

**Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TEMA:

**“Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el recinto Las Maravillas, cantón Daule – Provincia del Guayas”**

Previa la obtención del Título

INGENIERO AGROPECUARIO

con mención en Gestión Empresarial Agropecuaria

ELABORADO POR:

**Alex Gabriel López Hurtado  
Carlos Alfonso Sánchez Cruz**

GUAYAQUIL, ENERO DE 2014

**Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz  
(*Oryza sativa* L.)**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los señores Alex Gabriel López Hurtado, Carlos Alfonso Sánchez Cruz como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO AGROPECUARIO.

Guayaquil, Enero de 2014

**TUTOR**

**REVISIÓN REDACCIÓN TÉCNICA**

.....

Ing. Ricardo Guamán Jiménez M.Sc.

.....

Ing. Alfonso Kuffó García M.Sc.

**REVISIÓN ESTADÍSTICA**

**REVISIÓN DEL SUMMARY**

.....

Ing. Ricardo Guamán Jiménez M.Sc.

.....

Dr. Patricio Haro Encalada M.Sc.

**Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz  
(*Oryza sativa* L.)**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

INGENIERÍA AGROPECUARIA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

**Alex Gabriel López Hurtado**

**Carlos Alfonso Sánchez Cruz**

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado “Optimización y Operabilidad del Motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el Recinto Las Maravillas, cantón Daule – Provincia del Guayas”, ha sido desarrollada con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Guayaquil, Enero del 2014

LOS AUTORES

**Alex Gabriel López Hurtado**

**Carlos Alfonso Sánchez Cruz**

**Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz  
(*Oryza sativa* L.)**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Alex Gabriel López Hurtado**  
**Carlos Alfonso Sánchez Cruz**

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del proyecto titulado: “Optimización y Operabilidad del Motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el Recinto Las Maravillas, cantón Daule – Provincia del Guayas”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Enero del 2014

LOS AUTORES

**Alex Gabriel López Hurtado**

**Carlos Alfonso Sánchez Cruz**

**Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz  
(*Oryza sativa* L.)**

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios sobre todas las cosas quien por su infinito amor me regalo el don de la sabiduría y perseverancia para sellar este gran paso en mi vida, a mi Esposa Marthita, compañera fiel y mi soporte, a mis hijos José Gabriel y José Daniel, son una gran motivación para lograr la meta, a mi papa el Ing. Pedro López Pita, mi consejero quien me muestra siempre el camino por donde debo de seguir y a mi madre, Dra. Aleyda Hurtado Iturralde, mi amiga quien me anima en los proyectos que me propongo.

Muchas gracias a todos los catedráticos, de esta prestigiosa universidad; que con mucha dedicación, comparten sus conocimientos y experiencias laborales.

El Autor

**Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios sobre todas las cosas quien por su infinito amor me regalo el don de la sabiduría y perseverancia para sellar este gran paso en mi vida, a mi Esposa Jhoanna, compañera fiel y mi soporte, a mis hijos Adriana Paola y Carlos Andrés, son una gran motivación para lograr la meta, a mi papa el Sr. Alfonso Sánchez Icaza, mi consejero quien me muestra siempre el camino por donde debo de seguir y a mi madre, Sra. Anicia Cruz Padilla, mi amiga quien me anima en los proyectos que me propongo.

Muchas gracias a todos los catedráticos, de esta prestigiosa universidad; que con mucha dedicación, comparten sus conocimientos y experiencias laborales.

El Autor

**Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz  
(*Oryza sativa* L.)**

DEDICATORIA

A todos los agricultores arroceros, de la zona de Daule, nuestros amigos; quienes día a día se esfuerzan por vivir con dignidad y su trabajo en los campos es una expresión de amor para todos los habitantes de nuestro país y del mundo.

Los autores

**Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz  
(*Oryza sativa* L.)**

**ÍNDICE**

Contenido	Página.
1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1. El Suelo	2
2.1.1 Concepto del suelo.	2
2.1.2 Composición del suelo agrícola	2
2.1.3 Horizontes del suelo	3
2.1.4. Clases de suelo.	4
2.1.5. Control del suelo.	6
2.1.5.1 Conservación de materia orgánica	7
2.1.5.2 Aportación de nutrientes	9
2.1.5.3 Contaminación del suelo	9
2.1.5.4 Ajuste de la acidez del suelo	10
2.1.5.5 Control mecánico de la erosión	11
2.1.5.6 Agua del suelo	13
2.2. Sistemas de preparación del suelo	15
2.1. Generalidades	15
2.2.1.1. Sistemas de preparación de suelos	15
2.2.1.2. Diferencias entre sistemas	15
2.2.1.3. ¿Cómo hacer una buena preparación de suelos?	16
2.2.2. La labranza tradicional	16
2.2.2.1. Definición	16
2.2.2.2. Ventajas	16
2.2.2.3. Desventajas	20
2.2.2.4. Recomendaciones del uso de la labranza convencional	20
2.2.2.5. Conclusiones de la labranza tradicional	20
2.3. El cultivo del arroz	22
2.3.1. Origen del arroz	22
2.3.2. Taxonomía	23
2.3.3. Morfología	23
2.3.4. Fase fisiológica del proceso de crecimiento	26
2.3.5. Variedades de arroz	26
2.3.6. Variedad INIAP 14	27
2.3.6.1. Origen y desarrollo	27
2.3.6.2. Características varietales arroz INIAP 14	28
2.3.6.4. Recomendaciones para la siembra	29
2.4. Maquinarias agrícolas	29
2.4.1. Mecanización agrícola.	29
2.4.2. Mecanización en Ecuador.	30
2.4.3 Tipos de maquinarias agrícolas	31
2.4.3.1. Tractor	31
2.4.3.1.1. Tractores según su uso	32
Tractores agrícolas estándar	33
Tractores industriales	33

## **Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

Motocultor o Tractor monoeje	34
Motoazada	37
Tractores montacargas	38
2.4.3.1.2. Tractores según su Tracción o Propulsión	38
Tractores de tipo 2RM	38
Tractores de tipo 2RM + EDM	39
Tractores de tipo 4RM	40
2.4.3.1.3. Tractores según su combustión	40
2.4.3.2. Cosechadora	41
2.5. Equipos agrícolas	41
2.5.1.. Arado	41
2.5.3.1. Tipos de Arado	41
2.5.2.. Rastra	43
2.5.3.. Asperjadora	43
2.5.4.. Sembradora de siembra directa	44
2.5.5. Abonadora	44
2.5.6. Empacadora	44
2.6. Herramientas agrícolas	44
2.7. Relaciones entre maquinarias, equipos y herramientas según su uso.	46
2.7.1. Diferencias entre maquinarias, equipos y herramientas según su uso	46
2.7.2. Importancia de las maquinarias y herramientas en la labor agrícola	46
2.7.3. Rendimiento de las maquinarias agrícolas	46
2.8. Costos de operación de maquinarias agrícolas	47
2.8.1. Costos fijos	47
2.8.2. Costos variables	47
2.9. Ventajas y Desventajas de la mecanización agrícola.	48
3. MATERIALES Y MÉTODOS	50
3.1. Localización del ensayo	50
3.2. Ubicación geográfica	50
3.3. Materiales	50
3.4. Tratamientos estudiados.	51
3.5. Material genético	51
3.6. Siembra	52
3.7. Análisis estadístico	52
3.8. Manejo del ensayo.	53
3.8.1. Preparación del suelo	53
3.8.2. Siembra por voleo	54
3.8.3. Fertilización	54
3.8.4. Control Fitosanitario	54
3.8.5. Riego	54
3.8.6. Cosecha	54
3.9. Variables evaluadas.	54
3.9.1. Altura de la planta (cm)	55
3.9.2. Macollos por m <sup>2</sup> .	55
3.9.3. Panículas por m <sup>2</sup> .	55
3.9.4. Largo de Panículas (cm).	55
3.9.5. Granos buenos por panícula.	55

**Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz  
(*Oryza sativa* L.)**

3.9.6. Porcentaje de granos vanos por panícula.	55
3.9.7. Peso de 1 000 granos (g).	56
3.9.8. Rendimiento( kg/ ha)	56
3.9.9. Análisis económico.	56
4. RESULTADOS	57
4.1. Altura (cm)	57
4.2. Macollos/ m <sup>2</sup>	59
4.3. Panículas/ m <sup>2</sup>	61
4.4. Largo de Panícula (cm)	63
4.5. Grano por Panículas	65
4.6. Granos vanos por panícula (%)	67
4.7. 1 000 granos (g)	69
4.8. Rendimiento kg/ha	71
4.9. Análisis económico	73
5. DISCUSIÓN	76
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
7. RESUMEN	80
7a SUMMARY	82

LITERATURA CITADA  
ANEXOS

# **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

## **1.INTRODUCCIÓN**

El arroz es el segundo cereal más cultivado en el mundo, tras el maíz, debido a que se produce con muchos otros propósitos aparte del consumo humano, se puede decir que es el arroz el cereal más importante en la alimentación humana actual.

El empleo de las máquinas va unido al desarrollo de la humanidad, y la agricultura no podía seguir un camino diferente. El fundamento por el que los primeros agricultores empezaron a labrear el suelo, fue para crear un ambiente de suelo adecuado para el crecimiento de los cultivos iniciando por crear una cama adecuada para colocar la semilla bien en contacto con el suelo para que germine rápida y uniformemente. Los agricultores realizaban estos trabajos bajo técnicas de labranza convencionales, hoy con la tecnología de punta el trabajo se hace mucho más sencillo con todas las maquinarias que mejoran la producción.

Debido a la revolución de la industria mecánica, se han desarrollado muchas maquinarias que han permitido un trabajo rápido y eficiente en el suelo, que reemplace la labor en mano de obra humana, con lo cual aumentó en el Ecuador el comercio agrícola, y desde 1997 se introdujeron maquinarias de origen chino, en la zona de Daule y Balzar, con precios económicos asequibles para el pequeño agricultor de estas zonas, entre ellas el motocultor debido a su utilidad en pequeñas parcelas y adaptabilidad a los múltiples aperos que se emplean en los trabajos agrícolas, principalmente en el arroz, donde se le emplea en las labores de fangueo.

La finalidad de esta investigación fue la de determinar la funcionalidad y eficiencia de los motocultores en la preparación del terreno para la producción del cultivo de arroz, considerando que es un elemento importante para mejorar la productividad y rentabilidad en pequeños y medianos productores.

Con estos antecedentes en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar el uso del motocultor en la preparación de los terrenos para la siembra de arroz.
- Determinar el nivel de productividad del cultivo en los tratamientos establecidos.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos estudiados.

## **2.REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. El suelo.**

#### **2.1.1.Concepto del suelo.**

El suelo suele ser considerado, excepto por los especialistas, como un medio estático, soporte nuestro y de las plantas y sólo susceptible de modificación a través de la mano del hombre o de su maquinaria; cuando en realidad lo conforman multitud de componentes en permanente dinámica y alberga una extraordinaria actividad fisicoquímica y biológica (Océano/ Centrum, 2001).

La base de toda vida terrestre es el suelo y, por tanto, soporte de toda la vida del planeta; es la base de la producción animal y vegetal, y de su adecuado manejo depende que los alimentos sean constantes y crecientes, y que se mejore y conserve su utilidad (Fundación Hogares campesinos juveniles, 2002).

Conceptualmente, el suelo es aquel material terrestre que cubre las superficies naturales y en cuyas características interviene la acción de los procesos, también naturales, de tipo físico, químico y biótico sobre el material rocoso a través de los siglos. Entre sus múltiples funciones cabe destacar la de servir de sustrato a las plantas y, en definitiva, contribuir al mantenimiento de la vida (Océano/ Centrum, 2001).

#### **2.1.2.Composición del suelo agrícola.**

En la composición del suelo agrícola interviene tres tipos de medios:

- 1) Medio sólido, constituido por el conjunto de la fracción mineral, procedente del material parenteral (roca), y el conjunto de materiales orgánicos, denominadas genéricamente materia orgánica del suelo, que proceden de los seres vivos;
- 2) Medio líquido, que constituye la llamada solución o agua del suelo, y
- 3) Medio gaseoso, llamado también atmósfera del suelo.

la mayoría de las plantas cultivadas requieren que en el suelo domine el medio sólido, pero que exista equilibrio entre el medio líquido y gaseoso (Océano/ Centrum, 2001).

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

Los suelos orgánicos, también llamados húmicos o mantillosos, llegan a tener hasta 95 % de materia orgánica y se caracterizan por la permanente descomposición de éstas.

Los suelos inorgánicos o minerales, la mayor parte de los suelos de la Tierra, por ejemplo, pueden tener 45 % de materia mineral, 5 % de materia orgánica, 25 % de agua y 25 % de aire; estas proporciones cambian según el clima, la topografía, la cobertura vegetal, el uso del suelo y el material parental (Fundación Hogares campesinos juveniles, 2002).

### **2.1.3. Horizontes del suelo.**

Para la observación de los horizontes del suelo hay que descubrir en sentido vertical lo que se denomina perfil del suelo; es necesario hacer una zanja más o menos profunda hasta llegar a la roca madre. Los horizontes se diferencian entre sí por características que son, por lo general, apreciables a simple vista, como: color, cantidad de materia orgánica, presencia de elementos gruesos, granulometría o contenido en arcilla. Según estas características, los horizontes reciben una determinada denominación, y al suelo se le da un nombre en función de estos horizontes.(sistema de clasificación del USDA, Departamento de Agricultura de EEUU).

Las denominaciones fundamentales que podemos encontrar son las siguientes:

- ✓ Horizonte O, horizonte orgánico con más de entre el 20 y 30 % de materia orgánica, en el que se observan restos de material vegetal. Suele ser el más superficial del perfil del suelo.
  
- ✓ Horizonte A, Horizonte mineral en el que la materia orgánica está en forma de humus, suele llama horizonte de eluviación; este horizonte suele a equivaler a la capa superficial de los suelos cultivados.
  
- ✓ Horizonte B, Horizonte mineral de acumulación de las sustancias lavadas a través del horizonte anterior. Tiene normalmente una coloración más intensa que el horizonte A y mayor contenido de arcilla.

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

- ✓ Horizonte C, Conformado por el material más o menos alterado del que procede a fracción mineral de suelo (roca madre disgregada).
  
- ✓ Horizonte R, es la denominación de la roca subterránea consolidada.

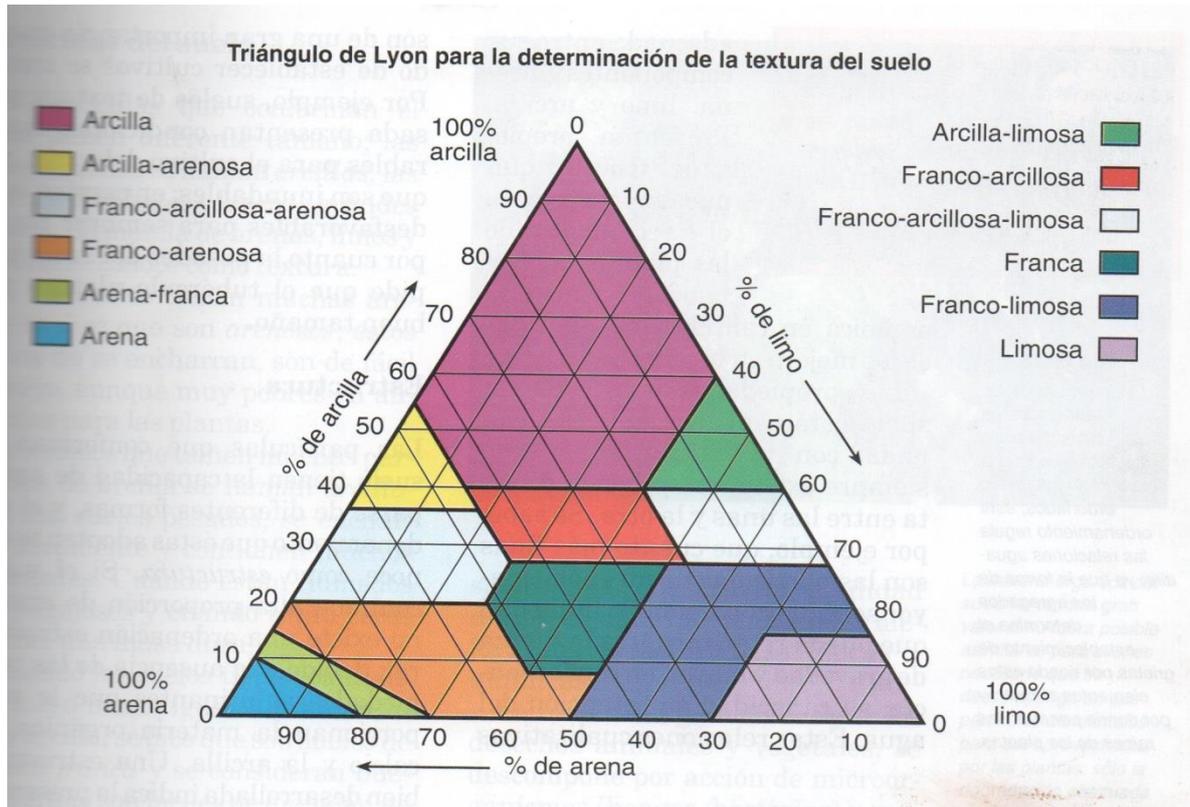
(Fundación Hogares campesinos juveniles, 2002).

### **2.1.4. Clases de suelo.**

Los suelos muestran gran variedad de aspectos, fertilidad y características químicas en función de los materiales minerales y orgánicos que lo forman. El color es uno de los criterios más simples para calificar las variedades de suelo. La regla general, aunque con excepciones, es que los suelos oscuros son más fértiles que los claros. La oscuridad suele ser resultado de la presencia de grandes cantidades de humus. La textura general de un suelo depende de las proporciones de partículas de distintos tamaños que lo constituyen. Las partículas del suelo se clasifican como: arena, limo y arcilla. En general, las partículas de arena pueden verse con facilidad y son rugosas al tacto. Las partículas de arcilla son invisibles si no se utilizan instrumentos y forman una masa viscosa cuando se mojan.

Algunos son: la arcilla arenosa, la arcilla limosa, el limo arcilloso, el limo arcilloso arenoso, el fango arcilloso, el fango, el limo arenoso y la arena limosa. La textura de un suelo afecta en gran medida a su productividad. Los suelos con un porcentaje elevado de arena suelen ser incapaces de almacenar agua suficiente como para permitir el buen crecimiento de las plantas y pierden grandes cantidades de minerales nutrientes por lixiviación hacia el subsuelo. Los suelos que contienen una proporción mayor de partículas pequeñas, por ejemplo las arcillas y los limos, son depósitos excelentes de agua y encierran minerales que pueden ser utilizados con facilidad. Sin embargo, los suelos muy arcillosos tienden a contener un exceso de agua y tienen una textura viscosa que los hace resistentes al cultivo y que impide, con frecuencia, una aireación suficiente para el crecimiento normal de las plantas (Peralvo, 2010).

## Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)



**Foto 1:** Triángulo de Lyon para la determinación de la textura del suelo.

(Fundación Hogares campesinos juveniles, 2002).

### 2.1.5. Control del suelo.

Técnica agrícola que permite mantener o mejorar la productividad de los suelos. Es la base de la agricultura científica, e implica seis prácticas esenciales: labranza adecuada, mantenimiento de un aporte apropiado de materia orgánica en el suelo, mantenimiento de un aporte conveniente de nutrientes, control de la contaminación del suelo, mantenimiento de una acidez correcta del suelo y control de la erosión.

La conservación de suelos es el uso racional de éstos para mantener su capacidad productiva, incorporando prácticas de protección y mejoramiento, de tal manera que se controle la erosión y se aumente la productividad.

Toda acción que contribuya a hacer que la velocidad de formación del suelo sea mayor que la velocidad del desgaste del mismo, es una medida de conservación. El agricultor debe comprender que labrar el suelo no es minarlo ni saquearlo, sino utilizarlo de tal manera que sus descendientes lo reciban en el mismo estado de fertilidad en le fue entregado por sus

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

antecesores, en lo posible, ésta fertilidad debe haberse incrementado (Fundación Hogares campesinos juveniles, 2002; educampo.com.uy, 2013).

### **Prácticas agrícolas para la conservación de los suelos**

- La forestación, es aquella actividad que se ocupa de estudiar y de gestionar la práctica de las plantaciones, especialmente de los bosques, como los que son, recursos naturales renovables.
- La reforestación, que consiste en la plantación de árboles maderables o frutales.
- La agroforestería, que consiste en la plantación mixta de árboles maderables con cultivos (ejemplo: cedro con maíz, género inga con cultivos).
- El establecimiento de barreras vivas para disminuir la velocidad del agua, estableciendo o sembrado material vegetal, siguiendo las curvas de nivel. Se puede emplear el limoncillo, la leucaena, el nacedero, y pastos como guinea y yaraguá.

### **Prácticas mecánicas para la conservación del suelo**

- La construcción de trinchos, que consiste en la colocación de piedras sueltas con el fin de detener los sedimentos que están siendo arrastrados.
- La construcción de zanjas, de 3 a 5 metros de largo por 40 centímetros de profundidad, con el fin de quitarle velocidad al agua.
- La construcción de gaviones, los cuales son cajas de forma rectangular que contienen piedras y se elaboran con enrejado confeccionado en alambre galvanizado.

### **Prácticas de laboreo**

De fundamental importancia para prevenir e impedir los procesos erosivos en los suelos, son las siguientes:

- La siembra directa sobre hojarasca, utilizando abonos verdes y sin prender fuego a los rastrojos, constituye la mejor imitación de la naturaleza para lograr fertilidad, altos rendimientos y bajos costos de producción.

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

- Proporcionar cobertura vegetal al suelo, el suelo siempre debe cubrirse con vegetación viva o muerta (hojarasca, paja, residuos picados con guadaña, picapasto o cortamaleza). Esta vegetación le ofrece al suelo fertilidad y protección del sol, viento y de las lluvias.
- Sembrar o restablecer los cultivos siguiendo las curvas de nivel, en forma transversal a la pendiente en las zonas de ladera (Peralvo, 2010).

### **2.1.5.1. Conservación de materia orgánica.**

La materia orgánica que contiene el suelo procede tanto de la descomposición de los seres vivos que mueren sobre ella, como de la actividad biológica de los organismos vivos que contiene: lombrices, insectos de todo tipo, microorganismos, etc. La descomposición de estos restos y residuos metabólicos da origen a lo que se denomina humus. En la composición del humus se encuentra un complejo de macromoléculas en estado coloidal constituido por proteínas, azúcares, ácidos orgánicos, minerales, etc., en constante estado de degradación y síntesis. El humus, por tanto, abarca un conjunto de sustancias de origen muy diverso, que desarrollan un papel de importancia capital en la fertilidad, conservación y presencia de vida en los suelos. A su vez, la descomposición del humus en mayor o menor grado, produce una serie de productos coloidales que, en unión con los minerales arcillosos, originan los complejos organominerales, cuya aglutinación determina la textura y estructura de un suelo. Estos coloides existentes en el suelo presentan además carga negativa, hecho que les permite absorber cationes  $H^+$  y cationes metálicos ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ ) e intercambiarlos en todo momento de forma reversible; debido a este hecho, los coloides también reciben el nombre de complejo absorbente.

La materia orgánica es un elemento importante para mantener el suelo en buenas condiciones físicas; contiene la reserva íntegra de Nitrógeno de éste, así como cantidades significativas de otros nutrientes, como Fósforo y Azufre. Así pues, la productividad del suelo se ve claramente afectada por el equilibrio de materia orgánica del suelo. Dado que la mayor parte de los vegetales cultivados se recogen en vez de dejar que se descompongan, la materia orgánica que normalmente revertiría al suelo tras la descomposición de las plantas se pierde. En el sistema de rotación se alternan los cultivos sobre la base de la cantidad y el tipo de materia

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

orgánica que cada uno de ellos devuelve al suelo. Dado que la labranza intensiva acelera la pérdida por oxidación de la materia orgánica, las rotaciones suelen incluir una o más cosechas de superficie (cultivos que crecen en la superficie del suelo) que requieren poca o ninguna labranza. El sistema de rotación emplea tipos especiales de cultivos, como cultivos de cobertura y cultivos de estiércol verde. Los cultivos de cobertura son los que se realizan para proteger el suelo durante el invierno y, si se utiliza una leguminosa, para favorecer la fijación de nitrógeno. Los cultivos de estiércol verde se emplean solamente para enterrarlos con el arado y sirven para aumentar el contenido en materia orgánica del suelo. El método más antiguo para aumentar el contenido de materia orgánica del suelo es la aplicación de fertilizantes como el estiércol y el compost. El abonado del suelo con excrementos de animales se ha practicado durante miles de años y sirve para aportar diversos compuestos orgánicos complejos que son importantes para el crecimiento de las plantas (INIAP, 2005).

### **2.1.5.2. Aportación de nutrientes.**

En los suelos hay gran cantidad de elementos minerales que coinciden con los necesarios para la nutrición vegetal, pero que son inasequibles por su forma para el organismo de las plantas, como los componentes de piedras, rocas o arenas y materiales orgánicos complejos. Estas formas pueden considerarse como una reserva de elementos nutrientes a largo plazo. Las plantas absorben los elementos nutritivos sólo en la forma asimilable para su organismo, concretamente la de cationes y aniones (Océano/ Centrum, 2001).

Entre las deficiencias del suelo que afectan a la productividad, la falta de nutrientes es especialmente problemática. Los nutrientes más necesarios para un correcto crecimiento de las plantas son el Nitrógeno, el Potasio, el Fósforo, el Hierro, el Calcio, el Azufre y el Magnesio, todos los cuales están presentes en la mayoría de los suelos en cantidades variables. Además, la mayor parte de las plantas requiere diminutas cantidades de sustancias llamadas elementos traza, presentes en el suelo en cantidades muy pequeñas, entre los que se encuentran el Manganeso, el Zinc, el Cobre y el Boro. A menudo, los nutrientes se encuentran en el suelo en forma de compuestos que las plantas no pueden utilizar fácilmente. Por ejemplo, el Fósforo combinado con Calcio o Magnesio es utilizable por las plantas, pero combinado con Hierro o Aluminio, normalmente no. El enriquecimiento del suelo con

### **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

fertilizantes artificiales y por medio de tratamientos que aceleran la descomposición de compuestos complejos incrementa

la disponibilidad de minerales utilizables en el suelo. Añadir calcio a los suelos disminuye la acidez y aumenta la disponibilidad de fósforo para las plantas. En muchas ocasiones se añade cobre y azufre al suelo por medio de soluciones aplicadas en forma de aerosol (Océano/Centrum, 2001).

#### **2.1.5.3. Contaminación del suelo.**

Es la incorporación al suelo de materias extrañas, como basura, desechos tóxicos, productos químicos, y desechos industriales. La contaminación del suelo produce un desequilibrio físico, químico y biológico que afecta negativamente las plantas, animales y humanos. (Martínez, 2013).

La contaminación del suelo se define como la acumulación en éste de compuestos tóxicos persistentes, productos químicos, sales, materiales radiactivos o agentes patógenos, que tienen efectos adversos en el desarrollo de las plantas y la salud de los animales. La creciente cantidad de fertilizantes y otros productos químicos agrícolas que fueron aplicados a los suelos después de la II Guerra Mundial, sumada a las prácticas de vertido de residuos industriales y domésticos, llevó a una progresiva preocupación por la contaminación de los suelos a mediados de la década de 1960. Aunque el empleo de fertilizantes que contienen nutrientes primarios, nitrógeno, fósforo y potasio, no ha producido contaminación de los suelos, la aplicación de elementos traza sí lo ha hecho. El riego de suelos áridos lleva frecuentemente a la contaminación por sales. La utilización de pesticidas ha llevado también a la contaminación a corto plazo del suelo.

Los hidrocarburos clorados persisten más tiempo en suelos con un alto contenido en materia orgánica, además es necesario emplear más cantidad del producto para aniquilar a las plagas. (Martínez, 2013).

#### **2.1.5.4. Ajuste de la acidez del suelo.**

El mantenimiento de una acidez específica es importante en el acondicionamiento del suelo con el fin de controlar la adaptación de los diversos cultivos y de la vegetación nativa a diferentes suelos. Por ejemplo, los arándanos sólo se pueden cultivar con éxito en suelos de

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

acidez moderada a extrema, mientras que la alfalfa y otras leguminosas sólo se desarrollan bien en suelos levemente ácidos o ligeramente alcalinos. El procedimiento habitual para corregir el exceso de acidez de un suelo es la aplicación de cal en forma de caliza, caliza dolomítica, o cal muerta. Cuando se añade cal, el Hidrógeno del complejo coloidal del suelo es sustituido por el calcio de la cal. Los suelos ácidos se encuentran fundamentalmente en regiones de pluviosidad elevada; en las regiones áridas, los suelos son normalmente alcalinos.

### **2.1.5.5. Control mecánico de la erosión.**

Se denomina erosión al proceso de sustracción o desgaste de la roca del suelo intacto (roca madre), por acción de procesos geológicos exógenos como las corrientes superficiales de agua o hielo glacial, el viento, o los cambios de temperatura. El material erosionado puede ser:

Por la propia acción del viento, aguas superficiales, glaciares y expansión-contracción térmica por variaciones estacionales o diurnas.

Usualmente, la erosión es considerada como un proceso más de la degradación de los suelos. Sin embargo, en términos más rigurosos, debería diferenciarse entre los mecanismos de degradación o deterioro y los de pérdida del recurso. Entre los últimos cabría citar la erosión y el sellado, mientras que entre los primeros el resto de los generalmente mentados en la literatura (contaminación, compactación, salinización, etc.). Debido a que el suelo no es un recurso natural renovable a escala humana, su pérdida por erosión o sellado puede considerarse irreversible. En consecuencia, el problema ambiental que genera debe abordarse mediante medidas preventivas. Por el contrario, la degradación también suele admitir técnicas de rehabilitación.(Apaza, 2008).

La pérdida mecánica de la capa fértil del suelo es uno de los problemas más graves de la agricultura. Las variaciones del suelo en la naturaleza son graduales, excepto las derivadas de desastres naturales. Sin embargo, el cultivo de la tierra priva al suelo de su cubierta vegetal y de mucha de su protección contra la erosión del agua y del viento, por lo que estos cambios pueden ser más rápidos. Los agricultores han tenido que desarrollar métodos para prevenir la alteración perjudicial del suelo debida al cultivo excesivo y para reconstruir suelos que ya han sido alterados con graves daños.

La mejor solución es la prevención. En las últimas décadas se han llevado a cabo numerosos trabajos que han permitido desarrollar las técnicas de Agricultura de Conservación. En

## **Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

resumen, consisten en no quemar el rastrojo, no labrar y mantener el resto de cosecha sobre la superficie del suelo. Estas prácticas conservacionistas son muy eficaces en reducir la erosión (hasta un 90-95 %). Entre ellas se encuentran las siguientes:

- **Siembra directa/ no laboreo.** En esta modalidad el suelo no recibe labor alguna desde la recolección del cultivo hasta la siembra del siguiente, excepto para la aplicación de fertilizantes mediante inyección en bandas. Las sembradoras han de ir acompañadas de separadores de rastrojo (discos cortadores). Las cosechadoras adaptadas a este sistema suelen tener dispositivos o accesorios para el picado y esparcimiento de la paja. El control de las malas hierbas se realiza mediante el uso de herbicidas con bajo impacto ambiental. La siembra directa, es la mejor opción para el medioambiente en cultivos anuales. El empleo de un laboreo superficial y vertical para el control de las malezas sólo se debe de recomendar en casos excepcionales.

- **Laboreo mínimo.** Consiste en labrar superficialmente sólo días antes de la siembra mediante la utilización de cultivadores, gradas y arados de cincel. El control de malas hierbas se realiza mediante herbicidas de bajo impacto ambiental y/o cultivadores. En el caso de "laboreo sin inversión" el suelo se labra (pero no se invierte) inmediatamente después de la recolección para incorporar parcialmente los restos de cosecha, promover la germinación de plantas voluntarias y proporcionar cobertura en el suelo durante el período entre la recolección de un cultivo y la siembra del siguiente.

- **Cultivos cubierta.** Consiste en sembrar especies concretas o dejar crecer la vegetación espontánea entre las hileras de árboles en cultivos perennes o en el período de tiempo que hay entre sucesivos cultivos anuales. De este modo se reduce la erosión y se controlan las malas hierbas. El desarrollo de la cubierta vegetal se termina o interrumpe mediante aplicación de herbicidas de bajo impacto ambiental (" siega química") en el momento que se considera oportuno para posibilitar la siembra del cultivo siguiente en cultivos anuales o para que la cubierta no compita con la plantación de árboles. (Apaza, 2008).

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

Otras prácticas para la erosión son:

- ✓ **Agrícolas:** reforestación (plantación árboles maderables o frutales, y agroforestación (plantación mixta de árboles maderables con cultivos), y las barreras vivas (barreras con material orgánico para disminuir la velocidad del agua, siguiendo las curvas a nivel).
  
- ✓ **Mecánicas:** Trinchos (piedras sueltas), zanjas (de 3 a 5 metros de largo por 40 cm ancho y 30 cm de profundidad para quitar velocidad al agua), Gaviones (cajas de forma rectangular de alambre galvanizado rellenas de piedras), terrazas, canal empastado (canal recubierto de pastos), barreras muertas (construidas con piedras).

### **2.1.5.6. Agua del suelo.**

La cantidad de agua disponible en un suelo dado tiene un efecto importante en la productividad del terreno para su uso agrícola. Tanto en estado líquido como gaseoso, el agua ocupa cerca de un cuarto del volumen del suelo productivo. En suelos gruesos y desagregados, el agua tiende a drenarse hacia abajo por la acción de la gravedad, dejando un pequeño remanente.

Con la excepción de las regiones extremadamente áridas, el agua es siempre un componente del suelo, encontrándose en éstos en forma de humedad intergranular o como hielo (suelos tipo *permafrost*), en mayor o menor abundancia en función de factores diversos. Debido a la propia dinámica del suelo, el agua siempre contiene componentes diversos en solución, y ocasionalmente también en suspensión, si bien la ausencia de una dinámica de consideración minimiza este último componente.

En función de la naturaleza y textura del suelo el agua puede encontrarse bien como fase libre, móvil en el suelo (en suelos con altas porosidades y permeabilidades), o bien como fase estática (absorbida), en los suelos de naturaleza más arcillosa. En el primer caso el agua podrá tener una cierta dinámica, que mantendrá una cierta homogeneidad composicional, mientras que en el segundo caso podrán darse variaciones composicionales más o menos importantes.

Los suelos compuestos por partículas finas suelen tener una porosidad total superior, por tanto, retienen cantidades de agua mayores que los suelos de textura gruesa. El agua se mueve

## **Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

y queda retenida por un sistema de poros. Sólo están disponibles para las plantas dos tercios del agua almacenada después de que se haya drenado el exceso. Las partículas del suelo absorben el agua restante con fuerza suficiente como para impedir su uso por las plantas.

Los suelos vírgenes suelen contener cantidades adecuadas de todos los elementos necesarios para la correcta nutrición de las plantas. En tal caso, es preciso reponerlos en forma de fertilizantes. La aplicación de fertilizantes adecuados estimula el crecimiento de las plantas.

El agua en el suelo suele tener una dinámica bidireccional: el agua de lluvia o de escorrentía, por lo general poco cargada en sales (aunque no siempre), se infiltra desde superficie, y puede producir fenómenos de disolución, hidrólisis y/o precipitación de las sales que contiene. Por ejemplo, el  $\text{CO}_2$  atmosférico induce la formación de ácido carbónico:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$ , que a su vez induce la disolución de carbonatos:  $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$ . En épocas secas se produce el fenómeno inverso, y las aguas contenidas en los acuíferos tienden a subir por capilaridad o por gradiente de humedad hasta la superficie, donde se produce su desecación, de forma que durante este proceso de ascenso tienden a perder por precipitación las sales que contienen en disolución. Este proceso puede tener consecuencias desastrosas cuando interviene la mano del hombre, por ejemplo con irrigación de suelos en zonas áridas-semiáridas, con consecuencias de salinización extrema (Apaza, 2008).

De entre los nutrientes necesarios, el aire y el agua aportan hidrógeno, oxígeno y carbono en cantidades inagotables. Casi todos los suelos encierran abundancia de Azufre, Calcio, Hierro y otros nutrientes esenciales. El Calcio suele añadirse al suelo, pero su función primordial es reducir la acidez, no actuar como fertilizante en sentido estricto. El Nitrógeno se halla presente en la atmósfera en cantidades enormes, pero las plantas no pueden utilizarlo de esta forma; ciertas bacterias proporcionan a las plantas de la familia de las Leguminosas el nitrógeno necesario, que toman del aire y lo transforman mediante una serie de reacciones llamadas de fijación de Nitrógeno (Apaza, 2008).

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

### **2.2. Sistemas de preparación del suelo.**

#### **2.2.1. Generalidades.**

La preparación del suelo, conocida también como labranza, busca crear condiciones favorables para el buen desarrollo de los cultivos, es decir, para la germinación de las semillas, el crecimiento de las raíces y de la planta, y en la mayoría de casos, para la formación del fruto.

##### **2.2.1.1. Sistemas de preparación de suelos**

- a) Sistema Tradicional
- b) Sistema Especial
- c) Sistema Pelo Pardi
- d) Sistema Louisiana
- e) Sistema del Laboreo Mínimo

##### **2.2.1.2. Diferencia entre sistemas**

Estos sistemas de preparación se diferencian fundamentalmente por:

- El tiempo de duración.
- La profundidad de sus labores.
- Los tipos de implementos agrícolas a emplear.
- El número de labores a realizar para la preparación del suelo.

##### **2.2.1.3. ¿Cómo hacer una buena preparación de suelos?**

La preparación de suelos debe seguir una serie de pasos que son los siguientes:

- Realizar una programación de la preparación.
- Identificar la humedad adecuada del suelo para la labranza.
- Evitar la compactación del suelo.
- Acondicionar el terreno.

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

- Emplear adecuadamente la maquinaria.
- Realizar subsolados.

Finalmente, se resalta que los efectos que tiene la preparación del suelo en la productividad del cultivo son muy significativos. Por ello es importante invertir para que ésta preparación sea la más adecuada y cumpla con las etapas de riego, arado, gradeo, rastra, nivelación y surcado (Ecured, 2013).

### **2.2.2. Labranza tradicional.**

#### **2.2.2.1. Definición.**

Por definición la labranza tradicional o convencional es la labranza que se hace tradicionalmente, en una determinada zona para un determinado cultivo.

En general se asocia al término labranza convencional con la realización de laboreos agresivos que, mal utilizados por plazos no demasiado prolongados, pueden afectar la integridad del suelo, especialmente en suelos de baja estabilidad y/o con pendiente. Por lo general, esto se maneja o se decide con mucho de costumbre o de tradición.

#### **2.2.2.2. Ventajas.**

El laboreo convencional es una buena forma de lograr algunos objetivos de manejo, como por ejemplo control de malezas, control de algunas plagas y la mineralización de algunos nutrientes, básicamente Nitrógeno que en nuestra zona es un nutriente deficitario a pesar del tipo de suelo rico en materia orgánica que tenemos.

Cuando ejercemos una labranza agresiva sobre el suelo incorporamos los rastrojos y agilizamos su descomposición y la mineralización de la materia orgánica con la consecuente liberación de nitrógeno, otros nutrientes importantes y, también, de dióxido de Carbono, que es uno de los gases responsables del efecto invernadero.

Las ventajas fundamentales de la labranza convencional son:

**a) Preparar una cama para raíces y semillas.** El surco hecho por el arado constituye la cama para raíces y semillas. La condición que debe reunir el suelo es la facilidad para que las raíces puedan desarrollarse ampliamente en profundidad, sin que se encuentren con terrones

## **Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

grandes ni bolsas de aire. La profundidad deberá regularse según sean las necesidades del cultivo y de la profundidad del perfil arable.

La cama para semillas debe ser de consistencia suelta, esponjosa y friable, de manera que el 50 % de su volumen esté constituido por materias térreas, un 25 % por espacios huecos capaces de permitir la circulación del aire y un 25 % de conductos capilares aptos para la circulación del agua. En un suelo con una buena cama para semillas las partículas se fragmentan de manera que las raíces pueden extenderse fácilmente en cualquier sentido, por cuanto el aire y la humedad se hayan uniformemente distribuidos y en equilibrio en todo el horizonte. Cuando la cama para raíces es inadecuada, la estructura densa de las partículas impide el desarrollo de las raíces obligándolas a restringir su desarrollo para atravesar pequeños espacios o tener que desviarse para encontrar un camino de menor resistencia.

La porosidad y granulación de la cama de semillas son importantes como medida del mullimiento. Una cama constituida por agregados de 2 a 4 mm de diámetro es la más adecuada para una buena germinación de las semillas. Se desea una estructura más fina mientras más pequeñas sean las semillas, y con una estructura más gruesa mientras más grandes sean las semillas.

**b) Control de malezas.** Al roturar e invertir el perfil, el arado entierra las semillas de malezas situadas en la superficie para que éstas no germinen. Si se pasa repetidas veces una rastra liviana se eliminan muchas malezas evitando así la competencia que éstas efectúan por el agua, luz y nutrimentos.

La elección de la herramienta se deberá hacer de acuerdo con el problema específico de las malezas presentes. Por lo tanto, no se recomienda emplear una rastra de discos en presencia de plantas que se propagan mediante rizomas como chéptica y maicillo, porque con esta herramienta se estará contribuyendo a su dispersión. En este caso es aconsejable usar rastras de acción vertical, sin elementos cortantes como son las rastras de resortes y de clavos, las que dejan las raíces de las malezas expuestas al aire y al sol.

**c) Aumentar la capacidad de retención de agua.** Un suelo con un buen porcentaje de espacios huecos permite el movimiento del agua en los poros y capilares. Esta agua es retenida de dos maneras: en los espacios que se producen entre las partículas y, por la absorción de las partículas de arcilla y la materia orgánica (Suter - Idesia, 2006).

## **Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

**d) Prevención de la erosión causada por el agua y el viento.** El agua que se desliza sobre el suelo es el motivo más grave causante de la erosión. La lluvia escurre sobre la superficie cuando la velocidad de caída de ésta excede a aquella de la infiltración que permite el suelo; por lo tanto, todo factor que reduzca la permeabilidad aumenta la posibilidad de escurrimiento del agua. Si el agua se desliza por la superficie tiene dos consecuencias: aumenta el caudal de los ríos y arrastra gran cantidad de material del suelo.

Un suelo de gránulos grandes y profundos tiene gran capacidad de retención de agua; esto permite que el agua de lluvia penetre a las capas profundas, evitando así el escurrimiento superficial.

Las gramíneas y leguminosas son los cultivos que más protegen a los suelos de la erosión. Si se siembran estas plantas y su densidad es adecuada, las pérdidas de suelo causadas por la erosión son insignificantes, inclusive en pendientes pronunciadas. Por el contrario, en los suelos desprovistos de cultivo o plantas están seriamente expuestos. Lo importante es la densidad del cultivo y su crecimiento para lograr la máxima eficiencia en el control de la erosión. Mientras más cubierto esté el suelo, más protegido estará ante la acción de la lluvia y el agua de riego. En este efecto gran importancia tiene también el desarrollo radicular.

En un suelo descubierto la velocidad e intensidad de los vientos es también causante de una intensa erosión. Su efecto se aminora cuando éste está cubierto o presenta rugosidad superficial frenando su acción.

**e) Mejorar la aireación del perfil.** Los poros del suelo que no están ocupados por agua contienen gases que constituyen la atmósfera edáfica. Su composición es diferente a la de la atmósfera libre porque las raíces y los organismos que viven en el suelo sustraen oxígeno y expelen anhídrido carbónico. Por lo tanto, la atmósfera del suelo resulta más rica en anhídrido carbónico y más pobre en oxígeno que la atmósfera libre. La mayor parte de las plantas cultivadas se desarrollan bien si la concentración de anhídrido carbónico alrededor de las raíces no es demasiado alta y de oxígeno demasiado baja. Si las condiciones son adversas las raicillas no se desarrollan, dejando el sistema radicular escasamente ramificado (Suter - Idesia, 2006).

**f) Conservar la estructura del suelo.** Los tamaños más convenientes de los terrones, desde el punto de vista de la plantas oscila entre 2 y 4 mm cuadrado, siendo estos mayores en los suelos húmedos y menores en los suelos secos. Si las partículas resultan muy finas sellan los poros no permitiendo la circulación del aire y el agua.

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

**g) Facilitar las labores posteriores.** Cuando el suelo se presenta en condiciones friables sin grandes terrones y no hay presencia de residuos en la superficie se hace más fácil la labranza secundaria para la siembra y cultivos posteriores.

**h) Aumentar la capacidad de rendimiento de los cultivos.** Al invertir el perfil en una arada profunda y mezclarlo se está colocando al alcance de las raíces un suelo que proporcionalmente contiene un mayor contenido de nutrimentos.

**i) Prepara el suelo para el riego.** El suelo que presenta una buena estructura y la profundidad es la adecuada al cultivo, facilita el riego tanto en su escurrimiento como en su infiltración.

**j) Incorporar materia orgánica.** La materia orgánica, producto de los residuos de las cosechas y de las malezas, al incorporarlas en el perfil del suelo y una vez descompuesta, tiende a hacer más poroso los suelos arcillosos lo que permite aumentar la capacidad de retención de humedad y favorece la circulación de aire, creando condiciones favorables al desarrollo de la vida microbiana.

Trabajar un suelo mediante métodos tradicionales presenta dos problemas de suma importancia, el primero de ellos es su contenido de humedad y la presencia de los rastrojos y residuos del cultivo anterior, los que de no ser eliminados o tratados pueden llegar a ser una dificultad para el cultivo subsiguiente.

### **2.2.2.3. Desventajas.**

Una desventaja sería si se provoca la mineralización intensa y no se repone una cantidad acorde de materiales vegetales, el balance será negativo y se perderá materia orgánica. Eso es lo que ocurre en general con la labranza convencional.

La labranza convencional tiene otro inconveniente que es el consumo de combustibles fósiles que también contribuye al efecto invernadero. Menos labranzas significan menor utilización de combustibles y, por lo tanto, menor emisión de gases hacia la atmósfera.

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

### **2.2.2.4. Recomendaciones del uso de la labranza convencional.**

El punto de partida para toda decisión de manejo de suelo es conocer sobre qué suelo uno va a empezar a trabajar. Conocer el suelo no sólo significa conocer las características propias del suelo sino también en qué posición del paisaje está ubicado.

Entonces, una forma de mejorar el uso de las labranzas es discriminar en qué suelo y en qué época del año se la va a emplear dependiendo de los efectos que se espera produzca y de las características del ambiente.

Al trabajar sobre suelos de bajo contenido de materia orgánica, con textura arenosa o tendiendo a ser arenosa sería recomendable no emplear labranza convencional.

Por otro lado, no debería utilizarse labranza convencional en las épocas del año en que las lluvias son potencialmente erosivas y, por supuesto, tampoco en los sectores donde el suelo esté en pendiente. La recomendación para reducir los efectos de la labranza convencional es hacer la menor cantidad de operaciones que sea posible o indispensable.

Hacer las operaciones de laboreo en las condiciones óptimas de suelo para cada tipo de labor, ni demasiado seco ni demasiado húmedo, ni a demasiada velocidad ni a demasiada profundidad. Cada operación con la agresividad más adecuada para la humedad que tenga, con la velocidad de trabajo que corresponda y con el menor número de pasadas posible; sólo lo que sea estrictamente necesario, esto significa, que podamos colocar la semilla en camas de siembra que no necesariamente tienen que estar hechas un polvo, que pueden tener cierto grado de cascotes, combinando esto con la sembradora que se va a utilizar. No todas las sembradoras hacen bien su trabajo cuando el suelo está algo cascotudo.

Si el productor o el contratista no cuentan con máquinas sembradoras que trabajen bien esas condiciones, habrá que hacer otro tipo de laboreo para reducir aún más el tamaño de partícula y permitir una buena siembra, aunque, sabemos, se incrementan los riesgos de dañar al suelo.

Todas las decisiones de manejo tienen que tener en cuenta al sistema de manera integral.

### **2.2.2.5. Conclusiones de la labranza tradicional.**

En concepto general cuanto menos operaciones se hagan, menos efectos negativos en el sistema vamos a tener. Resumiendo, para mejorar lo que se llama labranza convencional se tendría que, tomar la decisión en función del ambiente y la época del año en que lo va a efectuar y pensar en hacer la menor cantidad posible de pasadas de máquinas, con la humedad

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

del suelo y la velocidad de trabajo adecuadas. El objetivo fundamental es lograr el cultivo con el menor daño posible al suelo y reponiendo todo lo que sea necesario (Fao, 2011).

La agricultura de conservación significa muchas cosas para muchas personas, pero un principio clave es la sostenibilidad. En casi todos los casos, esto implica manejar mantillos para conservar la materia orgánica del suelo. Otros sistemas de cultivo que conservan otros recursos vitales (agua, combustible) o reducen las emisiones de gases de invernadero representan un avance hacia la sostenibilidad (Fao, 2011)

### **2.3. El cultivo del arroz.**

#### **2.3.1. Origen del Arroz.**

El arroz (*Oryza sativa* L.) se trata de un cereal considerado alimento básico en muchas culturas culinarias (en especial la cocina asiática), así como en algunas partes de América Latina. El arroz es el segundo cereal más producido en el mundo, tras el maíz. Debido a que este se produce con muchos otros propósitos aparte del consumo humano, se puede decir que es el arroz el cereal más importante en la alimentación humana y que contribuye de forma muy efectiva al aporte calórico de la dieta humana actual; es fuente de una quinta parte de las calorías consumidas en el mundo.

Existen cerca de diez mil variedades de arroz. Todas ellas entran en una de las dos subespecies de *Oryza sativa*, la variedad *índica*, que suele cultivarse en los trópicos, y la *japónica*, que se puede encontrar tanto en los trópicos como en las zonas de clima templado y que se caracteriza por su alto contenido en almidón del tipo amilosa (arroz glutinoso). Por regla general, cuanto más amilosa contiene un grano de arroz, más temperatura, agua y tiempo requiere para su cocción.

Las variedades tradicionales de tipo Indica cultivadas en los trópicos tienen como características: mayor altura, macollamiento denso, hojas largas e inclinadas de color verde pálido, grano de tamaño medio a largo y un contenido de amilosa de medio a alto. (Enerfusa, 2013).

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

### **2.3.2. Taxonomía.**

La clasificación botánica del arroz es la siguiente:

<b>Nombre científico:</b>	<i>Oryza sativa</i> L.
<b>Nombre común:</b>	Arroz.
<b>Reino:</b>	Vegetal.
<b>División:</b>	Angiospermae
<b>Familia:</b>	Gramineae
<b>Sub-Familia:</b>	Panicoideae
<b>Clase:</b>	Monocotiledónea
<b>Tribu:</b>	Oryzeae
<b>Tipo:</b>	Espermatofita
<b>Género:</b>	Oryza
<b>Especie:</b>	Sativa
<b>Orden:</b>	Glumiflorales

(Fao, 2011)

### **2.3.3. Morfología.**

Los órganos de la planta de arroz se clasifican en:

- Organos vegetativos: raíces, tallos y hojas.
- Organos reproductores: flores y semillas.

#### **Tallo:**

Se compone de nudos e internudos, en orden alterno. Lleva una hoja y un capullo que pueden desarrollarse para constituir un vástago o retoño. El entrenudo maduro es hueco y finamente estriado. Tiene longitud variable, generalmente aumenta de los entrenudos más bajos a los más altos.

Los entrenudos más bajos, en la base del tallo, son cortos y se van haciendo gruesos hasta formar una sección sólida. Varían también en cuanto al grosor, los más bajos tienen mayo

## **Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

### **Espiguillas:**

La espiguilla individual, está formada por dos "glumas externas" (lemas estériles) muy pequeñas, y todas las demás partes florales se encuentra entre ellas o por encima de ellas. Crecen sobre el pedicelo, que las conectan con la rama de la panícula.

Todas las partes de la planta que se encuentran por encima de las "glumas externas" se denominan colectivamente floretas. Este último consiste en la cubierta dura que se convierte en lema y pálea (las "glumas") y la flor completa que se encuentra entre ellas.

El nudo situado entre el entrenudo superior del tallo y el eje principal de la panoja es la base de la panoja. Esta última aparece con frecuencia como un anillo ciliado y se utiliza para medir la longitud del tallo y la de la panoja. La flor consta de seis estambres y un pistilo. Los estambres se componen de anteras bicelulares, nacidas sobre filamentos delgados, mientras que el pistilo consiste en el ovario, el estilo y el estigma.

La rama primaria de la panoja se divide en otras ramas secundarias y, a veces, terciarias. Estas últimas son las que llevan las espiguillas. Las ramas pueden estar dispuestas solas o por parejas. El estigma es una estructura plumosa nacida en el estilo que, a su vez, es una extensión del ovario. En la base de la flor se encuentran dos estructuras transparentes que se conocen como lodículos. La panoja permanece erecta en el momento de la floración; pero, por lo común, se caen las espiguillas cuando se llenan, maduran y forman los granos.

Las diversas variedades tienen diferencias considerables en cuanto a longitud, forma y ángulo de implantación de ramas primarias, así como también en cuanto al peso y densidad de la panícula (Fao, 2011)

diámetro y espesor que los superiores. Los retoños se desarrollan a partir del tallo principal en orden alterno. Los primarios se desarrollan en los nudos más bajos, produciendo renuevos secundarios, a su vez, éstos producen los retoños terciarios.

### **Panícula:**

### **El Grano:**

El grano de arroz se compone del ovario maduro, la lema y la palea, la raquilla, las lemas estériles y las aristas cuando se encuentran endospermo. La lema y la pálea, con sus estructuras asociadas, constituyen la cáscara, y pueden retirarse mediante la aplicación de una presión giratoria.

El grano de arroz descascarado (cariósido) se conoce en el comercio como arroz café y debe su nombre al pericarpio de color marrón (o de otro color) que lo cubre. El pericarpio es la capa mas externa que rodea a la cariósido y se retira cuando el arroz se pule y muele por

### **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

completo. Debajo del pericarpio hay dos capas de células que representan la cubierta de la semilla. (Higueras,2013)

El embrión se encuentra en el lado ventral de la espiguilla, junto a la lema. El resto de la cariósida está ocupado por el endospermo amiláceo, adyacente al embrión se encuentra un punto llamado ojo, que marca un punto de inserción de la cariósida a la pálea. Otra cicatriz situada en el extremo de la cariósida, indica la base del estilo.

El embrión contiene las hojas embrionarias (plúmulas) y la raíz embrionaria (radícula). La plúmula se encuentra encerrada en una vaina (coleóptila) y la radícula está envainada en la coleoriza.

El endospermo blanco consiste principalmente en gránulos de almidón encastrados en una matriz proteínica. Contiene, además, azúcares, grasas, fibra cruda y materia inorgánica (Fao, 2012).

#### **2.3.4. Variedades de arroz.**

Existen más de 2 000 variedades de arroz cultivadas en el mundo. El banco de genes del IRRI en las Filipinas conserva no obstante alrededor de 83 000 variedades. Las diferencias se refieren a la morfología de la planta y del grano, la calidad del grano, la resistencia al acampamiento, la precocidad, la ramificación, la resistencia y tolerancia a los factores bióticos (malezas, insectos y enfermedades) y abióticos (frío, sequía, acidez del suelo, carencias en elementos minerales primordiales y la productividad física). (Fedearroz 1992).

INIAP indica que han investigado y generado nueve especies y tecnología para la producción arrocería del país, lo que ha contribuido a los cambios tecnológicos del sector y al desarrollo de sus cultivos. (INIAP, 2005).

Las variedades obtenidas tiene características superiores y diferentes a las variedades tradicionales, por ejemplo: resistencia a enfermedades, insectos plaga y alto rendimiento.

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

En nuestro país las siembras iniciales de arroz se realizaron con materiales criollos y variedades introducidas de Colombia, como la Orizica 1. El Programa Nacional del Arroz del INIAP desde 1971 ha entregado 11 variedades de arroz provenientes de diferentes orígenes, siendo éstas las siguientes:

- ✓ INIAP 2, INIAP 6 de origen IRRI-Filipinas (entregadas en 1971)
- ✓ INIAP 7, INIAP 415, INIAP 10, INIAP 11, INIAP 12 de origen CIAT – Colombia (entregadas en 1976, 1979, 1986, 1989, 1994 respectivamente)
- ✓ INIAP 14 de origen IRRI-Filipinas (entregada en 1999)
- ✓ INIAP 15, INIAP 16, INIAP 17 e INIAP 18 de origen INIAP-Ecuador (entregadas en 2006, 2007, 2010 respectivamente).(INIAP, 2005)

### **2.3.5. Variedad INIAP 14.**

#### **2.3.5.1. Origen y desarrollo.**

La variedad “INIAP-14”-Filipino, fue introducida en 1993, desde el PHILRICE de Filipinas por FENARROZ. Fue introducida con el nombre clave PSBRC12. En Filipinas fue entregada como la variedad CALIRAYA. En nuestro país ha sido evaluado bajo condiciones de lluvia en la estación experimental tropical “Pichilingue”(Quevedo), el Vergel (Valencia), provincia de Los Ríos; y bajo riego en Daule y Samborondón, provincia del Guayas. Las evaluaciones continúan en las diferentes zonas arroceras incluyendo el oriente ecuatoriano.

En algunas localidades donde FENARROZ estableció los materiales introducidos desde Filipinas, los agricultores colaboradores seleccionaron el material que para sus necesidades mejor se adaptaba, por lo que la bautizaron como FILIPINO. (Fedearroz, 1992)

## Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)

### 2.3.5.2. Características varietales arroz INIAP 14.

A continuación se detalla en un cuadro, las características principales de la variedad INIAP 14-FILIPINO. (INIAP,2005).

#### Características varietales arroz INIAP 14. ( INIAP, 2005).

Rendimiento (sacas) (riego, trasplante) <u>1/</u>	64 a 100
Rendimiento (sacas) (secano, siembra directa) <u>1/</u>	53 a 68
Ciclo vegetativo (días) (riego, trasplante)	115 a 127
Ciclo vegetativo (días) (secano, siembra directa)	110 a 117
Altura de planta (cm) (riego, trasplante)	81 a 100
Altura de planta (cm) (secano, siembra directa)	99 a 107
Número de panículas/ planta (riego, trasplante)	14 a 38
Longitud de grano (mm) <u>2/</u>	7.1 (L)
Ancho de grano (mm)	2.19
Granos llenos / panícula (%)	89
Longitud de panícula (cm)	23
Peso de 1000 granos (g)	26
Grano entero al pilar (%)	62
Hoja blanca	Moderadamente resistente.
<u>Pyricularia grisea</u>	resistente.
<u>Tagosodes oryzicolus</u>	resistente.
Acame de plantas <u>3/</u>	resistente.
Latencia en semanas <u>4/</u>	4 a 5

---

1/ Rendimiento de arroz en cáscara al 14% de humedad, sacas de 200 lbs.

2/ Grano largo (L) 6,6 a 7,5 mm. Grano extralargo (EL). Más de 7,5 mm

3/ Cosechar en época oportuna y el adecuado manejo del cultivo evitan el acame.

4/El dato para “INIAP 14”-Filipino, proporcionan los técnicos de FENARROZ.

## **Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

### **2.3.5.3. Recomendaciones para la siembra.**

Utilizando semilla certificada se asegura la pureza varietal y una buena germinación.

**Siembra directa (sembradora):** 80 kg/ha de semilla certificada (170 lb).

La distancia de siembra es de 18 cm entre hileras; en caso de cultivo a espeque es de 30 cm entre hileras y 20 cm entre sitios.

**Siembra directa (voleo):** 100 kg/ha de semilla certificada (200 lb).

**Siembra por trasplante:** 30-45 kg/ha semilla certificada, para hacer el semillero, que cubrirá al trasplantar una hectárea.

La distancia de siembra es de 30 cm x 30 cm, 30 cm x 20 cm, o 25 cm x 25 cm, colocar dos o tres plantas por sitio.

**En semillero:** Utilizar 150-200 g de semilla/m<sup>2</sup>. El trasplante debe hacerse cuando el semillero tenga entre 21 y 25 días (INIAP, 2008).

## **2.4. Maquinarias agrícolas.**

### **2.4.1. Mecanización agrícola.**

La mecanización agrícola es un instrumento de gestión de la agricultura. El cambio de nivel o de tipo de mecanización o de industrialización producirá un aumento de los rendimientos de los cultivos, solo si lo emplean los productores para eliminar o reducir las limitaciones concretas, para lograr el potencial de producción de sus recursos. Sin embargo, la producción viene determinada por muchos elementos individuales y por la forma como estos interactúan. La mecanización es solo un elemento del conjunto de insumos que determinan la producción y generalmente, no es posible aislar el efecto sobre dicha producción y definirlo en términos cuantitativos.

## **Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

En términos generales la mecanización reduce el trabajo físico humano; es menos extenuante conducir un tractor, que cultivar el campo todo el día con un azadón u otra herramienta manual. Un tractor tirando un arado puede cultivar un área más grande que un hombre con una herramienta manual, en el mismo tiempo, con el consecuente incremento de la productividad y reducción en los tiempos de operación.

Las maquinarias son elementos que se utilizan para dirigir la acción de fuerzas de trabajo a base de energía; por su parte en el campo agrícola, los mecanismos a motor que se emplean en estas labores aligeran la producción y mejoran las técnicas de cultivo. (González, 2009).

### **2.4.1. Mecanización en Ecuador.**

Estudiosos en el tema señalan que Ecuador es deficiente en el uso de maquinarias en la agricultura. El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), ha creado la Dirección de Mecanización Agrícola, mediante Acuerdo Ministerial 281, del 29 de julio de 2011; quienes están a cargo del impulso de esta actividad en el Ecuador.

Según estudio realizado por Reina y Hetz, en el 2004 existía un déficit de 2.613 tractores agrícolas, considerando en el plan 2.397.446 ha, correspondientes a cultivos transitorios y permanentes y si se incluían las superficies de pastos cultivados y descanso, el déficit se incrementaba a 6.501 tractores agrícolas.

Estos dos expertos sostienen, que el índice de mecanización agrícola recomendado para países en vías de desarrollo es de 0.75 a 1.0 Kw/ha, y nuestro país alcanza 0.30 Kw/ha, con la superficie de cultivos transitorios y permanentes y si se incluye los pastos cultivados y en descanso sólo llega a 0.12kW/ha, frente a otros países como: México, 0.77 kw/ha; Chile 0.56 kw/ha; Argentina 0.60 Kw/ha; Venezuela 0.79 Kw/ha, por lo que estamos más cercanos a los índices de Colombia y Perú (0.23 y 0.14 kW/ha).

A criterio de Reina, la mecanización agrícola en el Ecuador es incipiente y merece que se preste mucha atención, por lo que aconseja que la Dirección de Mecanización Agrícola del MAGAP, realice estudios actualizados, sobre el estado de la mecanización en el Ecuador así como proponer políticas que fomenten el uso adecuado de los equipos e implementos agrícolas con principios de conservación de los recursos naturales.

Reyna insiste que se debería conformar un equipo de expertos en mecanización agrícola nacionales e internacionales, en las que se involucren Organizaciones campesinas,

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

agricultores medianos y pequeños, la CNF, BNF y Universidades. “Se podría plantear la elaboración un Plan Estratégico” que implique fomento de la mecanización agrícola, zonificación de conformidad a las características de cada región (clima, topografía, clases de cultivos, suelo, etc), capacitación y proponer la clase de maquinaria e implementos adecuados y requeridos para cada lugar del Ecuador.

De acuerdo a los resultados del INEC de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria (ESPAC) 2010, la provincia de Manabí ocupa el primer puesto de todas las provincias del Ecuador en lo relacionado a la superficie de labor agrícola, en la que logró obtener 1'156.941 ha, que representa el 15,84 % del total nacional (7'303.674 ha); seguido de Guayas y Loja con el 11.84 % y 7.64 %. (Higueras, 2013).

### **2.4.2. Tipos de maquinarias agrícolas.**

Entre las máquinas agrícolas más utilizadas en las labores del campo se mencionan:

#### **2.4.3.1. Tractor:**

El tractor es la base de la mecanización agrícola, porque es e que suministra la energía mecánica que acciona muchas de las máquinas que se utilizan en la agricultura. Para ello está provisto de un motor térmico, generalmente de ciclo diesel, alimentado por gasóleo. Además como elementos esenciales para que pueda cumplir su misión, dispone de transmisiones, tomas de fuerza, dispositivos de enganche, un sistema hidráulico y los elementos de apoyo (ruedas o cadena) que transforman la potencia disponible en el motor en potencia de tracción (Océano/ Centrum, 2001).

Es una máquina agrícola muy útil, con ruedas o cadenas diseñadas para moverse con facilidad en el terreno y potencia de tracción que permite realizar grandes tareas agrícolas, aun en terrenos encharcados. Tiene dos pedales de freno y está acondicionando para halar rastras. Hay dos tipos de tractores: el de oruga, de gran estabilidad y fuerza, y el de ruedas, capaz de desplazarse hasta por carreteras; posee mayor velocidad que el de oruga.

## **Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

Las funciones genéricas que se encomiendan al tractor en la explotación agrícola puede resumirse en las siguientes:

- ✓ Las de transporte, llevando sólo al conductor o arrastrando un remolque o una máquina.
- ✓ Las de accionar maquinas estacionarias o móviles.
- ✓ Las de llevar y accionar aperos integrados, frontales, laterales o enganchados en la barra de tiro, así como el trabajo con el cargador frontal.

(Océano/ Centrum, 2001).

### **2.4.2.1.1. Tractores según su uso:**

#### **➤ Tractores agrícolas estándar:**

Este tractor es el más utilizado en las labores agrícolas, ya que con él se realizan un sin fin de actividades agropecuarias tales como: subsolar, arar, rastrear, surcar el terreno, cegar las malezas, transportar equipos y animales, entre otros. En su gran mayoría presentan un sistema de rodamiento de ruedas, lo que hace que sean livianos y de rápido desplazamiento y otros son de orugas o cadenas. Estos tractores estándar presentan funciones genéricas tales como:

- ✓ El de transporte, llevando solo el conductor o arrastrando un remolque o una maquinaria.
- ✓ Accionar maquinarias estacionarias o móviles.
- ✓ Llevar aperos o implementos integrados de manera frontal, lateral o enganchada en la barra de tiro.

#### **➤ Tractores industriales:**

Son tractores pesados y de gran potencia utilizados en actividades y trabajos industriales y de ingeniería tales como: Preparación de terrenos para edificaciones, aeropuertos, muelles, minas, depósitos; remoción y traslado de escombros; construcción de carreteras y presas, deforestaciones, cargas de trozos de madera y labores agrícolas como movimientos profundos de suelos como subsolado, construcción de lagunas, abrir y cerrar canales de riegos, entre

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

otro. Presentan un sistema de rodamiento de ruedas y de cadenas y son de una potencia muy alta.

Entre los tractores industriales tenemos:

- ✓ Trailllas de ruedas.
- ✓ Motoniveladora.
- ✓ Cargadores de ruedas.
- ✓ Compactadoras.
- ✓ Tractores de carriles o cadenas.
- ✓ Tractores de ruedas.
- ✓ Cargadores de carriles o cadenas.
- ✓ Tractores tiendetubos. (Horticom,2010)

### ➤ **Motocultor o tractor monoeje:**

Son minittractores de gran versatilidad, usados en granjas y fincas para trabajar en superficies planas y semiplanas y están compuestos de dos ruedas acopladas en una caja de velocidades, una manilla con embrague, un acelerador y dispositivo de seguridad (auto stop), un motor a gasolina o diesel, un toma de fuerza para implementos de giros como la cegadora rotativa, fresa, bombas de agua y una barra de tiro para aperos como un arado, surcador y remolque. (Torres, 2012).

Un motocultor o tractor de un solo eje es un vehículo especial autopropulsado de un eje, dirigitible por manceras por un conductor que marche a pie. Utilizada para la labor superficial

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

del suelo. Principalmente se utiliza para labrar pequeñas superficies en la horticultura y la jardinería.

Ciertos motocultores pueden también ser dirigidos desde un asiento incorporado a un remolque o a un apero.

Los tractores de gran tamaño pueden incorporar una fresadora que hace el mismo trabajo que las fresas de los motocultores pero a gran escala.

Los motocultores tienen generalmente una potencia no superior a los 15 kW y se guían y se hacen maniobrar generalmente por un conductor que va a pie. Tienen varias marchas hacia adelante y hacia atrás. Están dotados de un motor de gasolina o diesel. Se diferencian con las motoazadas (con tracción transmitida a través de las fresas), dado que los motocultores propiamente dichos tienen dos ruedas tractoras (tractores de dos ruedas) y éstos, si tienen suficiente potencia, pueden circular con un pequeño remolque y con el conductor sentado.

Los *motocultores de dos ruedas* llevan una toma de fuerza que permite accionar otros mecanismos (por ejemplo una bomba hidráulica).

La gama de aperos que se puede añadir a un *motocultor de dos ruedas* es amplia: arados, fresa, sembradoras, sistemas de riego, remolques, etcétera. Los tractores con ruedas de mayor potencia pueden incorporar un asiento y unas ruedas traseras que los convierte en pequeños tractores (Ortiz - Cañavarte, 2003).

Las Características más relevantes son:

- Tamaño pequeño.
- Peso ligero.
- Alta potencia.
- Fácil manejo.
- Adaptabilidad al suelo.
- Facilidad de giros.
- Regulación del ancho de trabajo.

## **Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

- Multifunción.
- Gran durabilidad de la máquina.

### **Su grado de eficiencia garantiza:**

- El mejoramiento de las propiedades físicas del suelo.
- Mezcla homogénea del suelo con la materia orgánica.
- Eliminación efectiva de las malezas.
- Control de las plagas del suelo.

Como resultado se obtiene:

- Disminución del costo de producción
- Disminución del tiempo de trabajo.
- Humanización del trabajo agrícola.
- Mayor rendimiento.

### **Labores en las que se emplea la TKC-450.**

- ✓ Rotovatear

Consiste en remover ligeramente la tierra.

- ✓ Zanजार

Es abrir zanjas en el suelo.

- ✓ Acanterar

Consiste en arrancar o remover las malezas del cultivo.

- ✓ Aporcar

Es acollar, arrimar la tierra al pie de los troncos de las plantas.

- ✓ Desyerbar

Comprende el arrancar o sacar las malezas del sembrío.

## **Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

### **Labores en las que se emplea la TKC - 750.**

- ✓ Roturar.

Es arar la tierra por primera vez antes del cultivo.

- ✓ Subsolar

Remover el suelo por debajo de la capa arable o roturar a bastante profundidad

sin voltear. (Lym, 2012)

- ✓ Arar

Remover la tierra haciendo en ella surcos con el arado

- ✓ Desyerbar

Comprende el arrancar o sacar las malezas del sembrío.

- ✓ Corte de arroz

Cosecha del arroz.

(Enerfusa, 2013).

### **Ventajas del uso de un motocultor:**

- ✓ Es más económico que el uso de tractores.
- ✓ Introduce materia orgánica al suelo.
- ✓ Permite un mejor movimiento de tierra comparado a la labor manual.
- ✓ Es más rápido que hacerlo manualmente.
- ✓ Ahorro en mano de obra durante la preparación de la tierra.

(Torotrac, 2013).

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

### **➤ Motoazada:**

Es usada también en granjas y fincas, es más especializada que el motocultor porque sirven para trabajar en tierras y terrenos quebrados, inclinados y con pendientes muy profundas donde ningún equipo de ruedas puede hacerlo. La diferencia de la motoazada y el motocultor es que ésta utiliza unidades de tracción formadas por cuchillas en parejas de cuatro unidades que pueden tener un ancho hasta de 1.5 m.

La gran utilidad de estos minitractores es que son capaces de ejecutar todas las labores que ejecutan los tractores agrícolas grandes y tienen como ventajas que son bastante maniobrables, los costos de operatividad son menores y son de fácil mantenimiento así como también son accesibles al productor económicamente, la única desventaja es que no se puede utilizar en grandes extensiones de terreno.

### **➤ Tractores monta cargas:**

Son tractores de fácil manejo, donde en su parte delantera presenta un elevador para cargar y descargar camiones, son tractores pesados y su dirección se encuentra en su parte trasera (Torres, 2012).

#### **2.4.2.1.2. Tractores según su tracción o propulsión:**

La forma más difundida de propulsión de los tractores son las de ruedas, aunque algunos usan cadenas.

El número de ejes motores y las dimensiones de los neumáticos constituyen el mejor criterio para clasificar objetivamente los tractores, esto debido a que existe una correlación entre el área apoyo de las ruedas motrices y la potencia que éstos puedan transmitir.

De acuerdo a esto los tractores con ruedas neumáticas se pueden clasificar en:

### **➤ Tractores de tipo 2RM:**

Son de baja potencia y tienen 2 ejes, basta con uno de ellos con motor, estos se denominan tractores con 2 ruedas motrices o senillos.

### **➤ Tractores de tipo 2RM+EDM:**

Son tractores de potencia moderada y lo utilizamos para las labores que no puede realizar el tractor 2RM o sencillo, se caracteriza por los dos ejes y las cuatro ruedas motrices con un

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

diámetro diferente en las ruedas (más grandes las traseras que las delanteras) estos tractores los denominan también doble tracción (Torres, 2012; Océano/ Centrum, 2001).

### ➤ **Tractores de tipo 4RM:**

Son tractores de potencias superiores y que por la fuerza que realiza se caracteriza por tener las cuatro ruedas motrices y del mismo tamaño. En los caso de potencias muy elevadas, la estructura típica del tractor estándar se sustituye por un cuerpo más cargado y otro trasero, por lo general independiente, pero unido con un sistema de articulación que actúa como mecanismo de dirección. El tractor 4RM resulta inadecuado y aún más si incluye el sistema de articulación central para el uso de aperos integral con ruedas en el surco, debido a que casi siempre exige el uso de ruedas gemelas.

La propulsión o tracción con ruedas de los tractores se originó con los primeros tractores agrícolas provistos de ruedas metálicas con garras, esto le hacía imposible circular por carreteras y se hundía en suelos blandos por lo que se hizo preciso buscar otro material. La aparición de la rueda neumática.

La rueda neumática se compone de dos partes esenciales: una metálica formada por el disco y la llanta y la otra parte el neumático formado por la cámara de aire y la cubierta.

Los tractores con ruedas neumáticas presentan las siguientes ventajas:

- Mayor velocidad.
- Puede desplazarse y transportarse por carreteras.
- Efectúa una menor compresión al suelo.
- Amortigua la vibración del tractor y de sus mecanismos.
- Es fácil de conducir.

La propulsión o tracción por cadenas se emplean en tractores agrícolas que se utilizan en terrenos muy blandos o reciben grandes esfuerzos de tracción a baja velocidad o a una velocidad reducida. (Torres, 2012; Océano/ Centrum, 2001).

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

La cadena está formada de una serie de elementos articulados entre sí, denominados eslabones. Sobre cada uno de ellos una teja, pieza que establece el contacto de la cadena con el suelo. Los elementos suelen ser de acero sometidos a un endurecimiento superficial para reducir el desgaste, la teja está dotada de un nervio de agarre para mejorar la adherencia, y la anchura de la teja ha de ser mayor cuando se circula sobre terreno blando. La cadena va situada sobre un conjunto de ruedas interiores, que la accionan y le transmiten de manera más o menos uniforme el peso del vehículo, el conjunto de todos los elementos que componen a la cadena se denomina: Rodaje.

El accionamiento lo realiza una rueda motriz ubicada en la parte trasera del rodaje y en la parte delantera se sitúa una rueda guía, en los tractores agrícolas y de baja potencia actúa como elemento tensor. También existen cadenas formadas por elementos no metálicos (como por ejemplo la goma) que permiten a los tractores que la utilizan competir en el ámbito de los que emplean ruedas de gran tamaño. Dentro de las ventajas que ofrece el tractor de oruga o cadena tenemos:

- Poseen un peso adherente igual a su propio peso permitiendo grandes esfuerzos de tracción.
- Son pocos propicios al patinado.
- Tienen gran estabilidad en terrenos con pendientes y en suelos removidos por labores de labranza.
- Presenta mayor fuerza de arrastre (Torres, 2012).

### **2.4.2.1.3. Tractores según su combustión :**

Los diferentes tractores desde su creación han sido dotados de motores de carburador o de explosión que emplean gasolina como combustible y también son accionados con motores de inyección o diesel, el cual trabajan con aceites.

### **2.4.2.2. Cosechadora:**

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

La cosechadora o segadora es una máquina agrícola de motor potente, peine cortador para segar las plantas maduras de cereales y un largo rastrillo que va delante de la máquina y gira sobre un eje horizontal.

### **2.5. Equipos agrícolas.**

Los equipos agrícolas son un grupo de aparatos diseñados para abrir surcos en la tierra, desmenuzar, fumigar y fertilizar en el suelo.

#### **2.5.1. Arado.**

Es un equipo agrícola diseñado para abrir surcos en la tierra; está compuesto por una cuchilla, reja, vertedera, talón, cama, timón y mancera, las cuales sirven para cortar y nivelar la tierra, sostener las piezas del arado, fijar el tiro y servir de empuñadura.

Existen diversos tipos de arados, pero los más conocidos son:

#### **Tipos de Arado:**

**Arado de vertedera:** formado por la reja, cuchillas y la vertedera.

El arado de vertedera es un modelo antiguo que se usa todavía en las granjas pequeñas. La razón para esto es que es muy eficiente; muchos otros tipos de arado se basan en el de vertedera. Esta herramienta consiste en una sola hoja grande que entra en la tierra en forma vertical. El arado es arrastrado a través del campo por un caballo, un buey, una persona o un tractor. Mientras la hoja se mueve a través de la tierra, corta, levanta, da vuelta y airea el suelo, todo en un solo paso. Si se agrega fertilizante sólido a la tierra antes de ararla, el arado de vertedera también incorporará el fertilizante al suelo. (Lynn, 2012).

**Arado de discos:** formado por discos cóncavos para abrir surcos profundos.

Este es un tipo muy común de arado que se usa para el surcado inicial de terrenos cubiertos de maleza o que son muy secos y rocosos. Los granjeros pueden referirse al arado con este tipo de herramienta como discado. Este arado usa un disco cóncavo de acero para romper el suelo. El disco está ligeramente inclinado hacia atrás en ángulo, lo cual remueve la tierra a medida

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

que el disco rompa el suelo. La acción de remover de un arado de disco no es tan eficiente como la del arado de vertedera. Dependiendo de la situación y de la localización de la tierra, se usará un arado de vertedera luego de usar uno de disco. . (Lynn, 2012).

Se comportan en el suelo de manera similar a la de las vertederas cilíndricas. Están formados por varios casquetes huecos (discos), colocados sobre rodamientos que les permiten girar mientras avanzan, manteniendo una inclinación determinada respecto a la dirección de la marcha. La excesiva cantidad de tierra fina que producen pueden limitar su empleo en los suelos sueltos; tampoco resulta aconsejable utilizarlos si existe un elevado contenido en humedad, porque hay riesgo de alisado (Océano/ Centrum, 2001).

**Arado superficial:** para remover la capa superior del suelo.

La preparación superficial a continuación de una preparación profunda permite afinar el terreno, nivelarlo y controlar las malas hierbas.

La opción de preparación solo superficial del terreno se aconseja solo cuando no hay problemas de compactación profunda. Esto suele darse cuando hay una rápida sucesión de cultivos. (Horticom, 2010).

**Arado de subsuelo:** para remover la tierra a profundidad.

Un arado sub-solador es otro tipo grande de arado que necesitará la fuerza de un tractor para su uso. El objetivo de un arado sub-solador es romper la porción de tierra que está por debajo de la capa superficial sin traerla hacia la superficie del suelo. Esto es necesario, ya que algunos químicos modernos que se usan para la agricultura provocan la formación de una capa dura en el suelo por debajo de la superficie, y esta debe romperse para que las plantas puedan crecer apropiadamente. Además, el drenaje mejora enormemente arando con un arado sub-solador. (Lynn, 2012).

**Arado cincel:** El **arado cincel** es una herramienta de las llamadas de labranza vertical.

Consta de una determinada cantidad de arcos de acero (aproximadamente uno cada 11 HP del tractor que lo remolca), separados generalmente a 35 cm uno de otro, y en sus extremos inferiores se les coloca una púa de acero endurecido.

## **Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

Este implemento se pasa por el campo a una profundidad de entre 18 y 25 cm, a una velocidad relativamente alta (más de 8 km/h), para que la vibración de los arcos ayude a descompactar el suelo sin invertir la superficie. (FAO, 2012).

El contenido en humedad del suelo para trabajar con arado cincel debe ser inferior a la que habitualmente se necesita para arar con vertedera (Océano/ Centrum, 2001).

### **2.5.2. Rastra.**

Es un equipo agrícola diseñado para desmenuzar las partes o porciones de tierra que han sido removidas por el arado; están compuestas por una armazón, que pueden ser de madera y metal, los dientes y el enganche que la une al tractor.

### **2.5.3. Asperjadora.**

Es un equipo agrícola diseñado para fumigar; está compuesta por un depósito de líquido, bomba de presión, tapa, boca, tanque y válvula de presión, correas, manguera, llave y la boquilla por donde sale el líquido para fumigar, sea insecticida, fungicida o herbicida.

La asperjadora manual se coloca en la espalda del rociador y este lleva colocada en la boca y nariz una mascarilla especial para evitar que los fuertes olores despedidos por la sustancia que expelle las asperjadora le hagan daño. (Ríos, 2011).

### **2.5.4. Sembradora de siembra directa.**

Es un equipo para colocar las simientes sobre la cama de siembra, sin laboreo previo.

### **2.5.5. Abonadora.**

Es un equipo agrícola diseñado para distribuir fertilizantes; está compuesta por tres partes principales: la tolva o depósito del abono, el tubo de caída del fertilizante y el distribuidor del fertilizante.

Existen: abonadoras por gravedad, abonadoras centrífugas, abonadoras pendulares y abonadoras neumáticas (Océano/ Centrum, 2001).

### **2.5.6. Empacadora.**

## **Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

Es un equipo agrícola diseñado para empaquetar o empacar la paja de los cereales u otras plantas herbáceas forrajeras en balas (también llamadas pacas o alpacas).

### **2.6. Herramientas agrícolas.**

Las herramientas agrícolas son instrumentos que se utilizan para: labrar la tierra, cargar arena, deshierbar, remover la tierra, abrir zanjas, transportar abono o material, etc.

Son muchas y muy variadas las herramientas agrícolas entre las que se mencionan:

- ✓ **Barretones:** son palancas de acero terminadas en hoja planta y semiplanta del mismo metal, mango de mediana longitud.
- ✓ **Carretillas:** son cargos pequeños que tienen una rueda y sirven para cargar y descargar material agrícola, sea arena, tierra, abonos.
- ✓ **Escardillas:** son herramientas con extremo en forma de pala; es de metal con borde inferior de filo cortante; sirve para remover la tierra.
- ✓ **Machetes:** son herramientas diseñadas para cortar; tienen una hoja de acero larga y afilada, unida a un mango de madera.
- ✓ **Palas:** son láminas de metal, preferiblemente acero, que se usan para labrar la tierra; pueden ser de punta o de forma ancha; tienen borde inferior con filo cortante y mango largo de madera terminado en un asa de metal.
- ✓ **Picos:** son instrumentos compuestos de una parte de acero cuyos extremos terminan en forma de pala rectangular, por un lado, y por la tierra en forma vertical; tiene una pala rectangular con borde inferior de filo y mango de madera o metal.
- ✓ **Rastrillos:** diseñados para cubrir o rastrillar semillas; tienen una parte horizontal de metal y formada por dientes delgados o gruesos según el uso.

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

- ✓ **Regaderas:** son envases de metal con depósito para agua, con un tubo que termina en una pieza redonda con muchos agujeros pequeños; sirve para regar plantas.
- ✓ **Transplantadores:** son pequeñas palas de metal en forma de cuchara pequeña, de bordes afilados y mango de madera. Sirven para sacar semillas (Océano/ Centrum, 2001).

### **2.7. Relaciones entre maquinarias, equipos y herramientas según su uso.**

#### **2.7.1. Diferencias entre maquinarias, equipos y herramientas según su uso.**

La diferencia es que las maquinarias se encargan de remover la tierra, mientras que los equipos se encargan de ayudar al terreno, de deshacerse de lo que no debería estar en la tierra, y las herramientas ayudan a transportar y excavar para sembrar un nuevo cultivo.

#### **2.7.2. Importancia de las maquinarias, equipos y herramientas en la labor agrícola.**

La importancia que existe en:

- Las maquinarias agrícolas se utilizan para arrastrar, desmenuzar o remover la tierra, limpieza y para sembrar.
- Los equipos agrícolas se utilizan para labrar la tierra, eliminar la maleza, fumigar las plantas y para abonar el suelo.
- Las herramientas agrícolas se utilizan para abrir zanjas, cargar tierra, extraer raíces, arrancar hierbas, perforar el suelo y rociar con agua las plantas.

#### **2.7.3. Rendimiento de las maquinarias agrícolas.**

La capacidad de trabajo teórica  $St$ : Es la que realiza una máquina si trabajara, sin ningún tipo de interrupción, a su velocidad normal de trabajo y cubriendo siempre la totalidad de anchura teórica. Es la capacidad de trabajo establecida en prospectos o catálogos y se calcula como fórmula:  $St = a.v / 10$ . ha / h (a= área m. v= velocidad km. /h).

## **Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

La capacidad de trabajo efectiva Se: Es menor en la utilización práctica de la máquina, como consecuencia de los tiempos gastados en las vueltas en las cabeceras, recubrimiento, carga y descarga de los productos etc. El valor que se obtiene de dividir la capacidad de trabajo efectiva (Se) para la capacidad de trabajo teórica nos da el rendimiento efectivo o de campo que dependiendo de algún otro factor como reposo de personal, averías, tipo de maquinaria, etc. Puede ser hasta un 50 % de la capacidad de trabajo teórica.

### **2.8. Costos de operación de maquinarias agrícolas.**

El costo de la realización de un trabajo mecanizado en dólares por hectárea y dólares por tonelada incluyen los costos debido a mano de obra, tractor y aperos agrícolas.

#### **2.8.1. Costos fijos.**

Se calculan por año (dólares por año) y son los que se derivan de la propiedad de la máquina. (FAO, 2012).

**Interés:** Se calcula el 12 % de la mitad del precio de compra más el desecho.

**Amortización:** Se calcula dividiendo el valor de adquisición por el número de años o de horas de vida útil de la máquina.

**Alojamiento:** Podemos estimar de 0.5 al 1 % del precio de compra.

Seguros, Impuestos y otros: De 0.3 al 3 % del precio de compra.

#### **2.8.2. Costos variables.**

Se calculan en dólares por hora de trabajo..

**Amortizaciones:** Si la máquina se deprecia debido al desgaste por utilización elevada.

**Entretimiento y conservación:** Descanso de personal y revisión y ajustes del equipo.

**Reparaciones:** De 60 a 150 % del precio de compra, dividido por el número de años de vida útil.

**Combustibles:** Teniendo en cuenta el consumo específico (190 a 250 g/kw/h) para un tractor con motor a diesel y el precio de combustible.

**Lubricantes:** Representan de 3 a 6 % de costo del combustible. (FAO, 2012)

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

### **2.9. Ventajas y Desventajas de la mecanización agrícola.**

Algunas de las ventajas de la mecanización agrícola son las siguientes:

- ✓ Incremento de los niveles de producción.
- ✓ Construcción de medidas de conservación del agua y el suelo.
- ✓ Mayores rendimientos por hectárea.
- ✓ Aumento del área cultivada.
- ✓ Cambio en la estructura de los cultivos.
- ✓ Aumento de la productividad y sus efectos sobre las exportaciones.
- ✓ Planificación del trabajo en el campo.
- ✓ Producción en suelos difíciles.
- ✓ Optimización de los sistemas forestales y agroindustriales.
- ✓ Disminución de los costos de producción.
- ✓ Desarrollo de la productividad agrícola.
- ✓ Mejora las condiciones de trabajo de los agricultores. (Lynn, 2012).
- ✓ Mejora de la calidad de vida rural.

Se puede enumerar entre algunas desventajas de la mecanización agrícola:

- ✓ Degradación y erosión de los suelos.
- ✓ Contaminación y pérdida de la diversidad biológica.
- ✓ Altos costos de máquinas y equipos.
- ✓ Demanda de altos niveles de energización.
- ✓ Prácticas culturales insostenibles.
- ✓ Exigen un alto capital para inversión y mantenimiento.
- ✓ Desplazamiento de mano de obra rural.

Es importante acotar que la mecanización en sí misma no es la que genera impactos ambientales, es el mal manejo de estos equipos en los sistemas productivos.

La mecanización se debe desarrollar mediante un proceso de apropiación y adaptación a las condiciones en donde se utilizara la maquinaria. Es importante realizar una correcta selección y uso de los equipos para evitar efectos degradantes en el medio ambiente, especialmente en

**Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

el suelo. Es necesario que se realice investigación en el uso de maquinaria con prácticas agrícolas apropiadas (Peralvo, 2010).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización del Ensayo.**

El presente trabajo investigativo se efectuó durante la época seca de 2012, en el recinto “Las Maravillas”, ubicado en el cantón Daule, provincia del Guayas.

#### **3.2. Ubicación Geográfica.**

El cantón Daule se encuentra ubicado con una latitud: S 02° 00' / S 01°50' y longitud de: W80°00' / W 79°45'. Posee una temperatura en verano de 25.4 °C y en estación lluviosa de 26 °C. Su clima es Tropical de Sabana. La altitud es de 120 m.s.n.m. y la humedad relativa es de 75 %. (1)

#### **3.3. Materiales.**

- ✓ Hojas de registro.
- ✓ 1 Motocultor con su rotaveitor para fangueo.
- ✓ Vehículo.
- ✓ Hoz.
- ✓ Balanza gramera.
- ✓ Muestras a estudiar (60, 30 plantas por cada tratamiento).
- ✓ 2 ruedas de fangueo de hierro.
- ✓ 18 hojas rastrilladoras de suelo.
- ✓ 1 bomba de fumigar.
- ✓ 1 Bomba de agua de 6 pulgadas para el riego.
- ✓ 1 Tanques de preparación de insumos.
- ✓ 1 cosechadora de arroz.
- ✓ 30 sacos de recolección de arroz
- ✓ 100 Fundas para recoger muestras.
- ✓ 20 estacas para división de los tratamientos

---

1. Anuario Meteorológico, INAMHI 2008.

#### **3.4. Tratamientos estudiados.**

Los tratamientos estudiados fueron los siguientes:

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

- ✓ Tratamiento A: Preparación del suelo con dos pases del motocultor, en sentido longitudinal y en sentido transversal (tradicional o testigo).
  
- ✓ Tratamiento B: Preparación del suelo con cuatro pases del motocultor, dos en sentido longitudinal y dos en sentido transversal, respectivamente.

### **3.5. Material Genético.**

Se utilizó la variedad de arroz INIAP 14-FILIPINO, cuyas características principales se detallan a continuación:

Rendimiento (sacas) (riego, trasplante)	64 a 100
Rendimiento (sacas) (secano, siembra directa)	53 a 68
Ciclo vegetativo (días) (riego, trasplante)	115 a 127
Ciclo vegetativo (días) (secano, siembra directa)	110 a 117
Altura de planta (cm) (riego, trasplante)	81 a 100
Altura de planta (cm) (secano, siembra directa)	99 a 107
Número de panículas/ planta (riego, trasplante)	14 a 38
Longitud de grano (mm)	7.1 (L)
Ancho de grano (mm)	2.19
Granos llenos / panícula (%)	89
Longitud de panícula (cm)	23
Peso de 1 000 granos (g)	26
Grano entero al pilar (%)	62
Hoja blanca	Moderadamente resistente.
<u>Pyricularia grisea</u>	resistente.
<u>Tagosodes oryzicolus</u>	resistente.
Acame de plantas	resistente.
Latencia en semanas	4 a 5

---

## **Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

### **3.6. Siembra.**

La siembra se realizó al voleo, utilizando 90 kg de semilla certificada de la variedad de arroz INIAP 14.

### **3.7. Análisis Estadístico.**

El análisis estadístico de los tratamientos estudiados se efectuaron a través de la distribución “T de Student”, cuya ecuación es la siguiente:

$$T = \frac{XA - XB}{Sd}$$

Donde:

- T= T de Student
- XA= Media del tratamiento A
- XB= Media del tratamiento B
- Sd= Error Estándar de la diferencia, de dos medias.

Para el manejo del ensayo se consideraron los siguientes aspectos:

Número de Bloques:	2
Número de tratamientos:	2 (1 testigo+1)
Números de pases de motocultor	2 y 4
Área de la parcela:	1 ha.

### **3.8. Manejo del ensayo.**

## **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

Se utilizó un motocultor de procedencia china, a diesel de 16.5 HP de un solo cilindro, marca AMEC modelo DF 15 L, con una transmisión a base de piñones y cadena con un rotaveitor de 18 cuchillas marca Donfeng.

El área utilizada fue de 10 000 m<sup>2</sup>, en donde se realizó lo siguiente:

En los primeros 5 000 m<sup>2</sup> de terreno se realizaron dos pases del sistema de rotaveitor con el motocultor (tradicional) y en los 5 000 m<sup>2</sup> restantes se realizaron cuatro pases del sistema de rotaveitor. En ambos casos el terreno estuvo previamente inundado para facilitar las labores de preparación.

En el desarrollo del cultivo se realizó en las siguientes prácticas agrícolas:

### **3.8.1. Preparación del suelo.**

Fueron eliminados y reintegrados los residuos de la cosecha anterior con el pase de un romplow, luego se inundó el terreno para el realizar el fangueo con un motocultor realizando dos y cuatro pases de forma longitudinal y transversal respectivamente por tratamiento, para que esté listo para la siembra por voleo.

### **3.8.2. Siembra.**

Esta labor se la realizó al voleo de forma manual, utilizando 90 kg de semilla certificada INIAP 14, dejándola previamente 36 horas en remojo.

### **3.8.3. Fertilización.**

La primera fertilización se efectuó a los 22 días luego de la siembra, aplicando DAP (2 qq/ ha) – UREA (1 qq/ ha) y MURIATO (1 qq/ ha), la segunda la realizamos a los 40 días, aplicando un foliar para desarrollo Naturfruit (1 l/ ha), la tercera la aplicamos a los 50 días con abono completo (3qq/ ha).

### **3.8.4. Control Fitosanitario.**

A los 8 días, se utilizó para el control de malezas y del caracol un pre emergente mata semilla (Pendimetalin) en dosis de 4 l/ ha y un insecticida (Metomil) en dosis de 1 l/ha; a los 16 días controlamos la Hydrelia y langosta aplicando un insecticida (Tiametoxam) en dosis de

### **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

250cc/ ha. A los 35 días se controló hongos aplicando un fungicida (Carbendazim) en dosis de 1 l/ ha y el gusano aplicando (O,S-dimetil fosforamidotioato) en dosis de 500 cc/ ha; al final previo a la cosecha se controló las malezas en los muros (Glifosato) en dosis de 1 l/ ha.

#### **3.8.5. Riego.**

La piscina se mantuvo en capacidad de campo durante todo el ciclo del cultivo, excepto en los días donde se realizaban labores culturales como controles fitosanitarios y fertilización.

#### **3.8.6. Cosecha.**

Se la realizó a los 110 días de forma mecanizada conforme se presentó la maduración. El mejor momento para la cosecha fue cuando el grano tenía aproximadamente de 20 % al 22 % de humedad.

### **3.9. Variables Evaluadas.**

Las variables se registraron en treinta plantas, tomadas al azar por cada tratamiento. Las variables estudiadas fueron:

#### **3.9.1. Altura de la planta (cm)**

Esta variable fue registrada antes de la cosecha, midiéndose en centímetros, desde el nivel del suelo hasta el extremo de la panícula sin considerar las aristas.

#### **3.9.2. Macollos por m<sup>2</sup>.**

Esta variable se registró después de la cosecha para lo cual se procedió a contar el número de macollos en cada una de las muestras y luego se procedió a promediar.

#### **3.9.3. Panículas por m<sup>2</sup>.**

Antes de la cosecha se procedió a contar el número de panículas existentes en cada muestra para luego transformarlos en panícula por metro cuadrado, luego se promedió.

#### **3.9.4. Largo de Panículas (cm).**

La variable fue registrada en las treinta muestras por tratamiento, midiéndose en centímetros, desde el nudo ciliar hasta el ápice de la panícula.

## **Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

### **3.9.5. Granos buenos por panícula.**

La variable se registró en cada muestra contándose el número de granos buenos, luego se procedió a promediarlos.

### **3.9.6. Porcentaje de granos vanos por panícula.**

Esta variable fue registrada partiendo del total de granos registrados en las anteriores, los resultados se expresaron en porcentaje.

### **3.9.7. Peso de 1000 granos (g).**

Se tomó 1 000 granos de arroz en cada muestra cosechada por tratamiento, luego se pesó individualmente en una balanza gramera (gramos) y se registró su peso.

### **3.9.8. Rendimiento (kg/ ha).**

Se registró en gramos para luego expresarlos en kilos por hectárea. La humedad del grano se ajustó al 14 %, mediante la siguiente ecuación:

$$Pa = \frac{Pm (100 - Ha)}{(100 - Hd)} ; \text{ Donde:}$$

Pa = Peso ajustado.

Pm = Peso de muestras.

Ha = Humedad actual al momento de pesar.

Hd = Humedad deseada.

### **3.9.9. Análisis económico.**

Para realizar el análisis económico de los tratamientos se consideró los costos de producción, costos totales, la rentabilidad y utilidad para determinar cuál de los tratamientos en estudio es favorable.

**Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

#### **4. RESULTADOS.**

##### **4.1. Altura de planta (cm).**

Los promedios de Altura de planta (cm) determinados en la variedad de arroz INIAP 14 bajo los sistemas de preparación de suelo con dos y cuatro pases de motocultor, se presentan en el Cuadro 1 y Figura 1.

Al comparar los promedios se determinó que el sistema de 2 pases de motocultor tuvo el mayor promedio con 95.07 cm, mientras que en el sistema de 4 pases de motocultor presentó un valor de 88.97 unidades.

Al realizar la prueba de T de Student se encontró diferencias estadísticas al nivel del 1 %, a favor del tratamiento con dos pases de motocultor.

La varianza para 2 pasos de motocultor fue de 38.30 y para 4 pasos de motocultor de 36.40; la desviación estándar, en su orden, fue de 6.20 y 6.0 centímetros, lo cual se puede observar en el cuadro 1 adjunto a continuación.

Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)

**Cuadro 1: Promedios de Altura de planta (cm) de INIAP 14 determinadas en dos sistemas de preparación de suelo, en la zona de Daule. UCSG, 2014**

No.	ALTURA (cm)	
	2 PASES	4 PASES
1	100	90
2	100	77
3	104	93
4	83	91
5	96	91
6	90	86
7	97	96
8	108	96
9	95	91
10	100	94
11	92	85
12	110	80
13	98	75
14	87	84
15	91	85
16	92	90
17	91	93
18	98	75
19	91	89
20	88	89
21	94	91
22	94	89
23	95	97
24	91	92
25	95	93
26	103	91
27	93	95
28	97	87
29	94	87
30	85	97

$\Sigma X_A =$	2852	$\Sigma X_B =$	2669
$\Sigma X^2_A =$	272242	$\Sigma X^2_B =$	238509
$X_A =$	95,1	$X_B =$	89,0
$S^2_A =$	38,30	$S^2_B =$	36,40
$S_A =$	6,20	$S_B =$	6,00

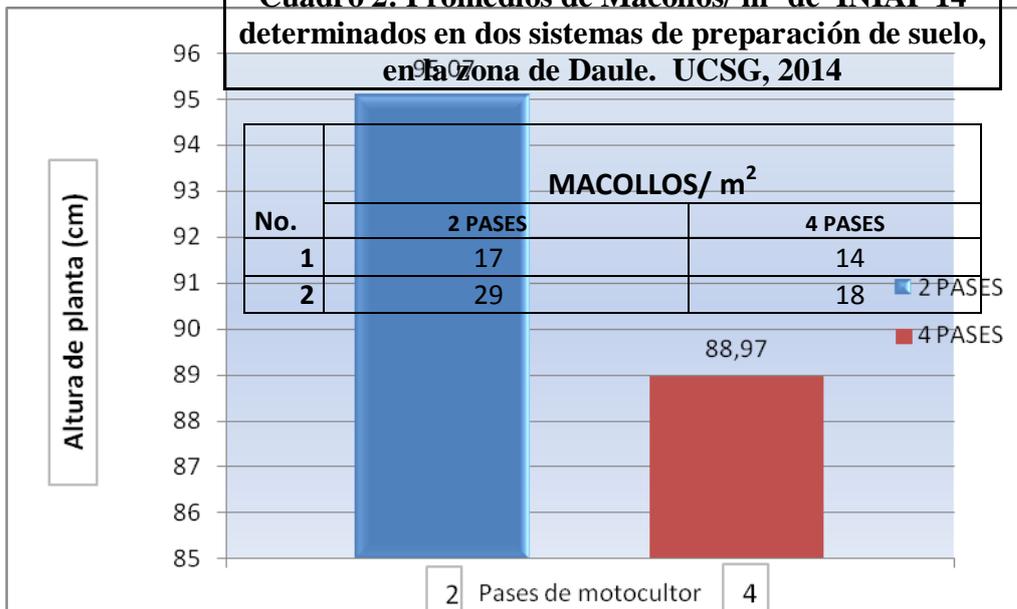
$$T = 3,61^{**}$$

\*\* Altamente significativo.

**Figura 1.** Altura de planta (cm) de INIAP 14 determinado en dos sistemas de preparación del suelo, recinto Las Maravillas, cantón Daule, provincia del Guayas. UCSG, 2014.

**Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

**Cuadro 2: Promedios de Macollos/ m<sup>2</sup> de INIAP 14 determinados en dos sistemas de preparación de suelo, en la zona de Daule. UCSG, 2014**



**4.2. Macollos/ m<sup>2</sup>.**

Los promedios de Macollos/ m<sup>2</sup> determinados en la variedad de arroz INIAP 14 bajo los sistemas de preparación de suelo con dos y cuatro pases de motocultor, se presentan en el Cuadro 2 y Figura 2.

Al comparar los promedios se determinó que el sistema de 2 pases de motocultor tuvo el mayor promedio con 21.70, mientras que en el sistema de 4 pases de motocultor presentó un valor de 20.53 unidades.

Al realizar la prueba de T de Student no se encontró diferencias estadísticas en las comparaciones entre ambos tratamientos.

**Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

3	14	17
4	19	14
5	29	20
6	25	21
7	20	23
8	23	19
9	24	22
10	20	17
11	26	15
12	21	14
13	20	18
14	23	24
15	19	17
16	19	18
17	16	23
18	18	24
19	23	18
20	19	24
21	21	18
22	28	14
23	25	17
24	26	18
25	25	26
26	14	24
27	24	17
28	22	36
29	20	37
30	22	29

$$\Sigma X_A = 651$$

$$\Sigma X^2_A = 14587$$

$$X_A = 21,70$$

$$S^2_A = 15,90$$

$$S_A = 4,00$$

$$\Sigma X_B = 616$$

$$\Sigma X^2_B = 13628$$

$$X_B = 20,53$$

$$S^2_B = 33,80$$

$$S_B = 5,80$$

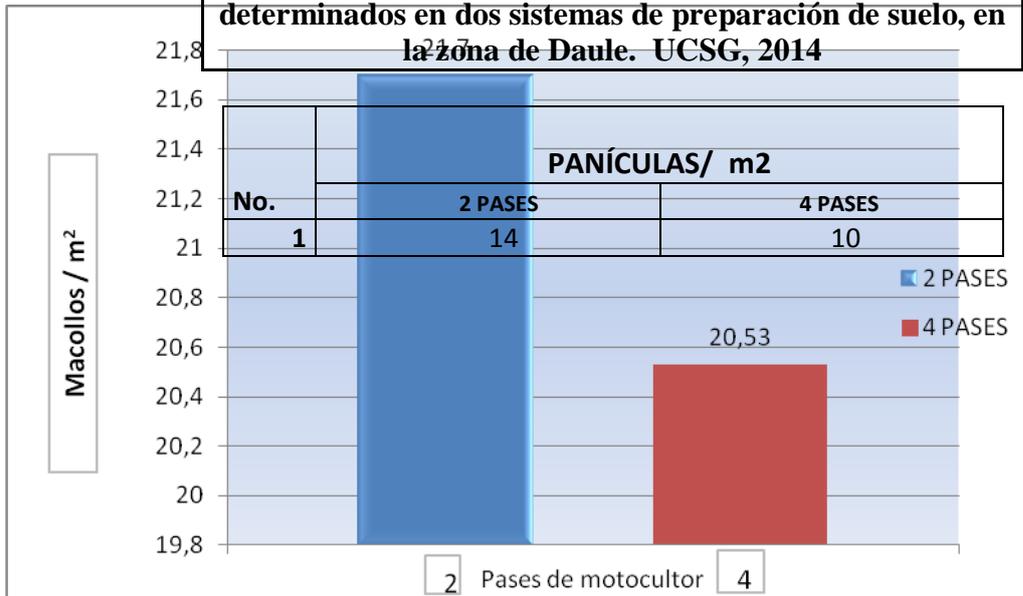
$$T = 0,8629 \text{ NS}$$

NS No significativo.

**Figura 2.** Macollos/ m<sup>2</sup> de INIAP 14 determinado en dos sistemas de preparación del suelo, recinto Las Maravillas, cantón Daule, provincia del Guayas. UCSG, 2014.

**Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

**Cuadro 3: Promedios de Panículas/ m<sup>2</sup> de INIAP 14 determinados en dos sistemas de preparación de suelo, en la zona de Daule. UCSG, 2014**



**4.3. Panículas/ m<sup>2</sup>.**

Los promedios de Panículas/ m<sup>2</sup> determinados en la variedad de arroz INIAP 14 bajo los sistemas de preparación de suelo con dos pases y cuatro pases de motocultor, se presentan en el Cuadro 3 y Figura 3.

Al comparar los promedios se determinó que el sistema de 2 pases de motocultor se tuvo el mayor promedio con 18.27 panículas/ m<sup>2</sup>, mientras que en el sistema de 4 pases de motocultor presentó un valor de 16.07 unidades.

Al realizar la prueba de T de Student se encontró diferencias significativas a favor del tratamiento con dos pases de motocultor.

La varianza para 2 pasos fue de 14.13 y para 4 pasos de motocultor de 14.96; la desviación estándar, en su orden, fue de 3.76 y 3.87 panículas/ m<sup>2</sup>.

**Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

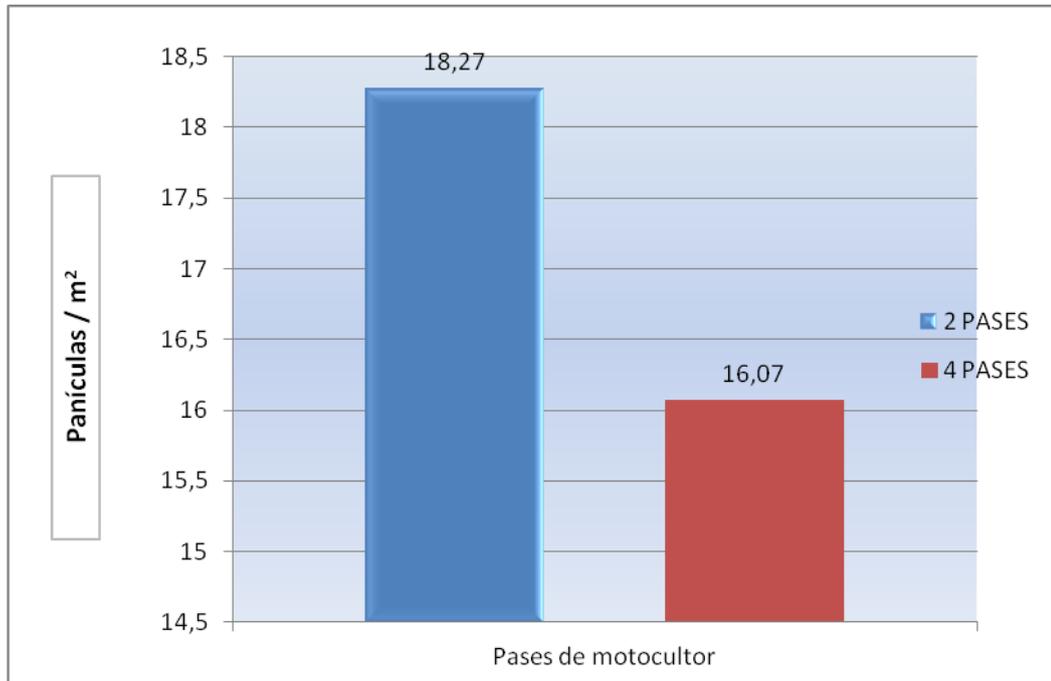
2	26	15
3	12	13
4	16	10
5	25	17
6	21	17
7	17	19
8	20	16
9	20	19
10	17	14
11	23	12
12	17	10
13	16	15
14	19	20
15	16	13
16	16	14
17	12	19
18	15	20
19	20	15
20	16	20
21	17	15
22	24	14
23	21	13
24	22	14
25	22	16
26	11	17
27	20	14
28	18	25
29	17	24
30	18	22
$\Sigma X_A =$ 548		$\Sigma X_B =$ 482
$\Sigma X^2_A =$ 10420		$\Sigma X^2_B =$ 8178
$\bar{X}_A =$ 18,27		$\bar{X}_B =$ 16,07
$S^2_A =$ 14,13		$S^2_B =$ 14,96
$S_A =$ 3,76		$S_B =$ 3,87

$$T = 2,230 *$$

\* Significativo (5%).

**Figura 3.** Panículas/ m<sup>2</sup> de INIAP 14 determinado en dos sistemas de preparación del suelo, recinto Las Maravillas, cantón Daule, provincia del Guayas. UCSG, 2014.

## Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)



### 4.4. Largo de Panícula (cm).

Los promedios de Largo de panícula (cm) determinados en la variedad de arroz INIAP 14 bajo los sistemas de preparación de suelo con dos y cuatro pases de motocultor, se presentan en el Cuadro 4 y Figura 4.

Al comparar los promedios se determinó que el sistema de 2 pases de motocultor tuvo el mayor promedio con 23.03 cm, mientras que en el sistema de 4 pases de motocultor presentó un valor de 22.60 centímetros.

Al realizar la prueba de T de Student no se encontró diferencias estadísticas significativas en las comparaciones entre ambos tratamientos

Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)

**Cuadro 4: Promedios de Largo de panículas (cm) de INIAP 14 determinados en dos sistemas de preparación de suelo, en la zona de Daule. UCSG, 2014**

No.	Largo de Panículas (cm)	
	2 PASES	4 PASES
1	20	21
2	23	20
3	25	22
4	22	22
5	25	22
6	23	24
7	23	24
8	24	21
9	23	21
10	27	21
11	24	22
12	24	25
13	21	23
14	21	22
15	23	23
16	24	21
17	23	21
18	24	24
19	22	24
20	22	23
21	22	24
22	23	22
23	24	25
24	20	22
25	23	26
26	25	22
27	23	22
28	23	22
29	25	24
30	20	23

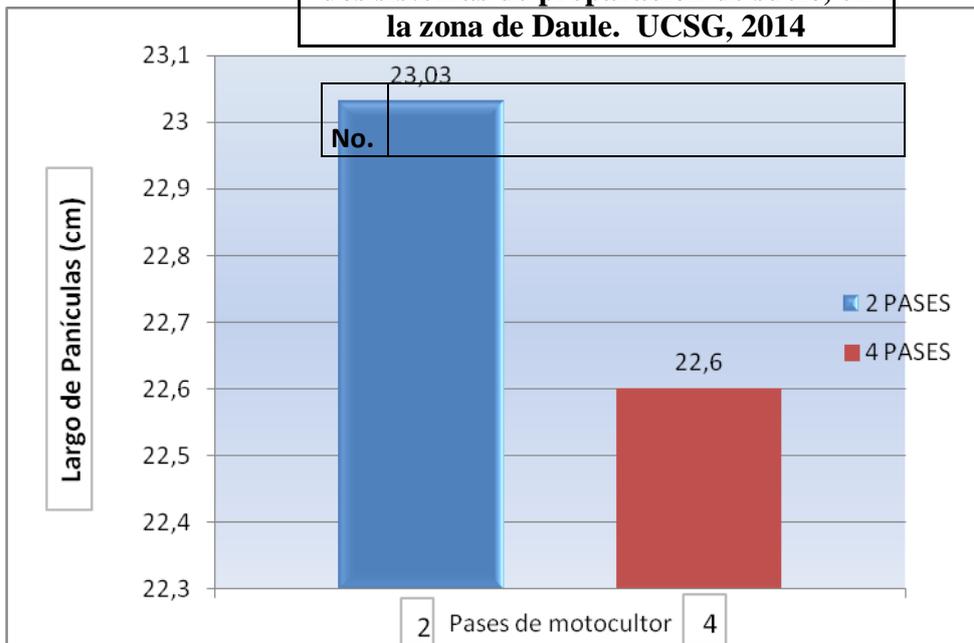
$\Sigma X_A =$	691	$\Sigma X_B =$	678
$\Sigma X^2_A =$	15993	$\Sigma X^2_B =$	15384
$\bar{X}_A =$	23,03	$\bar{X}_B =$	22,60
$S^2_A =$	2,65	$S^2_B =$	2,11
$S_A =$	1,63	$S_B =$	1,45

T = 0,563 NS  
NS No significancia.

**Figura 4.** Largo de Panículas (cm) de INIAP 14 determinado en dos sistemas de preparación del suelo, recinto Las Maravillas, cantón Daule, provincia del Guayas. UCSG, 2014.

Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)

**Cuadro 5: Promedios de Granos por panícula de INIAP 14 determinados en dos sistemas de preparación de suelo, en la zona de Daule. UCSG, 2014**



**4.5. Granos por panícula.**

Los promedios de granos por panícula determinados en la variedad de arroz INIAP 14 bajo los sistemas de preparación de suelo con dos y cuatro pases de motocultor, se presentan en el Cuadro 5 y Figura 5.

Al comparar los promedios se determinó que el sistema de 2 pases de motocultor tuvo el mayor promedio con 87 unidades, mientras que en el sistema de 4 pases de motocultor se obtuvo un valor de 79.7 granos.

Al realizar la prueba de T de Student se encontró diferencias estadísticas altamente significativas, a favor del tratamiento con dos pases de motocultor.

La varianza para 2 pasos fue de 48.34 y para 4 pasos de motocultor de 66.56; la desviación estándar, en su orden, fue de 6.95 y 8.16 granos.

**Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

	Granos por Panícula	
	2 PASES	4 PASES
1	86	72
2	99	80
3	82	86
4	78	80
5	98	76
6	91	74
7	80	86
8	85	75
9	90	77
10	95	72
11	93	85
12	90	85
13	79	76
14	84	72
15	91	84
16	90	48
17	84	80
18	91	90
19	90	84
20	82	79
21	91	85
22	93	81
23	80	70
24	76	85
25	84	85
26	98	79
27	73	83
28	95	90
29	80	85
30	82	87

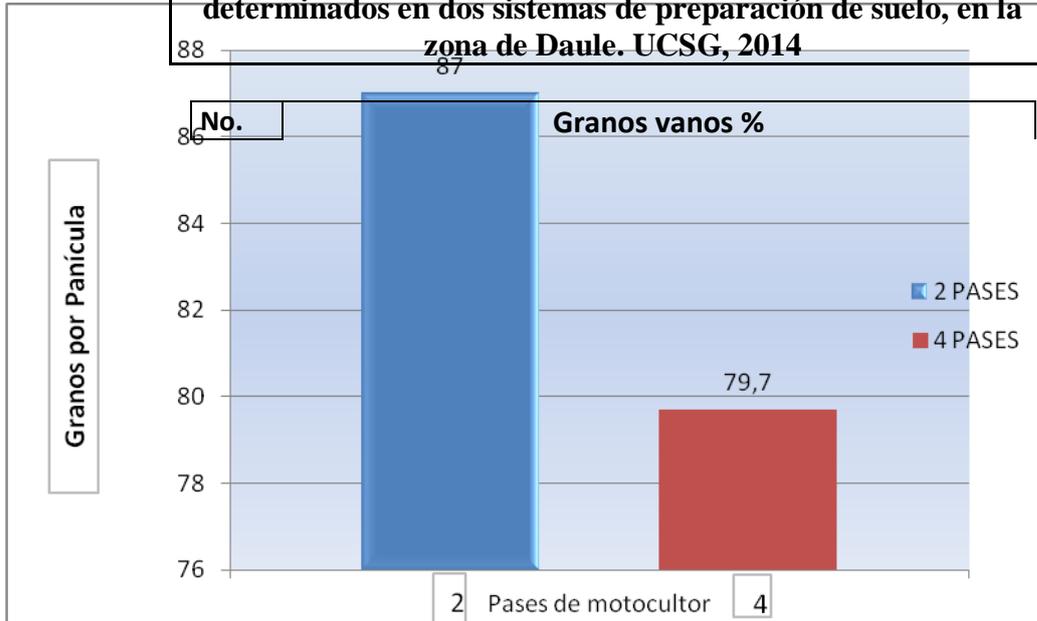
  

$\Sigma X_A =$	2610	$\Sigma X_B =$	2391
$\Sigma X^2_A =$	228472	$\Sigma X^2_B =$	192493
$\bar{X}_A =$	87,00	$\bar{X}_B =$	79,70
$S^2_A =$	48,34	$S^2_B =$	66,56
$S_A =$	6,95	$S_B =$	8,16

T = 3,186 \*\*  
 \*\* Altamente significativo.

**Figura 5.** Granos por panículas de INIAP 14 determinado en dos sistemas de preparación del suelo, recinto Las Maravillas, cantón Daule, provincia del Guayas. UCSG, 2014.

**Cuadro 6: Promedios de Granos vanos (%) de INIAP 14 determinados en dos sistemas de preparación de suelo, en la zona de Daule. UCSG, 2014**



#### 4.6. Granos vanos por panícula (%).

Los promedios de Granos vanos por panícula (%) determinados en la variedad de arroz INIAP 14 bajo los sistemas de preparación de suelo con dos y cuatro pases de motocultor, se presentan en el Cuadro 6 y Figura 6.

Al comparar los promedios se determinó que el sistema de 4 pases de motocultor tuvo el mayor promedio con 7.94, mientras que en el sistema de 2 pases de motocultor presentó un valor de 12.19 granos.

Al realizar la prueba de T de Student se encontró diferencias estadísticas altamente significativas al nivel del 1 %, a favor del tratamiento con cuatro pases de motocultor.

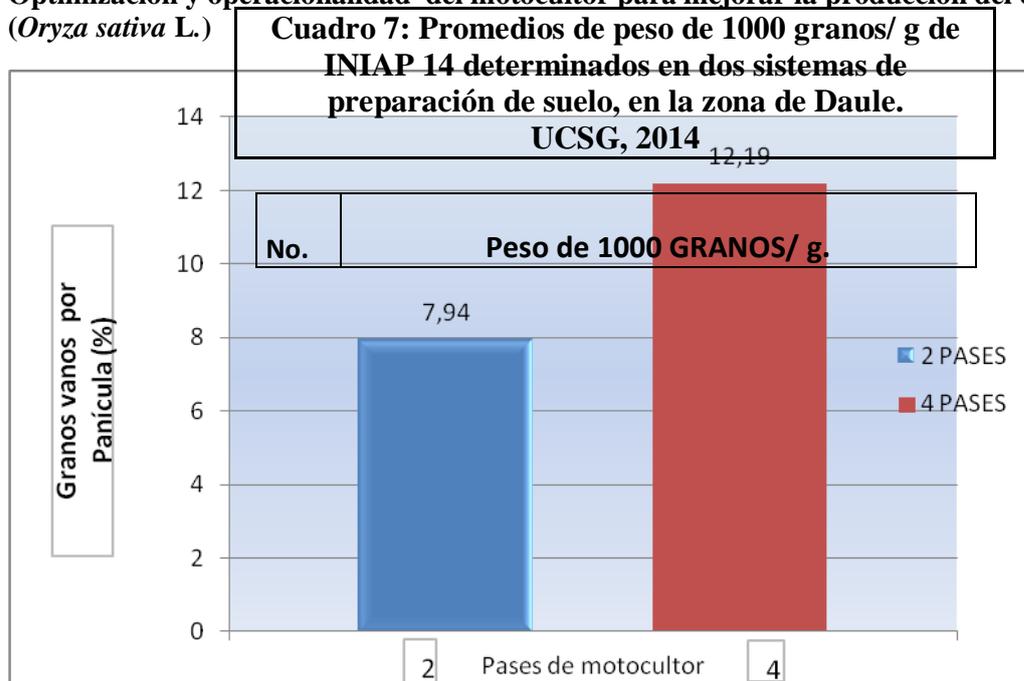
La varianza para 2 pasos de motocultor fue de 1.42 y para 4 pasos de motocultor de 3.70; la desviación estándar, en su orden, fue de 1.19 y 1.92 granos.

**Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

	2 PASES	4 PASES
1	6,98	12,90
2	6,73	13,30
3	8,92	14,50
4	7,69	15,30
5	5,56	12,90
6	10,00	13,30
7	8,92	8,20
8	9,96	13,50
9	7,92	12,90
10	6,25	12,90
11	6,67	11,80
12	7,78	11,80
13	7,59	9,60
14	7,78	11,80
15	5,49	13,50
16	7,78	9,60
17	7,14	9,80
18	10,20	11,80
19	6,67	12,90
20	8,54	11,50
21	9,68	9,60
22	7,78	9,60
23	7,89	13,50
24	7,89	15,30
25	8,50	11,50
26	8,50	9,90
27	8,22	14,50
28	8,42	9,96
29	8,42	13,50
30	8,22	14,50
$\Sigma X_A =$	238,09	$\Sigma X_B =$ 365,66
$\Sigma X^2_A =$	1930,61	$\Sigma X^2_B =$ 4564,351
$X_A =$	7,94	$X_B =$ 12,19
$S^2_A =$	1,42	$S^2_B =$ 3,70
$S_A =$	1,19	$S_B =$ 1,92

T = 5,788 \*\*  
 \*\* Altamente significativo.

**Figura 6.** Granos vanos por panícula (%) de INIAP 14 determinado en dos sistemas de preparación del suelo, recinto Las Maravillas, cantón Daule, provincia del Guayas. UCSG, 2014.



#### 4.7. Peso de 1000 granos (g).

Los promedios de peso de 1 000 granos (g) determinados en la variedad de arroz INIAP 14 bajo los sistemas de preparación de suelo con dos y cuatro pases de motocultor, se presentan en el Cuadro 7 y Figura 7.

Al comparar los promedios se determinó que el sistema de 4 pases de motocultor tuvo el mayor valor con 30.70 unidades, mientras que en el sistema de 2 pases de motocultor se dio un valor de 29.13 gramos.

Al realizar la prueba de T de Student no se encontró diferencias estadísticas en las comparaciones entre ambos tratamientos.

**Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

	2 PASES	4 PASES
1	29	28
2	29	32
3	32	36
4	23	23
5	35	36
6	31	31
7	32	31
8	30	20
9	33	28
10	28	34
11	22	29
12	33	33
13	28	31
14	35	33
15	35	23
16	31	24
17	31	30
18	32	32
19	32	29
20	32	30
21	30	31
22	30	31
23	30	23
24	30	30
25	33	27
26	30	28
27	32	24
28	33	28
29	30	30
30	30	29

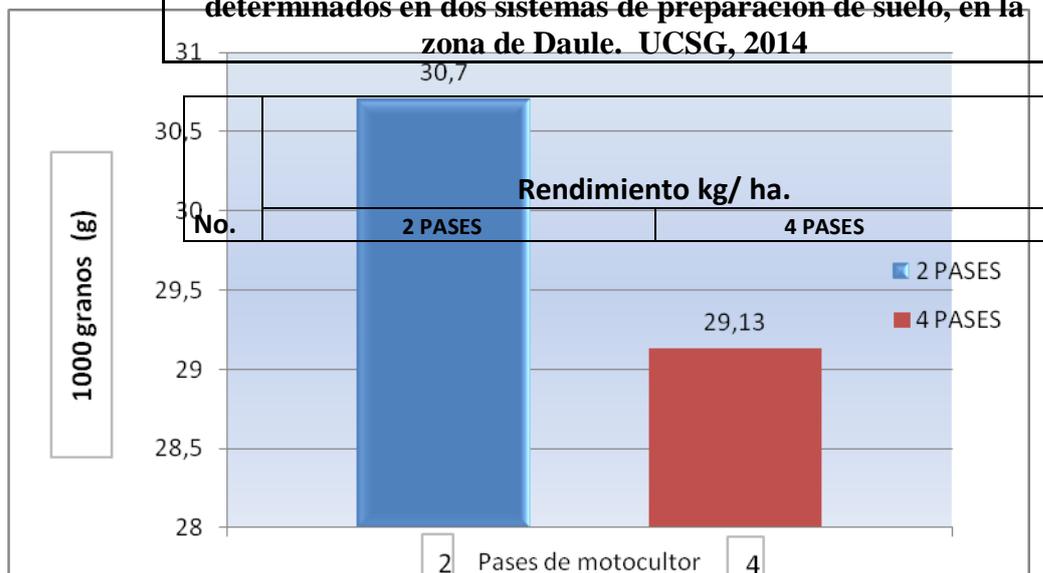
$\Sigma XA =$	921	$\Sigma XB =$	874
$\Sigma X^2A =$	28521	$\Sigma X^2B =$	25906
$XA =$	30,70	$XB =$	29,13
$S^2_A =$	8,50	$S^2_B =$	15,30
$S_A =$	2,90	$S_B =$	3,90

---

T = 1,94 NS  
 NS No significancia.

**Figura 7.** Peso de 1000 granos (g). de INIAP 14 determinado en dos sistemas de preparación del suelo, recinto Las Maravillas, cantón Daule, provincia del Guayas. UCSG, 2014.

**Cuadro 8: Promedios de Rendimiento en kg/ ha de INIAP 14 determinados en dos sistemas de preparación de suelo, en la zona de Daule. UCSG, 2014**



#### 4.8. Rendimiento (kg/ ha)

Los promedios del rendimiento en kg/ ha, determinados en la variedad de arroz INIAP 14 bajo los sistemas de preparación de suelo con dos pases y cuatro pases de motocultor, se presentan en el Cuadro 8 y Figura 8.

Al comparar los resultados se determinó que en el sistema de 4 pases de motocultor se tuvo el mayor promedio con 10 454.63 kg/ ha; mientras que en el sistema de 2 pases de motocultor se dio el menor promedio con 9 356.07 kg/ ha.

Al realizar la prueba de T de Student se encontró diferencias estadísticas altamente significativas, a favor del tratamiento con dos pases de motocultor.

**Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

1	9091	9091
2	9091	9091
3	12500	9091
4	11364	9091
5	10227	7955
6	9091	9091
7	9091	7955
8	12500	9091
9	9091	7955
10	9091	9091
11	9091	9091
12	12500	10227
13	11364	10227
14	10227	10227
15	10227	10227
16	11364	10227
17	9091	9091
18	9091	9091
19	11364	9091
20	10227	10227
21	10227	10227
22	9091	9091
23	11364	9091
24	9091	9091
25	11364	10227
26	12500	10227
27	10227	9091
28	11364	9091
29	11364	9091
30	11364	10227

$$\Sigma X_A = 313639$$

$$\Sigma X_B = 280682$$

$$\Sigma X^2_A = 3323922729$$

$$\Sigma X^2_B = 2640748142$$

$$X_A = 10454,63$$

$$X_B = 9356,07$$

$$S^2_A = 1549724$$

$$S^2_B = 505815$$

$$S_A = 1244,88$$

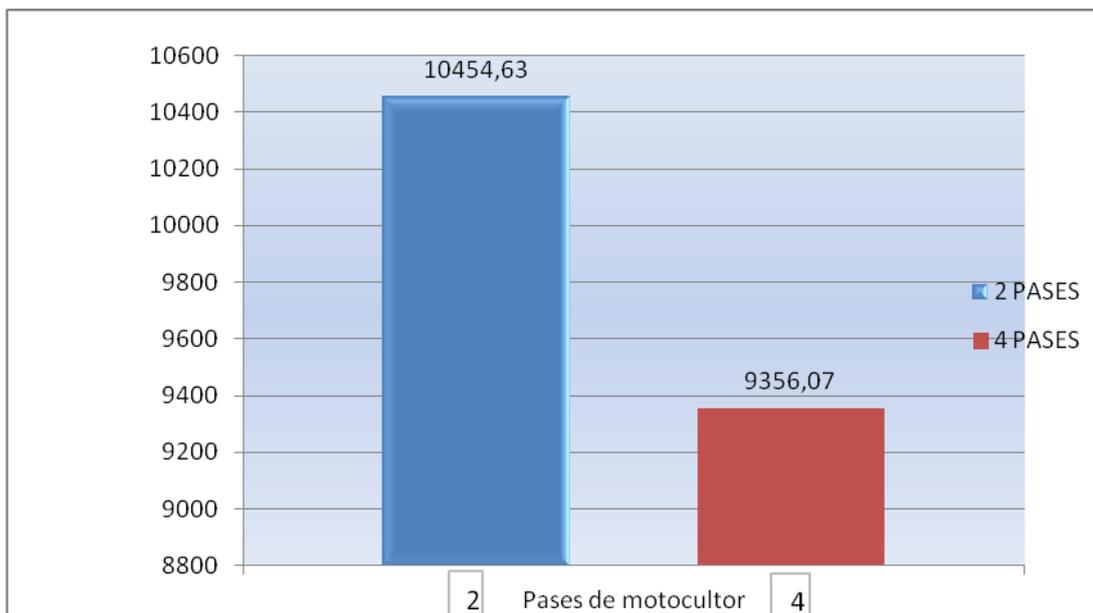
$$S_B = 711,21$$

$$T = 4,51 **$$

\*\* Altamente significativo.

**Figura 8.** Rendimiento (kg/ ha). de INIAP 14 determinado en dos sistemas de preparación del suelo, recinto Las Maravillas, cantón Daule, provincia del Guayas. UCSG, 2014.

## Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)



### 4.9. Análisis económico.

En los cuadros 9 y 10 se presentan los costos económicos por hectárea determinados en la variedad de arroz INIAP 14 bajo los sistemas de fangueo de dos y cuatro pases.

En el caso de 2 pases (Cuadro 9) se determinó que el costo directo del ensayo fue de USD \$1,159.40, de los cuales al descomponerse en los diferentes rubros que el gasto producido en mano de obra fue de USD \$ 161.40, semilla USD \$ 116.00 fertilizantes USD \$ 475.00, herbicidas USD \$ 40.00 insecticidas USD \$ 74.00 maquinarias y equipos USD \$ 289.00 respectivamente.

En el mismo sistema, en costos indirectos se obtuvo un valor de USD \$ 97.80 que sumado a los costos directos dieron un total de USD \$ 1,257.20. Luego de haber hecho los cálculos respectivos con el rendimiento se observó una ganancia de USD \$ 1,010.80/ ha.

**Cuadro 9. Análisis económico de costos de producción/ha determinados en la variedad de arroz INIAP 14 sembrado con técnica de 2 pases en la zona de Daule. UCSG, 2012.**

**Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

<b>Variables</b>	<b>2 PASES</b>
Mano de obra	USD \$ 165.40
Insumos	USD \$ 705
Maquinarias/ Equipos	USD \$ 289
<b>Costos Totales</b>	<b>USD \$ 1159.40</b>

**Costos =** USD \$ 1257.2/ ha.

**Producción =** 63 sacas/ ha

**Precio venta \$/ saca =** USD \$36

**Rentabilidad =** USD \$2268

**Utilidad =** USD \$ 1010.8

Para el caso de 4 pases (Cuadro 10) se determinó que el costo directo del ensayo fue de USD \$1,210.40, de los cuales al descomponerse en los diferentes rubros que el gasto producido en mano de obra fue de USD \$ 165.40, semilla USD \$ 116.00 fertilizantes USD \$ 475.00 herbicidas USD \$ 40.00 insecticidas USD \$ 74.00 maquinarias y equipos USD \$ 344.00 respectivamente.

En el mismo sistema, en costos indirectos se obtuvo un valor de USD \$ 94.80, que sumado a los costos directos dieron un total de USD \$1,305.20. Luego de haber hecho los cálculos respectivos con el rendimiento se observó una ganancia de USD \$ 782.8/ ha.

**Cuadro 10. Análisis económico de costos de producción/ha determinados en la variedad de arroz INIAP 14 sembrado con técnica de 4 pases en la zona de Daule. UCSG,2012.**

<b>Variables</b>	<b>4 PASES</b>
Mano de obra	USD \$ 161.40
Insumos	USD \$ 705
Maquinarias/ Equipos	USD \$ 344

**Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

<b>Costos Totales</b>	<b>USD \$ 1210.40</b>
-----------------------	-----------------------

**Costos =** USD \$ 1305.20/ ha.

**Producción =** 58 sacas/ ha.

**Precio venta \$/ saca =** USD \$36

**Rentabilidad =** **USD \$2088**

**Utilidad =** **USD \$ 782.8**

## **5. DISCUSIÓN**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo que se refirió a las evaluaciones realizadas en la variedad de arroz INIAP 14 sembrados bajo los sistemas de fanguero de 2 y 4 pases, respectivamente, se determinó que al ser sembradas bajo los 2 sistemas se detectaron diferencias altamente significativas en cuanto al rendimiento, teniendo una mejor respuesta en el método de 2 pases (63 sacas) frente al método de 4 pases (58 sacas). Los resultados obtenidos difieren mucho con lo que afirma Hurtado (2006) quien en sus trabajos de investigación mencionan que de darse un buen manejo del cultivo, el rendimiento puede llegar a los 100 sacos de arroz, por cada hectárea, pero están dentro de los parámetros de lo que dice FENARROZ (2005) en un estudio realizado en INIAP Boliche que esta variedad obtiene un rendimiento de entre 53 a 68 sacas/ ha promedio.

En cuanto a la altura de la planta en centímetros, se observó que en el sistema de 2 pases se obtuvo los mayores valores (95.1) respecto al sistema de 4 pases (89). FENARROZ (2005) indica que la altura promedio de la INIAP 14 es de 99 a 107 centímetros; comparando con nuestros resultados podemos decir que el desarrollo en nuestras plantas fue menor a estos valores.

Respecto a la longitud de panícula en centímetros se verificó que en el sistema de 2 pases (23) se registró un mayor promedio frente al sistema de 4 pases (22.60), lo cual guarda relación con lo mencionado en el estudio realizado por FENARROZ (2005) que dice que el promedio de la longitud de panícula es 23 centímetros.

Al comparar los resultados en el caso de granos buenos por panícula se determinó que el sistema a 2 pases tuvo un mayor promedio que en el sistema a 4 pases, influyendo en el rendimiento. En cambio para los granos vanos fue en el método de 4 pases que se obtuvo un promedio más alto que en el de 2 pases, con un alto nivel de significancia. FENARROZ (2005) e INIAP (2008) indican que en el caso de granos por panícula, el nivel óptimo es de 89 granos, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en cada tratamiento y, en el caso de

### **Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

granos vanos (%) el nivel óptimo es 62 %, lo cual es muy superior a nuestros resultados obtenidos (7.94 % y 12.19 %, respectivamente), lo cual puede haber incidido en el rendimiento en kg/ ha.

En el rendimiento de kg/ ha se pudo obtener un valor más alto en el sistema de 2 pases respecto al de 4 pases, con diferencia de 2 954,5 kg/ha entre ambos, evidenciando una diferencia altamente significativa lo cual difiere a lo expuesto por Sánchez (1999), quien señala que no hay diferencias estadísticas al sembrarse arroz al voleo.

Se puede decir que se obtuvieron resultados superiores en 7 de las 8 variables utilizando el sistema de 2 pases de motocultor comparados con el empleo de 4 pases, debido a que hubo facilidad para que la semilla germine al haber mejor aeración en el suelo, las plantas se enraizaron mejor porque la semilla no quedó muy hundida al haberse utilizado la técnica de siembra al voleo; mientras que en el empleo de los 4 pases, el suelo quedó muy fangoso, lo cual dificultó la germinación de las semillas que fueron sembradas al voleo, afectando el desarrollo de las plántulas y su rendimiento final, de acuerdo a instrucciones especiales de folletería del INIAP (2005), cabe resaltar que la práctica convencional en los agricultores de esta zona es aplicar dos pases de motocultor en el suelo.

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, podemos concluir lo siguiente:

1. En altura de planta, macollos y panículas por metro cuadrado, los mejores resultados se presentan cuando el suelo es preparado con dos pases de motocultor.
2. En largo de panícula, no se detecta ninguna influencia de los dos sistemas de preparación del suelo en la expresión de la variable.
3. En granos por panícula, importante componente del rendimiento, se demuestra que con cuatro pases de rastra se obtiene el mayor número de granos; resultados que se cumple también en granos vanos por panículas.
4. En el peso de 1 000 semillas se determina que los dos sistemas de preparación de suelo no influyen en la expresión de la variable indicada, lo cual se comprueba al observar que los resultados obtenidos son iguales estadísticamente.
5. En rendimiento, se observa que con dos pases del motocultor se obtiene las producciones más altas que con cuatro pases, y que además, la diferencia encontrada entre los dos sistemas es estadísticamente favorable a la preparación con dos pases.
6. En el estudio económico de los tratamientos se observa que en el sistema de dos pases los costos son sensiblemente inferiores que el de cuatro pases, con la ventaja de que en el primer caso se obtiene los rendimientos más altos.
7. En el estudio de las variables, se observaron que en siete de las ocho variables analizadas, se obtienen mejores resultados con la aplicación del tratamiento de dos pases de motocultor frente al de cuatro pases.

**Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

En base a esto, se recomienda lo siguiente:

- Realizar otros trabajos de investigación utilizando como método de siembra el trasplante, para comparar con los resultados obtenidos en este trabajo, cuya siembra fue al voleo.
- Realizar nuevas investigaciones utilizando otras variedades comerciales de arroz.
- Utilizar para la preparación del suelo en cultivos de arroz, el sistema de 2 pases de motocultor.

## **7. RESUMEN.**

El presente trabajo investigativo se efectuó en el recinto las Maravillas, ubicado en el cantón Daule, provincia del Guayas, entre los meses de junio a diciembre de 2012. Los objetivos de la presente investigación, fueron los siguientes: evaluar la optimización del motocultor en la preparación de los terrenos para la siembra de arroz, determinar el nivel de productividad del cultivo en los tratamientos establecidos, realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio. Se estudió la variedad de arroz INIAP 14, bajo 2 tratamientos: sistema de fangueo con dos pases y el sistema de fangueo con cuatro pases. En un área de 10000 m<sup>2</sup> se realizó lo siguiente: en los primeros 5000 m<sup>2</sup> de terreno se realizó 2 pases del sistema de rotaveitor con el motocultor (tradicional) y en los 5000 m<sup>2</sup> restantes se realizó 4 pases del sistema de rotaveitor como preparación de un terreno previamente inundado antes de la siembra para el cultivo de arroz.

Las variables estudiadas fueron las siguientes: Altura de la planta (cm), Macollos por m<sup>2</sup>, Panículas por planta, Largo de la panícula (cm), Granos por panícula, Porcentaje de granos vanos por panícula, Peso en gramos de 1000 granos de arroz, Rendimiento en kg/ha y análisis económico. Las variables indicadas fueron analizadas estadísticamente mediante la prueba de "T de Student, de los resultados obtenidos se concluye lo siguiente: en altura de planta (cm), en el tratamiento con 2 pases el promedio fue mayor que en el sistema con 4 pases. En macollos/ m<sup>2</sup>, en el tratamiento con 2 pases tuvo un promedio mayor que el sistema con 4 pases. En panículas/ m<sup>2</sup>, se determinó que el sistema con 2 pases tuvo el mayor promedio que en el sistema con 4 pases. En largo de panículas (cm), se determinó para el sistema con 2 pases un promedio mayor que en el sistema con 4 pases, se observa que los valores son casi similares. En granos por panículas, el sistema con 2 pases tuvo el mayor promedio que en el sistema con 4 pases. En granos vanos(%), el sistema con 4 pases tuvo un mayor promedio que en el sistema con 2 pases. En peso de 1000 granos/g se determinó que el sistema con 2 pases tuvo el mayor promedio que en el sistema con 4 pases. En rendimiento en kg/ ha se determinó que el sistema con 2 pases tuvo el mayor promedio frente al sistema con 4 pases, teniendo una diferencia de 1098.56 entre ambos tratamientos.

**Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

En el estudio económico de los tratamientos se observa que en el sistema con 2 pases los costos son inferiores que el de con 4 pases pero el rendimiento es mayor, teniendo mayor utilidad en el primer tratamiento, es decir, el de con 2 pases.

## **7a. SUMMARY.**

This research paper was carried out in the enclosure "Las Maravillas", located in "Daule", Guayas; province, between the months, June to December 2012. The objectives of this research were as follows: evaluate the optimization for Walking tractor in the land's preparation for rice planting, determine the productivity level of the crop in the established treatments, and the economic analysis of treatment. We studied the variety of rice INIAP 14, under 2 treatments: System of flood with two passes and the system of flood with four passes. In an area of 10 000 m<sup>2</sup> was carried out the following: in the first 5 000 m<sup>2</sup> of land was made, 2 passes of the rotaveitor system with (traditional) Walking tractor and the remaining 5000 m<sup>2</sup> was made 4 passes of the rotaveitor system in preparation for a land previously flooded before planting to the rice crop.

The variables that were studied: The following: plant height (cm), tillers per m<sup>2</sup>, panicles per plant, the panicle length (cm), grains per panicle, fruticle percentage grains per panicle, weight of 1 000 grains of rice, in kg yield in grams / has and economic analysis. The indicated variables were analyzed statistically by testing of "T Student, of the results obtained it is concluded as the following". The plant height (cm), on treatment with 2 passes averaged higher than in the system with 4 passes. In tillers / m<sup>2</sup>, in the treatment with 2 passes averaged greater than the system with 4 passes. In panicle / m<sup>2</sup>, it was determined that the system with 2 passes had the highest average than in the system with 4 passes. In panicle length (cm), was determined for the system with 2 passes an average higher that in the system with 4 passes, shows that the values are almost similar. Grains per panicle, with 2 passes care had the highest average than in the system with 4 passes. In vain grains (%), system with 4 strokes had a higher average than in the system with 2 passes. Weight of 1 000 grains/g was determined that the system with 2 passes had the highest average than in the system with 4 passes. Performance in kg / has determined that the system with 2 passes had the highest average against the system with 4 strokes, taking a difference of 1098.56 between both treatments.

In the economic study of the treatments, it is observed that costs are lower in the system with 2 passes that the of 4 passes but the performance is greater, having greater utility in the first treatment, i.e., the of with 2 passes.

**Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

**Cuadro 9. Análisis económico de costos de producción/ha determinados en la variedad de arroz INIAP 14 sembrado con técnica de 2 pases en la zona de Daule. UCSG, 2012.**

<b>Concepto</b>	<b>U. de Medida</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
<b>Mano de Obra</b>				
1. Preparación de suelo (corrección fanguero)	Jornales (4 horas)	\$ 10,00	2	\$ 20,00
2. Siembra (voleo)	Jornales (4 horas)	\$ 10,00	2	\$ 20,00
3. Drenaje de agua	Jornales (4 horas)	\$ 10,00	1	\$ 10,00
4. Aplicación Herbicida	Jornales (2 horas)	\$ 5,00	1	\$ 5,00
5. Fumigaciones	Jornales (4 horas)	\$ 10,00	3	\$ 30,00
6. Aplicación Fertilizantes	Jornales (4 horas)	\$ 10,00	3	\$ 30,00
7. Cosecha (ensacada, pesada, embarcada)	sacas	\$ 0,80	63	\$ 50,40
<b>Semilla</b>				
1. Semilla certificada INIAP 14	90KG/Ha.	\$ 116,00	1	\$ 116,00
<b>Herbicidas</b>				
1. Matasemilla (Butaclor 600)	4 lt	\$ 32,00	1	\$ 32,00
2. Matamalezas Ranger	1 lt/Ha.	\$ 8,00	1	\$ 8,00
<b>Fertilizantes.</b>				
1. Enraizador (Raiza - folear)	1 lt	\$ 12,00	1	\$ 12,00
2. DAP	sacos	\$ 45,00	2	\$ 90,00
3. Urea	sacos	\$ 36,00	1	\$ 36,00
4. Muriato	sacos	\$ 42,00	1	\$ 42,00
5. Abono completo	3 fundas/ qq	\$ 37,00	7	\$ 259,00
6. Naturfruit (Potasio)	2 lt/ Ha	\$ 12,00	2	\$ 24,00
7. Hormana	sobre	\$ 6,00	2	\$ 12,00
<b>Insecticidas</b>				
1. Mata caracol (Basagran)	1 lt	\$ 13,00	1	\$ 13,00
2. Mata langostas (Idrelia)	250 cc/Ha	\$ 22,00	1	\$ 22,00
3. Fungicida (Kempro)	1 lt/Ha	\$ 27,00	1	\$ 27,00
4. Matagusano	500 cc/ Ha.	\$ 6,00	1	\$ 6,00
5. Insecticida para chichorros	400 cc/Ha	\$ 6,00	1	\$ 6,00
<b>Maquinarias, Equipos y Combustible.</b>				
1. Combustible (pomas de diesel)	pomas	\$ 6,00	10	\$ 60,00
2. Arado (Romplow)	horas	\$ 25,00	2	\$ 50,00
3. Motocultor (fanguero)	horas	\$ 10,00	5	\$ 50,00
4. Cosechadora (cosecha)	sacas	\$ 3,00	63	\$ 189,00
5. sacos (compra)	sacas	\$ 0,60	63	\$ 37,80

**Total \$ 1.257,20**

**Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

<b>Cuadro 10. Análisis económico de costos de producción/ha determinados en la variedad de arroz INIAP 14 sembrado con técnica de 4 pases en la zona de Daule. UCSG, 2012.</b>				
<b>Concepto</b>	<b>U. de Medida</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
<b>Mano de Obra</b>				
1. Preparación de suelo (corrección fangueo)	Jornales (4 horas)	\$ 5,00	4	\$ 20,00
2. Siembra (voleo)	Jornales (4 horas)	\$ 10,00	2	\$ 20,00
3. Drenaje de agua	Jornales (4 horas)	\$ 10,00	1	\$ 10,00
4. Aplicación Herbicida	Jornales (2 horas)	\$ 5,00	1	\$ 5,00
5. Fumigaciones	Jornales (4 horas)	\$ 10,00	3	\$ 30,00
6. Aplicación Fertilizantes	Jornales (4 horas)	\$ 10,00	3	\$ 30,00
7. Cosecha (ensacada, pesada, embarcada)	sacas	\$ 0,80	58	\$ 46,40
<b>Semilla</b>				
1. Semilla certificada INIAP 14	90KG/Ha.	\$ 116,00	1	\$ 116,00
<b>Herbicidas</b>				
1. Matasemilla (Butaclor 600)	4 lt	\$ 32,00	1	\$ 32,00
2. Matamalezas Ranger	1 lt/Ha.	\$ 8,00	1	\$ 8,00
<b>Fertilizantes.</b>				
1. Enraizador (Raiza - folear)	1 lt	\$ 12,00	1	\$ 12,00
2. DAP	sacos	\$ 45,00	2	\$ 90,00
3. Urea	sacos	\$ 36,00	1	\$ 36,00
4. Muriato	sacos	\$ 42,00	1	\$ 42,00
5. Abono completo	3 fundas/ qq	\$ 37,00	7	\$ 259,00
6. Naturfruit (Potasio)	2 lt/ Ha	\$ 12,00	2	\$ 24,00
7. Hormana	sobre	\$ 6,00	2	\$ 12,00
<b>Insecticidas</b>				
1. Mata caracol (Basagran)	1 lt	\$ 13,00	1	\$ 13,00
2. Mata langostas (Idrelia)	250 cc/Ha	\$ 22,00	1	\$ 22,00
3. Fungicida (Kempro)	1 lt/Ha	\$ 27,00	1	\$ 27,00
4. Matagusano	500 cc/ Ha.	\$ 6,00	1	\$ 6,00
5. Insecticida para chichorros	400 cc/Ha	\$ 6,00	1	\$ 6,00
<b>Maquinarias, Equipos y Combustible.</b>				
1. Combustible (pomas de diesel)	pomas	\$ 6,00	10	\$ 60,00
2. Arado (Romplow)	horas	\$ 25,00	2	\$ 50,00
3. Motocultor (fangueo)	horas	\$ 10,00	12	\$ 120,00
4. Cosechadora (cosecha)	sacas	\$ 3,00	58	\$ 174,00
5. sacos (compra)	sacas	\$ 0,60	58	\$ 34,80
<b>Total</b>				<b>\$ 1.305,20</b>

**Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

## **LITERATURA CITADA.**

- **CORTÉS E, ÁLVAREZ F, GONZÁLEZ H.** La Mecanización agrícola:  
Gestión, selección y administración de la maquinaria para las operaciones de campo  
2009. pp. 152-154.
- **CROVETO, C.** Rastrojo sobre el suelo:  
Una introducción a la cero labranza. Edit. Universitaria. Chile 301 pág.  
1992.
- **ECURED.** Sistemas de preparación del suelo. 2013.  
Tomado de:  
[http://www.ecured.cu/index.php/Sistemas\\_de\\_preparaci%C3%B3n\\_de\\_suelo](http://www.ecured.cu/index.php/Sistemas_de_preparaci%C3%B3n_de_suelo)  
Fecha de consulta: 01/12/2013, 20:35
- **EL AGRO.** Mecanización agrícola moderna. 2013.  
Tomado de:  
<http://www.revista-el-agro.com/2013/04/18/mecanizacion-indispensable-en-la-agricultura/>  
Fecha de consulta: 2013/12/01 22:45
- **ENERFUSA.** Motocultores. 2013.  
Tomado de:  
<http://www.linkagro.com/component/content/article/102-enerfusa/832-motocultores>  
Fecha de consulta: 2013/12/03, 23:30
- **FAO, 2001.** Revista FAO: Labranza cero, cuando menos es más.  
Tomado de:  
<http://www.fao.org/ag/esp/revista/0101sp1.htm>  
Fecha de consulta: 2013/12/02, 20:30.
- **FAO, 2012.** Maquinaria agrícola.  
Tomado de:  
<http://www.fao.org/ag/ca/es/3e.html>  
Fecha de consulta: 2013/12/03, 23:55.

**Optimización y operabilidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

- **FEDEARROZ, 1992.** El clima en la vida de la planta. Fedearroz, Bogotá, Colombia. 5p.
  - **FUNDACIÓN HOGARES JUVENILES CAMPESINOS.** Manual AGROPECUARIO: Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Bogotá, Colombia. 2002. Págs. 23-27, 48-58.
  - **HIGUERAS y HOYARZUM.** Conservación materia orgánica. Departamento de Ingeniería Geológica y Minera, Escuela Universitaria Politécnica de Almadén, Universidad de Castilla-La Mancha, Plaza M. Meca 1, 13400 Almadén, España. 2013.
  - **HORTICOM.** Horticultura Global. enero 2010. pág. 48-49.
  - **HUANCA APAZA, W.** Monografía sobre erosión de los suelos y su tratamiento. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano, Puno – Perú. 2008.  
Tomado de:  
<http://www.monografias.com/trabajos62/tipos-erosion-suelos/tipos-erosion-suelos2.shtml#ixzz2mGyvohVU>  
Fecha de consulta: 2013/12/03, 22.00
  - **INIAP, 2005.** Manual del cultivo de arroz. Quito, Ecuador. Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. 35p.
  - **INIAP, 2008.** Plegable promocional “INIAP 14- FILIPINO. Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, estación experimental Boliche. 6p.
  - **LYNN, S.** Implementos usados en la granja. Library of Congress, Grandes planicies del norte. 2012.  
Tomado de:  
[http://memory.loc.gov/ammem/award97/ndfahtml/ngp\\_farm.html](http://memory.loc.gov/ammem/award97/ndfahtml/ngp_farm.html)  
Fecha de consulta: 2013/12/02, 23:20
-

**Optimización y operacionalidad del motocultor para mejorar la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

- **Martínez, M.** Contaminación del suelo. 2013.  
Tomado de:  
<http://www.monografias.com/trabajos93/contaminacion-del-suelo/contaminacion-del-suelo.shtml#ixzz2ltiBXAur>  
Fecha de consulta: 2013/11/27, 20:00
- **OCEANO/ CENTRUM, 2001.** Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería. Págs.. 53-55, 131-136, 153-166.
- **ORTIZ – CAÑAVARTE, J.** Libro *Las máquinas agrícolas y su aplicación*, Mundi-Prensa Libros, 6ª Edición. ISBN: 8484761177, 9788484761174. 2003. 526 páginas.
- **PERALVO, L.** Mecanización en la Agricultura. 2010.  
Tomado de: Agrytec.com
- **RÍOS, A.** Máquinas agrícolas, tracción animal e implementos manuales. Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola. La Habana, 2011.
- **SUTER IDESIA**, ISSN 0073-4675, Vol. 24, N° 2, 2006, págs. 77-84.
- **TOROTRAC.** Motocultores. 2013.  
Tomado de:  
<http://www.torotrac.com/product/OE-Motocultor-1>  
Fecha de consulta: 2013/12/03. 23:45
- **TORRES, R.** Guía de Mecanización Agrícola. 2012.
- **ZAPATA TAIPE, O., Msc.** Monografía sobre contaminación de los suelos. Perú, 2013.  
Tomado de:  
<http://www.monografias.com/trabajos98/contaminacion-suelos/contaminacion-suelos.shtml#ixzz2ltkut7pr>  
Fecha consulta: 2013/11/27 20:15