obtienen sus cosechas, venden sus granos a empresas que elaboran alimentos procesados.

Herrater (2005), reporta que las importaciones de semillas certificadas llegan a los 2,000 quintales al año, provenientes de Guatemala y Estados Unidos. Las empresas semilleras, por tanto, deben procurar ser competitivas para aprovechar oportunidades en el mercado local e internacional y abastecer a aquellos segmentos demandantes que recurren a las importaciones.

1.1 ANTECEDENTES

Según Hernández (2000), la primera planta de acondicionamiento de semillas de la Escuela Agrícola Panamericana, se instaló en 1957, con el transcurso del tiempo la demanda de semillas incrementó sustancialmente por lo que se necesitaba de una nueva planta con más capacidad y tecnología, la cual se comenzó a construir en 1993. Se iniciaron operaciones en el año 1999 con semillas provenientes de la producción interna de Zamorano y luego semillas de algunos productores independientes.

La empresa universitaria encargada del procesamiento de granos y semillas se ha destacado por brindar a sus clientes productos de alta calidad en semillas y granos de maíz, sorgo, soya y frijol, cumpliendo con los estándares y leyes nacionales e internacionales, esto se ha logrado a través de una buena administración, controles de calidad de materias primas y tratando las semillas con químicos para darle condiciones duraderas en almacenamiento.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La importancia de determinar la productividad radica esencialmente en conocer como se están manejando los recursos en el acondicionamiento de semillas. La empresa podrá hacer comparaciones entre unidades productivas similares, de esta manera se podrá visualizar rápidamente los factores que podrían mejorarse en busca de hacer los procesos más eficientes.

1.3 LÍMITES DEL ESTUDIO

El proyecto brindará a la empresa información sobre la productividad en el acondicionamiento semillas de maíz híbridas, puras y cruza, obviando los procesos del pre-acondicionamiento, debido a que se presentan condiciones muy variables como ser diferentes humedades de recibo y uso de diferentes secadoras de semillas, lo que dificulta su análisis.

El presente proyecto no consiste en un mejoramiento de la productividad, sin embargo los resultados serán útiles para detectar cambios significativos ya sea al aumento o al descenso de la productividad y servirá como base para desarrollar medidas y estrategias que contribuyan a un mayor aprovechamiento de los recursos.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Determinar la productividad de la planta de semillas de Zamorano al acondicionar semillas de maíz de líneas puras, cruza e híbridos comerciales.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la productividad de los factores parciales mano de obra y energía en el acondicionamiento.
- Determinar el costo variable por bolsa de maíz maquilada, para las semillas de líneas pura, cruza y comercial.
- Identificar el tipo de semilla de maíz más productiva y de menor costo para la planta de semillas de Zamorano.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 IMPORTANCIA DE LA PRODUCTIVIDAD

Según Render y Heyzer (2004), durante la creación de bienes y servicios es necesario hacer una transformación de los recursos y materias primas, a medida que se es más eficiente en la transformación, se logra ser más productivo, de manera que la eficiencia juega un papel muy importante, además, mejorar la productividad significa hacer mejoras en eficiencia y que las mejoras se logran de dos maneras: haciendo una reducción de los recursos de entrada, mientras las salidas de producto son constantes, o lograr incrementar las salidas de producto mientras que las entradas de recursos se mantienen.

2.2 DESCRIPCIÓN DE SEMILLAS

Cavazos¹ (2007), define las semillas de líneas puras como semillas provenientes de plantas homocigotas, es decir que éstas poseen dos copias idénticas de un mismo gen para un rasgo o característica.

De acuerdo a Cavazos (2007), las semillas de cruza son aquellas provenientes del cruce de dos plantas de líneas puras, convirtiéndose en heterocigotas, que generalmente alcanzan mayor vigor híbrido que las líneas puras.

Cavazos (2007), define las semillas híbridas de tipo comercial como aquellos híbridos en los que intervienen cruza con líneas puras.

2.3 SECUENCIA DE ACONDICIONAMIENTO

Hernández (2000), indica que la importancia de acondicionar semillas está en transformar las semillas de maíz en un producto final comercial, una empresa dedicada a tal rubro procede a agregar valor a sus productos a través de procesos de pre-acondicionamiento como ser el secado y desgrane y procesos de acondicionamiento como limpieza, clasificación, tratamiento y envase.

¹Cavazos, M.2007. Tipos de semillas maquiladas en Zamorano (entrevista). Valle del Yeguaré, Zamorano. Honduras.

2.4 RECIBO DE SEMILLA

La FAO (1993), señala que normalmente se reciben los materiales provenientes del campo en estado de madures fisiológica, es decir, cuando el maíz ha terminado sus procesos de acumulación de sustancias nutritivas, el contenido de humedad puede llegar hasta el 37% o el 38%.

Las plantas procesadoras de semillas normalmente poseen equipos de transporte de materiales que juegan un rol importante en la eficiencia, al ahorrar tiempos y mano de obra. Es importante mencionar que los equipos de transporte deben ofrecer un flujo uniforme de semilla para evitar que causen daños mecánicos.

2.5 ANÁLISIS DE LABORATORIO

A través de la Secretaría Nacional de Salud Agropecuaria de Honduras se realiza la certificación de semillas, para tal efecto la entidad realiza muestreos, análisis de humedad, germinación y de contaminación de las semillas en sus laboratorios. (SAG, 2007).

2.6 SECADO DE SEMILLA

Según Badiali (2006), el secado se inicia durante las primeras 24 horas después de cosecha, ya que las semillas vienen a una humedad alta (30-38%). El objetivo del secado es lograr que las semillas pierdan agua hasta alcanzar un 10 a 12% de humedad, bajo estas condiciones la conservación es segura.

El tiempo del secado depende de la cantidad total a secar, del porcentaje de humedad inicial, intensidad de la corriente de aire y temperatura del aire (Badiali, 2006).

Badiali (2006), explica que cuando las semillas son de alto valor económico, se secan en espigas antes del desgrane porque se busca preservar el máximo de rendimiento en volumen y calidad de la semilla.

2.7 DESGRANE

La operación de desgrane consiste en separar los granos del olote, este proceso puede ser efectuado manualmente o con ayuda de una máquina, se consigue batiendo, frotando o sacudiendo las mazorcas de maíz, los rendimientos pueden oscilar entre los 100 y 5000 Kg./h cuando se utilizan máquinas con motor (FAO, 1993).

2.8 LIMPIEZA Y CLASIFICACIÓN

Una vez que se ha realizado el desgrane se procede a la limpieza de los granos, se busca eliminar suciedad proveniente de campo y granos no deseados.

Según Hernández (2000), la limpiadora más común en la industria semillera es la máquina de aire y zarandas, la cual ejerce una agitación constante con flujo de aire, utilizando generalmente zarandas con perforaciones de 26/64 avos de pulgada como filtro superior y una de 18/64 avos de pulgada en la parte inferior.

Según Hernández (2000), una vez culminada la limpieza de la semilla, se procede a clasificar de acuerdo a la homogeneidad de características como ser: color, tamaño, conductividad, peso o longitud, la forma más común de clasificación es por tamaños y formas.

2.9 TRATAMIENTO

Hoy en día el tratamiento de semillas es una rutina en el procesamiento y aceptado como práctica agronómica. Se utilizan productos químicos para proteger las semillas contra organismos causantes de enfermedades, insectos y otras plagas (Baudet *et al*, 2004).

2.10 ENVASADO

Peske (2003) argumenta que “las semillas son parte de un negocio en el cual, pocos las producen y muchos las utilizan”, por lo que es necesario que el producto final tenga una buena presentación y que el envase lleve especificaciones como: identificación de las semillas, variedad, nombre del productor, peso, calidad física y fisiológica de la semilla.

En el envase se considera que en promedio se necesitan unas 60 mil semillas por hectárea, por lo que el peso promedio del maíz en el envase está en torno de unos 17 a 22 Kg.

Actualmente, el precio del envase de plástico trenzado o mejor conocido como saco plástico es más bajo, da la facilidad de reutilizarlo para otros propósitos, sin embargo presenta el inconveniente de dar una pobre presentación y difícil manejo en estibas. En cambio los envases de papel dan una buena presentación y facilitan el manejo en estibas, el inconveniente que presentan es que no se pueden reutilizar (Peske, 2003).

2.11 ALMACENAMIENTO

Una vez obtenido el producto acondicionado, se lleva a una bodega donde se deberán mantener condiciones de humedad relativa menor a 75% y una temperatura de unos 25°C, pues el objetivo principal del almacenamiento es mantener una cantidad de semillas viables o capaces de germinar hasta el momento en que serán requeridas para la siembra.

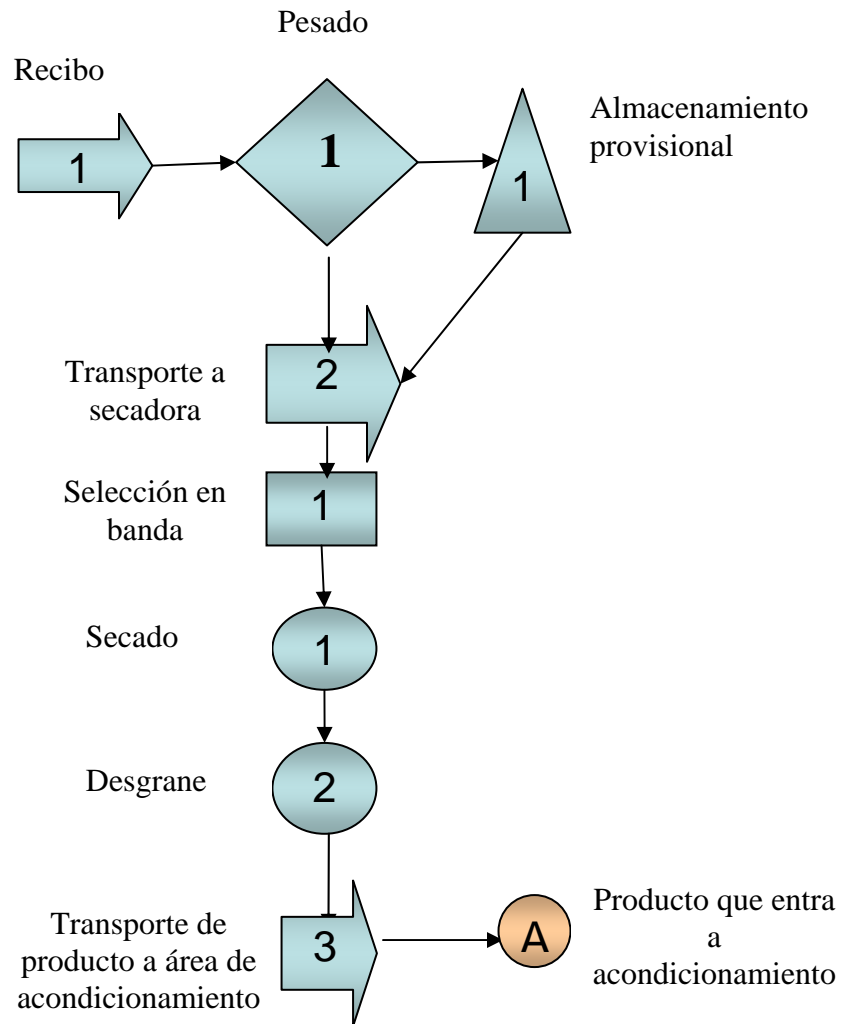


Figura 1. Diagrama de proceso del pre-acondicionamiento de semillas.

Cuadro 1. Simbología del diagrama y descripción.

símbolo	Número	Descripción
→	1	Transporte de campo a planta
◇	1	Pesado de materiales
□	1	Selección manual en banda
○	1	Secado
○	2	Desgrane

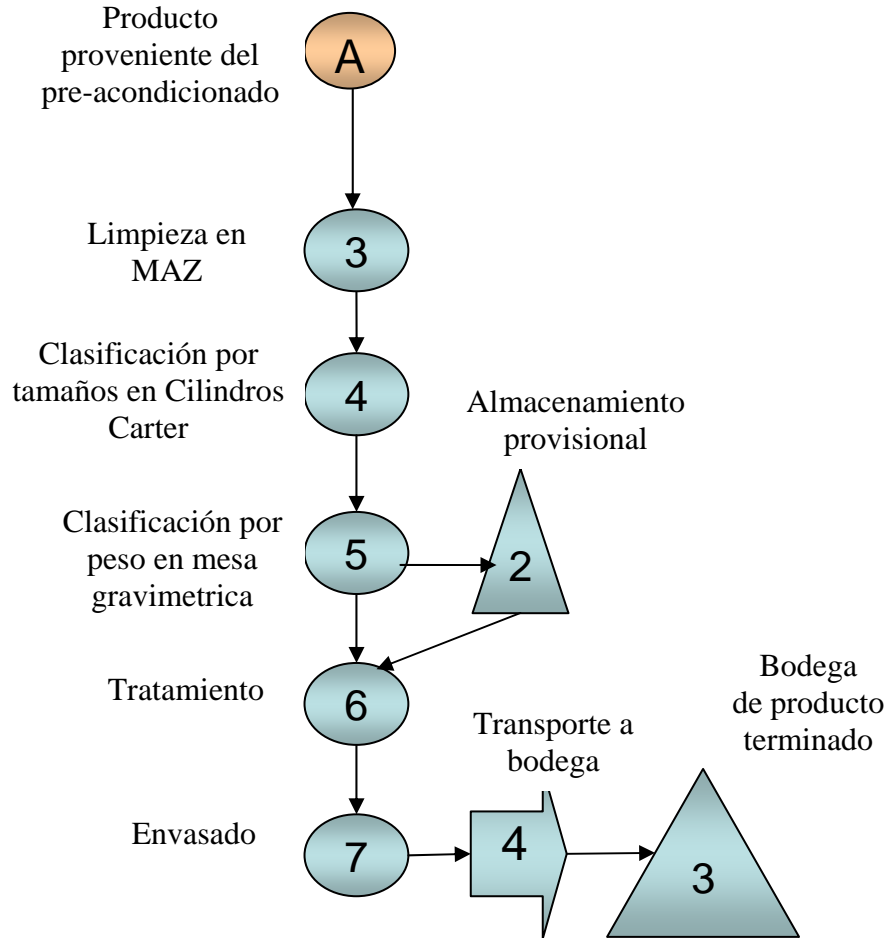


Figura 2. Diagrama de proceso del acondicionamiento de semillas.

Cuadro 2. Simbología y descripción de diagrama de procesos del acondicionamiento.

Símbolo	Número	Descripción
○	3	Limpieza en MAZ
○	4	Clasificación
△	2,3	Almacenamiento
○	5	Clasificación por peso en mesa gravimétrica (1 ó 2)
○	6	Tratamiento
○	7	Envasado

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en la planta de procesamiento de granos y semillas de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicada en San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras.

3.2 MATERIALES

Materia prima: maíz de líneas puras, cruza y comerciales, los materiales fueron sembrados en parcelas de productores independientes y en parcelas de Zamorano.

3.3 MAQUINARIA Y EQUIPO

- Balanza.
- Maquina de aire y zarandas Crippen Ovni-388.
- Cilindros de precisión Carter Day.
- Elevadores de granos.
- Tolvas.
- Mesa gravimétrica.
- Tratadora de semillas.
- Bomba de veneno.
- Selladora de bolsas.
- Montacargas.

3.4 MÉTODOS:

El estudio consiste en un análisis de la productividad de los factores mano de obra y energía en el acondicionamiento de tres tipos de semilla, el cual se realizó solo considerando los procesos de limpieza, clasificación, tratamiento y envasado.

La limpieza de la semilla se llevo a cabo con la maquina de aire y zarandas Crippen Ovni-388, en la cual se utilizaron las cribas 26/64 avos en la parte superior y la criba de 16/64 avos en la parte inferior para líneas puras y cruza, a diferencia que para híbridos comerciales se utilizó una de 17/64 avos en la parte inferior.

La clasificación por tamaños y forma se hizo en los cilindros de precisión Carter Day, para líneas puras y cruza se utilizaron las cribas 21/64 avos en el primer paso, 19/64 avos en el segundo paso, y cribas oblongas de 13/64 avos en el tercer paso, las mismas cribas se usaron para los híbridos comerciales a excepción de la superior que fue de 22/64 avos en el primer paso.

La clasificación por densidad se llevó a cabo en una mesa densimétrica, luego se procede a hacer un envasado provisional para esperar la aprobación por parte de la Secretaría Nacional de Salud Agropecuaria de Honduras, dicha institución hizo una evaluación de cada lote de semilla para determinar la calidad de las semillas a certificar..

Una vez que la semilla se certificó, se procedió al tratamiento químico con fungicida Captan, insecticida K-obiol y colorante. Inmediatamente se procedió a su envase en bolsas de papel.

Para cada proceso se anotó el número de operarios, horas de trabajo en cada puesto, horas de uso de máquinas, se recopiló información de la potencia de cada uno de los motores involucrados en cada proceso para obtener el consumo de energía, también se pesaron las cantidades de producto final y mermas en las salidas de cada proceso

Se midió la densidad aparente de cada tipo de semilla y de cada repetición, para tal medición se utilizó un cilindro de volumen $1.56 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ luego se depositaron las semillas en el cilindro y posteriormente se tomó el peso del contenido del recipiente. Una vez obtenidos los pesos, se procedió al cálculo mediante una relación sencilla explicada a continuación:

$$\text{Densidad aparente} = \text{peso de las semillas (kg.)} / \text{volumen del cilindro. [1]}$$

El porcentaje de mermas se determinó sumando las cantidades de los subproductos obtenidos en el proceso. Las mermas incluyen granos pequeños y poco densos, polvo, y materiales ajenos retenidos por la criba superior de la máquina de aire y zarandas.

3.4.1 Productividad parcial (energía)

Para la determinar la productividad energética fue necesario obtener la potencia de los motores de las máquinas utilizadas en el proceso, así como el número de horas de utilización de las mismas. Puesto que la potencia de los motores viene expresada en caballos de fuerza (HP) y luego fue necesario hacer una conversión a Kilowatts hora. usando el factor de conversión de 0.746 kwh. por cada HP.

La productividad se determinó usando las siguientes ecuaciones:

$$\text{Productividad} = \text{Kg. de producto acondicionado/Kwh. [2]}$$

$$\text{Productividad} = \text{Kg. de producto acondicionado/costo en dólares de la energía consumida en el procesamiento del lote.} \quad [3]$$

3.4.2 Productividad parcial (mano de obra)

Para determinar la productividad en relación al factor mano de obra, fue necesario contabilizar el número de operarios que trabajaron en el proceso y la cantidad de horas trabajadas por cada lote de semillas acondicionada, tomando en cuenta horas extra.

$$\text{Productividad} = \text{Kg. de producto acondicionado/} \quad [4]$$

$$(\text{número de operarios}) \times (\text{número de horas trabajadas}).$$

$$\text{Productividad} = \text{Kg. de producto acondicionado/ costo total de} \quad [5]$$

$$\text{mano de obra por lote.}$$

3.4.3 Análisis de costos (insumos)

Se determinó el costo por bolsa de producto terminado para los tres tipos de semilla, con base en los promedios de consumo de los insumos. El promedio de consumo se dividió entre el número de bolsas totales, para tener la cantidad utilizada por bolsa, esa cantidad se multiplicó por el costo del insumo y de ésta manera se obtiene el costo variable por bolsa de producto.

3.4.4 Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con un diseño completo al azar (DCA) con ajuste de covarianza y en la separación de medias se utilizaron las probabilidades de las medias ajustadas , los datos fueron analizados con el programa SAS[®] edición 9.1 versión en español.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron dos elementos principales que tuvieron efecto en la productividad, en estadística a estos elementos se les llama covariables. Los factores identificados son la densidad aparente de las semillas y los porcentajes de mermas de cada proceso en el acondicionamiento. Se evaluaron estos elementos con un análisis de covarianza para conocer si realmente se observaba un efecto significativo sobre la productividad de ambos factores, mano de obra y energía.

Cuadro 3. Covariables evaluadas.

Tratamiento	Repetición	% de mermas	Densidad aparente Kg./m³
Pura	1	14%	780.5
Pura	2	18%	773.0
Pura	3	15%	790.0
Cruza	1	16%	794.4
Cruza	2	12%	790.8
Cruza	3	12%	808.3
Comercial	1	6%	856.6
Comercial	2	6%	861.5
Comercial	3	6%	868.3

4.1 PRODUCTIVIDAD PARCIAL DEL FACTOR MANO DE OBRA.

En el cuadro 4. Se detalla la productividad del factor mano de obra expresado en kilogramos de producto acondicionado en relación a las horas-hombre invertidas en los procesos, también se detalla la productividad expresada como kilogramos de producto acondicionado en relación a cada dólar invertido en el pago de mano de obra, las dos relaciones son formas validas de expresar la productividad y son útiles para técnicos y administradores.

Cuadro 4. Determinación de productividad del factor mano de obra.

Tipo de semilla	Repetición	Producto final (kg.)	Horas-hombre totales	Costo mano de obra en \$	Kg./horas hombre	kg./Dólar mano de obra
Pura	1	1650.57	26.48	34.79	61	46
Pura	2	3210.13	37.60	49.40	85	65
Pura	3	1602.57	26.45	34.75	61	46
Cruza	1	8650.15	81.48	107.04	106	81
Cruza	2	9179.05	83.48	109.66	110	84
Cruza	3	8358.03	73.36	96.37	114	87
Comercial	1	12538.41	102.10	134.13	123	93
Comercial	2	11957.80	95.79	125.84	125	95
Comercial	3	12789.25	100.94	132.60	127	96

Las semillas de híbridos comerciales y cruza resultaron ser en la productividad de la mano de obra estadísticamente iguales, y las semillas de líneas puras menos productivas a las demás.

Cuadro 5. Resumen del análisis de covarianzas del factor mano de obra.

Tipo de semilla	Medias ajustadas Kg./hora-hombre	Medias ajustadas Kg./US\$	Separación de medias P < 0.05
Comercial	137	100	A
Cruza	104	80	A
Pura	64	46	B

4.1.1 Resultados de los análisis de covarianza para el factor mano de obra.

Se determinó que hay efecto de las mermas, la probabilidad fue de 0.008, menor que ($P < 0.05$), por cada unidad de incremento porcentual en las mermas, ocurre una disminución de 4.11 Kg./US\$. Esto es debido a que el trabajo hecho por los operarios en el acondicionamiento no se reduce, sin embargo, las cantidades en cada proceso si van disminuyendo debido a las mermas, provocando que la relación de productividad arroje un valor menor debido a que la cantidad de producto al final se reduce, por lo tanto al hacer la relación de kilogramos de producto final sobre la cantidad de horas-hombre, se obtiene una baja productividad.

La densidad aparente tiene efecto significativo en la productividad de la mano de obra, la probabilidad fue de 0.03, menor que ($P < 0.05$), el efecto de la densidad según la regresión es que, por cada unidad de incremento en la densidad hay un incremento de 0.28 kg./US\$.

4.2 PRODUCTIVIDAD PARCIAL DEL FACTOR ENERGIA

Cuadro 6. Productividad parcial evaluando Kg. /Kwh. y Kg. / dólar invertido en energía.

Tipo de semilla	Repetición	Producto final kg.	Kwh. consumidos totales	costo total energía \$	Kg./Kwh.	kg./dólar en energía
Pura	1	1650.57	54.60	7.10	29	226
Pura	2	3210.13	109.19	14.20	29	226
Pura	3	1602.57	64.04	8.32	25	193
Cruza	1	8650.15	271.63	35.31	32	245
Cruza	2	9179.05	246.18	32.00	37	287
Cruza	3	8358.03	264.25	34.35	32	243
Comercial	1	12538.41	323.13	42.01	39	298
Comercial	2	11957.80	310.17	40.32	39	297
Comercial	3	12789.25	354.93	46.14	36	277

4.2.1 Análisis de covarianza para productividad del factor energía.

Según el cuadro 7, no se encontraron diferencias significativas para las productividades energéticas al acondicionar semillas de maíz de híbridos comerciales y cruza, sin embargo la productividad de las semillas puras es estadísticamente diferente a las demás, esto debido a las características propias de las semillas, por lo general menos densas y con daños físicos debido a insectos, que generan mayor cantidad de mermas en el procesamiento.

Cuadro 7. Resumen del análisis de covarianzas del factor energía.

Tipo de semilla	Medias ajustadas Kg./Kwh.	Medias ajustadas Kg./US\$	Separación de medias P < 0.05
Comercial	36.35	277	A
Cruza	34.80	267	A
pura	28.17	218	B

Se encontró que existe efecto de las mermas en la productividad del factor energía, por cada unidad de incremento porcentual en las mermas hay una disminución de 6.40 kg./US\$. Tal efecto es debido a que en la limpieza y clasificación se ajustan los equipos cuando se tratan las diferentes semillas, en el caso de la mesa gravimétrica, la abertura de reciclaje es mayor cuando se trabaja con semillas puras porque requieren de mayor cuidado para evitar desperdiciar o hacer una mala clasificación, por lo tanto se recicla

más, provocando que su tiempo de permanencia en la máquina sea mayor. Por otro lado no se encontró efecto de la densidad aparente sobre la productividad energética porque la probabilidad fue de 0.18 ($P > 0.05$).

4.3 ANÁLISIS DE COSTOS.

La empresa a quien se le da el servicio de maquilado, provee a Zamorano las bolsas de papel, fungicida, insecticida, colorantes, por tanto se evaluó tan solo aquellos insumos que la planta aporta para la transformación de las materias primas en producto final.

Cuadro 8. Costo por bolsa de líneas puras.

INSUMO	Cantidad utilizada Promedio Por Bolsa	Unidad	Costo del material	Costo variable en US\$
Hilo.	0,00094	Kg.	2,36	0.024
Diesel.	6,6	L.	0,78	5.12
Mano de obra	0.15	hr.	0.84	0.126
Energía	5,2	Kwh.	0,13	0,67
			Suma	5.94

Cuadro 9. Costo por bolsa de cruza.

INSUMO	Cantidad utilizada Promedio Por Bolsa	Unidad	Costo del material	Costo variable en US\$
Hilo.	0,00094	Kg.	2,36	0,024
Diesel.	5,35	L.	0,78	4,17
Mano de obra	0,14	hr.	0.84	0,11
Energía	2,39	Kwh.	0,13	0,31
			Suma	4,60

Cuadro 10. Costo por bolsa de híbridos comerciales.

INSUMO	Cantidad utilizada Promedio Por Bolsa	Unidad	Costo del material	Costo variable en US\$
Hilo.	0,00094	Kg.	2,36	0,024
Etiqueta certificada	1	etiqueta	0,5	0,5
Diesel.	2,24	L.	0,78	1,74
Mano de obra	0,08	hr.	0,84	0,06
Energía	2,04	Kwh.	0,13	0,27
			Suma	2.60

Comparando los cuadros 8, 9 y 10, se observa que la semilla híbrida comercial es la que tiene menor costo variable, esto es debido que las características de éstas semillas permitieron aprovechar de forma más eficiente los insumos en su procesamiento, especialmente el diesel que se usó durante el secado, pues, en este proceso se recibieron mayores cantidades de semillas de forma consecutiva, lo que provocó el llenado rápido de las secadoras, haciendo más eficiente el uso de las mismas, por tanto reduce el costo de diesel por kilogramo procesado y el costo por bolsa.

El diesel es el insumo que encarece las operaciones por su alto costo en el mercado, en el pre-acondicionamiento se utiliza para los quemadores de las secadoras, y se utilizó de forma menos eficiente con semillas de líneas puras, pues, se recibieron menores cantidades de mazorcas, que ocasionaron un desaprovechamiento de energía en el secado, por otro lado, el costo será menor si se utiliza mayor cantidad de semillas en el secador porque la secadora será más eficiente en la utilización de diesel por cada kilogramo de maíz secado.

5. CONCLUSIONES

- La productividad de los híbridos comerciales en mano de obra fue la mayor con 100 kg./US\$, las cruzas con 80 kg./US\$ y las líneas puras con 46 kg./US\$. En cuanto al factor energía, los híbridos comerciales tuvieron una productividad de 36.35 kg./US\$, las cruzas con 34.80 kg./US\$ y las líneas puras con 28.17 US\$. la unidad procesadora es mas productiva con semillas de híbridos y cruzas debido a su densidad aparente mayor y menor cantidad impurezas que ocasionan menos mermas.
- El costo variable de una bolsa de maíz certificada de híbridos comerciales tiene un costo variable de \$ 2.60 por bolsa, las cruzas tienen un costo de \$ 4.61/bolsa y las líneas puras un costo por bolsa de \$ 5.94, los híbridos comerciales son el tipo de semilla que permite un margen de ganancia mayor debido a que sus costos de procesamiento son mas bajos.
- Considerando la productividad en términos de energía, mano de obra y los costos variables es más conveniente maquilar semillas de híbridos comerciales.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de productividad de la mano de obra y la productividad energética para el pre-acondicionamiento de la planta de semillas como complemento de este trabajo.
- Realizar estudios de tiempos y movimientos para las áreas de pre-acondicionamiento y acondicionamiento de la planta de semillas de Zamorano, con motivo de hacer mejoras en cuanto a reducción de tiempos muertos, tiempos en espera, y aumentar la eficiencia.
- Se debe supervisar la calibración de los equipos para evitar que semillas buenas se desperdicien o se clasifiquen como mermas.

7. BIBLIOGRAFIA

- Badiali, J.2006. Acondicionamiento de semillas. (en línea). Consultado el 11 de septiembre de 2007. Disponible en sitio web: <http://agro.uncor.edu/~ceryol/documentos/postcosecha/acondicionamiento%20de%20semillas.pdf>
- Baudet, L; Perez,w. 2004. Recubrimiento de semillas(en linea). Consultado el 11 de septiembre de 2007. Disponible en sitio web: http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed81/artigocapa81_esp.shtml
- Chase, J.2000. Administración de producción y operaciones. Medición de la productividad. Mcgrawhill. viii edición. 885p.
- FAO. 1993. Boletín de servicios agrícolas de la FAO: la ingeniería agraria en el desarrollo. Manejo y tratamiento de granos poscosecha organización y técnicas. 160p.
- Hernández, B. 2000. Eficiencia de la maquinaria durante el acondicionamiento de semilla de maíz en la planta de zamorano, honduras. Tesis ingeniero agrónomo zamorano, honduras.1p.
- Herrater, A. 2005. Universidad Hearth: desarrollo de estrategias para exportación de semilla certificada de maíz de Guatemala a honduras (en línea). Consultado el 24 de septiembre de 2007. Disponible en sitio web: http://usi.earth.ac.cr/tierratropical/archivos-de-usuario/edicion/7_v1-06_herrarte.pdf
- Peske, S.2003. Envases de semillas. (en línea). Consultado el 11 de septiembre de 2007. Disponible en sitio web:http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed72/artigocapa72_esp.shtml
- SAG. 2007. Reglamento de semillas. Capitulo 1 disposiciones generales (en línea). Consultado el 4 de octubre de 2007. Disponible en: <http://www.sag.gob.hn>
- SAG. 2002. Mesa agrícola hondureña. (en línea). Consultado el 24 de septiembre de 2007. Disponible en sitio web: http://www.sag.gob.hn/arch_desc/mesa%20agricola/p.%20maiz%20y%20sorgo%20aprob.doc

8. ANEXOS

Anexo 1. Listado de los equipos utilizados en el pre-acondicionamiento y acondicionamiento de maíz en la Planta de Semillas de Zamorano.

Equipo	Motor
Transportador de mazorca en vaivén	Motor: Toshiba Modelo: Py154flf2fk
Quemador de secadora # 1 France Forme Con ventiladora Sukup	Motor de ventiladora: Leeson 3 HP
Quemador de secadora # 2 Allanson Con ventiladora Sukup	Motor de ventiladora: Leeson 3 HP
Transportador de salida de mazorca # 21 hacia desgranadora	Toshiba 3 Hp
Transportador de salida de mazorca # 18 hacia desgranadora	Toshiba 1 ½ HP
Desgranadora	Toshiba 25 HP
Elevador de cangilones de desgrane	US 1 ½ HP
Elevador de cangilones # 1	US 1 ½ HP
Elevador de cangilones # 2	US 1 ½ HP
Elevador de cangilones # 4	Baldor 0.75 HP
Cilindros carter day # 22	Baldor 0.75 HP
Cilindros carter day # 14	Baldor 0.75 HP
Cilindros carter day # 13	Baldor ¾ HP
Maquina e aire y zarandas Crippe Ovni -388	Baldor 10 HP
Alimentador de la Crippe Ovni-388	Baldor 1/3 HP
Mesa clasificadora por peso 1	Baldor 10 HP
Motor de clasificadora por peso 2	7.5 HP
Elevador de cangilones # 6	Wetinhouse 1/3 HP
Elevador de cangilones # 7	Baldor, ¾
Elevador de cangilones # 8	Dayton 1 HP
Elevador de cangilones # 5	Wetinhouse 1/3 HP
Tratadora de materiales	Baldor 1 HP

Anexo 2. Formula para tratamiento de 1000 kg. de semilla.

Producto	Cantidad	Unidad
Color	0,03	litro
Insecticida k-obiol	0,04	litro
Fungicida Captan	2	Kg.

Anexo 3. Información usada para determinar costos variables.

Insumo	Presentación	Costo del insumo \$	Fuente de información
Hilo.	1 cono	2,36	Manuel Alexis Moncada*
Bolsa de papel.	1 bolsa	0,36	Manuel Alexis Moncada*
Etiqueta certificada por SAG.	1 etiqueta	0,5	Manuel Alexis Moncada*
Fungicida Captan.	1 lb.	6,3	Manuel Alexis Moncada*
Insecticida K-obiol.	1 L.	88,61	Manuel Alexis Moncada*
Colorante Coat Green.	1 L.	3,46	http://www.bugpage.com/ xcart/search.php?mode=search
Diesel.	1 L.	0,78	http://www.prensa.com boya/ negocios/1079621.html

* Contador de la Planta de Semillas de Zamorano