

Evaluación tecnológica y explotación del motocultor YTO DF-15L en la preparación de suelo para sandía



Technological and Operation Evaluation of the YTO DF-15L Rototiller in Soil Preparation for Watermelon

<http://opn.to/a/fMPLL>

Lic. Byron Leonardo Quimis-Guerrido ^{1*}, Dr.C. Liudmyla Shkiliova ¹

¹Instituto de Postgrado, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Manabí, Ecuador.

RESUMEN: La presente investigación se realizó en la comuna Joá del cantón Jipijapa, provincia de Manabí, Ecuador. El objetivo del trabajo es determinar los índices tecnológicos y explotación del motocultor YTO DF-15L con arado rotativo en la preparación de suelo para el cultivo de sandía. La metodología para determinar los índices tecnológicos y explotación se basó en la observación cronométrica, con la utilización de la norma cubana 34-37:2003, para determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo se utilizó la norma AASHTO T-88. Los principales resultados evidencian que el tipo de suelo para la siembra de sandía es apropiado, de textura franco arenoso arcilloso, de relieve llano, con humedad gravimétrica de 18,52%, la resistencia a la penetración alcanza un promedio de 1,0 MPa, lo que permite afirmar que el suelo se encuentra en condiciones de para buen crecimiento para la planta; la obstrucción en el campo por restos de cosecha es de 1 200 kg/ha. La productividad por hora de tiempo de explotación fue de 0,05 ha/h; el coeficiente de utilización del tiempo productivo es igual a 0,96; durante el período de observación se registró solo una rotura en la cadena propulsora del arado rotativo, obteniendo el coeficiente de seguridad técnica el valor de 0,97; la profundidad de preparación de suelo alcanzó 15,9 cm, la calidad de mullido del suelo es satisfactoria. Se concluye que los índices tecnológicos y de explotación del motocultor YTO DF-15L con arado rotativo en la preparación de suelo fueron satisfactorios, siendo recomendado a los productores realizar la siembra de semillas de sandía no en terreno plano, sino en camellones con altura de 10...20 cm, los cuales se puede conformar con herramientas manuales.

Palabras clave: índices, observación cronométrica, arado rotativo, productividad.

ABSTRACT: The present research was carried out in Joa Commune of Jipijapa Canton, Manabí Province, Ecuador. The objective of the work was to determine technological and operation indexes of the YTO DF-15L rototiller with rotary plow in the preparation of soil for the cultivation of watermelon. The methodology to determine the technological and operation indexes was based on the chronometric observation, with the use of the Cuban standard 34-37: 2003. To determine the physic-mechanical properties of the soil the AASHTO standard T-88 was used. The main results showed that the appropriate type of soil for watermelon sowing is with a sandy loam texture, of flat relief and with gravimetric humidity of 18.52%. In addition, it should have a resistance to penetration of 1,0 MPa as average, which allows affirming that the soil is in conditions of good growth for the plant. The obstruction in the field due to harvest remains was 1200 kg / ha. The productivity per hour of operation time was 0.05 ha / h and the coefficient of use of productive time was 0.96. During the observation period, only one break in the rotary plow propellant chain was recorded, the technical safety coefficient was 0.97, the depth of soil preparation reached 15,9 cm and the quality of fluffy soil was satisfactory. It was concluded that the technological and operation indexes of the YTO DF-15L rotary tiller in the preparation of soil were satisfactory, being recommended to the producers to sow watermelon seeds, not on flat terrain, but on ridges with a height of 10 to 20 cm, which can be made with manual tools.

Keywords: indexes, chronometric observation, rotary tiller, productivity.

*Autor para correspondencia: Byron Leonardo Quimis-Guerrido, e-mail: byronleonardogg@hotmail.com

Recibido: 15/07/2018

Aceptado: 25/02/2019

INTRODUCCIÓN

El sector agropecuario del Ecuador se distingue por la duplicidad productiva, por un lado las unidades productoras de más de 100 ha, con suficiencia técnica, tecnológica y económica, orientadas a abastecer mercados externos y por otro lado las UPA (Unidades Productivas Agropecuarias), pequeñas extensiones entre una y cinco hectáreas, limitadas en tecnificación, productividad e incluso líneas crediticias.

Para dar respuesta a las demandas de los agricultores pequeños y contribuir con el proceso de modernización del sector rural, a partir del año 2014 en la provincia de Manabí se desarrolla el programa “Mecanización Agrícola Comunitaria”. La primera etapa del programa consistió en la entrega a las asociaciones agropecuarias de 1 942 motocultores y 94 tractores agrícolas marca YTO-704, con los principales implementos, adquiridos en 2009 por el Banco Nacional de Fomento (BNF), actualmente Ban Ecuador, con el fin de tecnificar la labor en la tierra, disminuir costos de mano de obra e incrementar la producción de pequeños y medianos productores de la provincia ([Cevallos y Shkiliova, 2016](#)).

La mecanización de las pequeñas parcelas resulta poco rentable y muy difícil con el uso de los tractores o prácticamente imposible, si también existen otros factores, tales como fuertes pendientes, la pedregosidad o la baja capacidad portante de los suelos por su elevado contenido de agua (inundación), o requiere la utilización de maquinaria altamente especializada. En estas situaciones son los motocultores los únicos equipos motorizados que pueden actuar ([Márquez, 2010](#)).

El motocultor (también conocido como tractor de dos ruedas, tractor de un eje, tractor de caminar) con diferentes implementos puede realizar muchos tipos de trabajos agrícolas, tales como labranza, cosecha, plantación y transporte. En la actualidad se tiene un gran número de diseños de motocultores en todo el mundo, para atender los distintos mercados. Entre ellos, se destaca la maquinaria china, de costo relativamente bajo, que se utiliza ampliamente no sólo en China, sino por los pequeños agricultores africanos y latinoamericanos ([Chew et al., 2013](#)).

En el Ecuador prevalecen los motocultores chinos de la marca YTO DF-15L proporcionados por el MAGAP. La distribución se realizó por todo el país, en diferentes provincias a organizaciones y asociaciones previamente calificadas por el MAGAP, incluso se brindó capacitación teórico - práctica a los beneficiarios sobre el uso adecuado de la maquinaria. En la región Costa se entregó 777 motocultores que representan el 40% del total, de éstos en la provincia de Manabí 140 ([MAGAP, 2014](#)).

Según [INEC \(2000\)](#), la provincia de Manabí, al principio del siglo XX tenía 74 676 UPA, quienes utilizaban para producir 1 583 661 ha, específicamente para el cultivo transitorio de sandía existían 733 UPA que ocupaban 969 ha para su siembra; el cantón Jipijapa tenía 8 491 UPA, con disponibilidad de 90 129 ha para la producción, de éstas dedicadas al cultivo de sandía había 60 UPA ocupando 63 ha para su siembra.

La sandía (*Citrullus lanatus*), originaria de países de África y una de las frutas más extendidas actualmente por el mundo. La producción ecuatoriana de sandía data aproximadamente desde los años 70, siendo Manabí y Los Ríos las principales provincias que cultivan esta fruta, por su clima apropiado para el proceso de producción requerido. El mejor rango de temperatura promedio para la producción de sandía durante la temporada de crecimiento es entre 18°C y 35°C, siendo el óptimo un clima cálido-seco con temperatura anual entre de 23°C y 28°C [InfoAgro \(2000\)](#), destacando que la temperatura promedio anual de Manabí es de 24°C.

La preparación de suelo para la siembra de sandía se debe realizar con 30 días de antelación a la siembra, generalmente esta labor se realiza en forma mecanizada o manual. Para lograr una buena cosecha de sandía es importante conocer el tipo de suelo en el cual se va a sembrar, para esto es necesario realizar un muestreo de suelo para determinar si el mismo es adecuado o no para dicho cultivo. Según datos del [ESPAC \(2017\)](#), el 89,43% de personas productoras en el Ecuador nunca han realizado un análisis de suelo y sólo 5,07% lo hizo menos de un año.

El cultivo de sandía posee un sistema de raíces clasificado como profundo, el mismo puede

penetrar más de un metro en el suelo. Por tal razón, el tipo de suelo donde se establezca la siembra y la preparación adecuada del terreno representan aspectos muy importantes en el crecimiento de la planta. El suelo ideal para la siembra de sandía es profundo, suelto y de buen drenaje (Martínez, 2015). El terreno seleccionado debe ser de un suelo plano, preferiblemente franco-arcilloso o franco-arenoso, de una buena estructura física no compactado, libre de malezas perennes y de residuos de cultivos anteriores.

El cultivo de sandía se establece en suelos muy variables, desde migajones arcillosos hasta francos arenosos y arenosos, por lo cual puede variar la preparación del suelo (INIFAP, 2000). Las labores de preparación del suelo deberán hacerse de acuerdo al grado de humedad que contenga éste, no muy húmedo ni excesivamente seco (Casaca, 2005).

En el cantón Jipijapa, según el estudio de Garcés (2018), en los últimos años se observa la disminución de productores de sandía, si en el 2015 existía alrededor de 45 productores, en el 2017 sólo se contaba con 30, destacándose que existen productores que no tienen la capacitación necesaria para poder realizar la producción de sandía en forma adecuada.

La comuna Joá, perteneciente al cantón Jipijapa, en el año 2018 optó diversificar los cultivos y sembrar la sandía de semilla híbrida Glory Jumbo (Charleston Gray) en el terreno ocupado con anterioridad por maíz, que nunca fue arado. Para la preparación de suelo, por no disponer de tractores, se decide por parte de productores agrícolas utilizar sólo el motocultor YTO DF - 15L con arado rotativo, que fue

entregado a la comuna en el año 2014, teniendo en cuenta que éste se utilizó en la misma labor en terrenos cercanos al río y se logró una buena cosecha de sandía.

El objetivo de este trabajo es exponer los resultados de la determinación de los índices tecnológico-explotativos y de evaluación de la calidad de trabajo del motocultor YTO DF - 15L con el arado rotativo en la preparación de suelo para cultivo de sandía en la comuna Joá del cantón Jipijapa, provincia de Manabí, Ecuador.

MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el mes de agosto del año 2018, en la comuna Joá, ubicada a 6 km al Oeste de la ciudad de Jipijapa de la provincia de Manabí, la cual posee un clima de bosque seco ecuatorial con una temperatura media de 24°C. La comuna Joá tiene aproximadamente 350 habitantes, dedicados a la agricultura de ciclo corto: maíz, maní, hortalizas y cucurbitáceas (Gad, 2015).

El área seleccionada por los productores para la siembra de sandía, según la georeferenciación realizada con un GPS GARMIN 64 (Figura 1) fue igual a 4,69 ha, donde antes de la labor de preparación de suelo con una guadaña se cortó las pancas secas del cultivo anterior (maíz) y se quemaron los residuos como tradicionalmente lo hacen los agricultores de la zona

Para determinar el tipo y características de suelo en el área de observación se tomaron tres muestras de suelo en zigzag, cada una compuesta por 20 sub muestras, a 20 cm; 25 cm y 30 cm de profundidad según Sosa (2012) y Lizcano (2017), para determinar parámetros hidrofísicos y

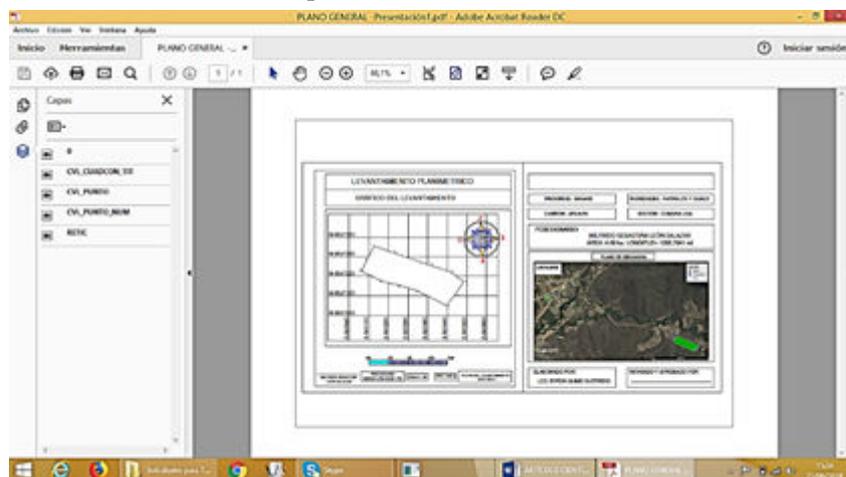


FIGURA 1. Ubicación del área seleccionada para la siembra de sandía en la comuna Joá.

mecánicos, densidad aparente; capacidad de campo; humedad gravimétrica; la porosidad; y clase textural. La compactación de suelo fue determinada con un penetrómetro análogo de cono de marca AGRATRONIX, 08180 con precisión de 2 kgf, con la profundidad de penetración de hasta 60 cm en incrementos de 7,62 cm ([AgraTronix, 2004](#)). Las obstrucciones en la parcela por residuos de cosecha se comprobaron mediante el peso de masas en un área de 1 m² ([NC 34-37: 03, 2003](#); [de las Cuevas et al., 2015](#)).

En las condiciones de laboratorio mediante el método de Bouyoucos y triángulo textural según clasificación USDA SSS (1993) se estableció la textura del suelo; y mediante la norma [AASHTO T 88 \(2004\)](#), se realizó el análisis granulométrico de suelo por tamizado para evaluar la calidad de mulción del suelo con arado rotativo ([Iglesias, 2002](#)). Los principales aparatos utilizados en el laboratorio fueron los siguientes: una balanza digital (ADAM) con sensibilidad de 0,01 g para pesar material; una serie de tamices SOILTEST integrada por los siguientes: 75mm; 50mm; 25mm; 9,5mm; 4,75mm y 2,38mm; estufa (QL Model 40 GC Lab Oven), capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de 110°C ± 5 °C (230°F ± 9 °F), un hidrómetro de suelos Gilson [ASTM \(2007\)](#) con sensibilidad de 1 g/L.

Para la evaluación de los índices tecnológicos y explotación del motocultor YTO DF-15L ([Tabla 1](#)) en la labor de preparación de suelo, previa a la siembra de sandía, se utilizó la metodología basada en la norma cubana [NC 34-37: 03 \(2003\)](#). Los tiempos operativos y de inactividad se midieron durante turnos de trabajo utilizando un cronómetro digital (CASIO) con precisión de 1 s, anotados y clasificados como están descritos en la [Tabla 3](#). Posteriormente estos tiempos se utilizaron para el cálculo de productividades por hora de diferentes categorías de tiempo y de coeficientes de explotación.

El combustible consumido por el motocultor YTO DF-15L durante el turno de trabajo, se obtuvo a través de la medición al inicio y final de cada jornada, completando el tanque de combustible de 16 L al final del turno y en mañana al iniciar la nueva jornada de trabajo, por

el traslado del campo a la casa comunal y viceversa.

Para determinar la profundidad de labranza después del pase del motocultor con arado rotativo se midió la profundidad alcanzada, tomando 30 datos desde la superficie hasta la zona no labrada del suelo, utilizando un flexómetro de 5 m con precisión de 1 mm.

La velocidad de trabajo se calculó en base de mediciones en una distancia de 50 m del tiempo en que el motocultor con arado rotativo tarda en recorrerla, con tres repeticiones según [Iglesias \(2002\)](#), se utilizó un cronómetro digital con apreciación de 1 s.

El procesamiento de datos recolectados se realizó a través de hojas de cálculo de EXCEL y el programa AutoCAD 2014 / CivilCAD 2014.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del área de observación

La condición del suelo en el área de observación donde se evaluó el trabajo del motocultor YTO DF-15L con el arado rotativo se muestra en la [Tabla 2](#).

Los resultados evidencian que el suelo es apropiado para el cultivo de sandía, de textura fina, Franco Arenoso Arcilloso, coincidiendo que en el cantón Jipijapa predominan los suelos de textura fina, siendo el 72% del total del territorio suelos arcillosos y denominados suelos fuertes o pesados ([Gad, 2015](#)). Según [Casaca \(2005\)](#), los suelos franco arenosos a francos son los mejores para el desarrollo de las plantas, no obstante se pueden utilizar suelos franco arcillosos a arcillosos, estos últimos con enmiendas (agregación de materia orgánica), además los suelos de texturas finas presentan mayores posibilidades de contacto con los pelos radicales absorbentes ([Humphrey, 2017](#)).

El relieve llano con una pendiente inferior al 2%, casi nula la pedregosidad, buen drenaje y la humedad gravimétrica de 18,52% del suelo, permiten el trabajo del motocultor con arado rotativo. La capacidad de campo 30,33%, la porosidad de 47,73% clasificada como media y la densidad aparente 1,31 g/cm³, se considera alta en suelos de textura fina ([Delgadillo y Alcalá, 2010](#)). De la medición de la resistencia del suelo a la penetración en las profundidades de 7,62 cm hasta 45,72 cm se obtienen valores desde 0,8

TABLA 1. Características técnicas del motocultor YTO DF-15FL

Modelo	DF-15L
Tipo	Eje sencillo de propósito dual para tracción y transmisión.
Dimensiones generales, (L x A x H mm)	2680 x 960 x 1250
Ancho de trocha, mm	Ajuste entre 800, 740, 640y 580
Despeje mínimo, mm	182 del piso a la parte baja de la transmisión final.
Ancho de roturación, mm	600
Radio mínimo de giro, m	0,9 sin motocultor
Peso, kg	509/499
	Sistema de transmisión:
a. Banda del motor al clutch.	Bandas tipo “V”
b. Tipo de clutch.	Disco de doble fricción y contacto constante.
c. Motocultor	Montaje con cadena de rodillos de presión formato corto 12A-2 x 50
Fuerza de tracción	Fuerza de tracción. 221 kgf
Velocidad del rototiller, min ⁻¹	211/345 baja / alta
	Motor (Diésel)
a. Modelo.	S1100A2N
b. Potencia de salida, kW/hp	12/16
c. Torque máximo, N.m	257

Fuente: Manual del motocultor YTO DF-15FL ([MAGAP, 2014](#))

TABLA 2. Características del área experimental, comuna Joá

Denominación	U/M	Valores obtenidos
Tipo de suelo - Franco Arenoso Arcilloso		
Relieve - Llano		
Cultivo anterior - Maíz		
Cultivo a sembrar - Sandía		
Humedad gravimétrica %		
18,52		
Resistencia del suelo, antes de labor en la:		
•	profundidad 7,62 cm	MPa 0,8
•	profundidad 15,24 cm	MPa 0,9
•	profundidad 22,86 cm	MPa 1,0
•	profundidad 30,48 cm	MPa 1,1
•	profundidad 38,10 cm	MPa 1,1
•	profundidad 45,72 cm	MPa 1,0
Capacidad de campo %		
30,33		
Porosidad %		
47,73		
Densidad aparente g/cc		
1,31		
Obstrucción por cosecha kg/ha		
1 200		

MPa hasta 1,1 MPa, para un promedio de 1,0 MPa, lo que permite afirmar que el suelo se encuentra en condiciones de buen crecimiento para la planta (<http://equipamientocientifico.com>), clasificando el mismo en los niveles intermedio bajo (0,1 MPa

a<1 MPa) e intermedio moderado (1 MPa a <2 MPa) de acuerdo a la clasificación del SSDS (1993) y [Safar et al. \(2011\)](#).

Resultados del cronometraje

El registro de los tiempos mediante la técnica de cronometraje de tres jornadas de trabajo del

motocultor YTO DF-15L ha mostrado (Tabla 3) que el tiempo general de observación fue de 18,92 h, de éstos 15,2 h corresponden al tiempo limpio de trabajo. Durante el periodo de observación en la primera jornada se registró una rotura en la cadena que propulsa el arado rotativo (Figura 1) a las 3,43 h de iniciada la labor, para la eliminación de esta falla se necesitó gastar 0,53 h (T_{42}). También fue registrado un fallo tecnológico (Figura 2) por el embasamiento, que fue solucionado en 0,13 h. El tiempo de traslado hacía el campo y viceversa fue de 2,38 h, que está relacionado con la lejanía de campo del lugar de estacionamiento.



FIGURA 1. Rotura de cadena propulsora.



FIGURA 2. Falla tecnológica.

Según la clasificación de los tipos y formas de movimientos de los conjuntos, el operador utilizó el movimiento alomado (Figura 3), cuya característica es que el pase de trabajo se realiza a lo largo y transversal del campo, motivo por el que no se perdió el tiempo en virajes.

Índices de productividad

En la Tabla 4 se muestran los resultados de cálculo de los índices de productividad del motocultor YTO DF-15L durante el período de observación.

La productividad de trabajo de motocultor está en función del ancho, velocidad y eficiencia del trabajo. La productividad por hora de tiempo limpio (W_{01}), de tiempo operativo (W_{02}) y de tiempo productivo (W_{04}) fue aproximadamente de

TABLA 3. Resultados de cronometraje de tiempos de trabajo del motocultor YTO DF-15L

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	h
T_1	Tiempo limpio de trabajo	15,2
T_{31}	Tiempo para la ejecución del mantenimiento técnico diario	0,48
T_{41}	Tiempo para la eliminación de los fallos tecnológicos (funcionales)	0,13
T_{42}	Tiempo para eliminar los fallos técnicos	0,53
T_5	Tiempo de descanso del personal de servicio de la máquina de ensayo	0,2
T_{61}	Tiempo de traslado hacia el campo o viceversa	2,38
	Tiempo total de observación	18,92

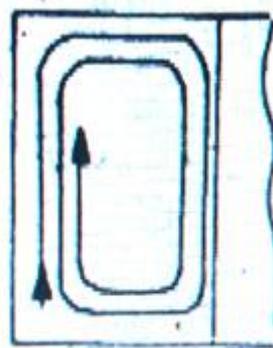


FIGURA 3. Por la organización del territorio, movimiento alomado.

0,06 ha/h; teniendo en cuenta que no habían gastos de tiempo auxiliar y gastos de tiempo para el mantenimiento y la eliminación de fallos fueron mínimos. Las productividades por otras categorías de tiempo alcanzaron el valor aproximado de 0,05 ha/h. Estos resultados son semejantes con la productividad de 0,05 ha/h obtenida durante las pruebas en aradura de los motocultores DF-15L y DF-12 según [Kebede y Getnet \(2016\)](#), aunque inferiores a los logrados por el motocultor KUBOTA en conjunto con fresa, que fue de 0,09 ha/h y 0,07 ha/h de tiempo limpio y productivo respectivamente en preparación de suelo para arroz ([Chedré et al., 2005](#)).

Coefficientes de explotación

Los valores de los coeficientes de explotación, calculados a base de datos primarios de cronometraje, se muestran en [Tabla 5](#).

Como se puede apreciar, prácticamente todos los coeficientes de explotación, alcanzaron durante el período de observación valores igual o cercano a 1,0, debido a la rapidez con la que efectuaron la eliminación de fallo de la cadena y la falla tecnológica. Estos resultados en gran medida se deben a la experiencia del operador del motocultor y constante dedicación al trabajo.

Consumo de combustible

El consumo de combustible del motocultor YTO DF-15 L en la preparación de 0,92 ha de suelo fue de 15,2 L, el gasto específico por unidad de trabajo realizado de 16,52 L/ha, que es inferior de 18,42 L/ha del motocultor DF-15L según [Kebede y Getnet \(2016\)](#), pero superior al consumo del motocultor KUBOTA que alcanzó valores entre 13-15 L/ha ([Chedré et al., 2005](#)). El gasto de combustible por hora de tiempo de explotación fue de 0,91 L/h, que es aproximado a lo reportado de 1,00 L/h por el motocultor DF-15L (Kebede y Getnet, 2016).

Calidad de trabajo

La preparación de suelo para la siembra de sandía se realizó en dos pases de motocultor con arado rotativo. En el primer pase de trabajo del motocultor a una velocidad promedio de 1,7 km/h se registró una profundidad promedio de 8,9 cm ± 1,3 cm; en el segundo pase se alcanzó una profundidad promedio de 15,9 cm ± 1,2 cm a una velocidad de trabajo de 1,84 km/h. El ancho de trabajo del arado rotativo fue en promedio de 68 cm. La velocidad de trabajo de motocultor se encontraba entre la primera y segunda velocidades teóricas (1,4 km/h y 2,5 km/h), según al fabricante (Manual YTO). La profundidad de trabajo alcanzada en dos pases es similar a reportada (15,23cm ± 1,23 cm) en la prueba de

TABLA 4. Índices productividad del motocultor YTO DF- 15L

Denominación de los índices	Valor	U/M
Volumen de trabajo realizado	0,92	ha
Productividad por hora de tiempo limpio (W_{01})	0,06	ha/h
Productividad por hora de tiempo operativo (W_{02})	0,06	ha/h
Productividad por hora de tiempo productivo (W_{04})	0,06	ha/h
Productividad por hora de tiempo turno sin fallo (W_1)	0,05	ha/h
Productividad por hora de tiempo de explotación(W_{07})	0,05	ha/h

TABLA 5. Coeficientes de explotación del motocultor YTO DF- 15L

Denominación de los coeficientes	Valor
Coefficiente de pases de trabajo (K_{21})	1,00
Coefficiente de servicio tecnológico (K_{23})	1,00
Coefficiente de mantenimiento técnico (K_3)	0,97
Coefficiente de seguridad tecnológica (K_{41})	0,99
Coefficiente de seguridad técnica (K_{42})	0,97
Coefficiente de utilización del tiempo productivo (K_{04})	0,96
Coefficiente de utilización del tiempo explotativo (K_{07})	0,96

motocultor DF- 15L en aradura ([Kebede y Getnet, 2016](#)).

Mediante la preparación del suelo se crean las condiciones para facilitar la germinación de la semilla o el establecimiento del trasplante y el posterior desarrollo de la planta. Cada sistema clima-suelo-cultivo presenta problemas específicos que requerirán distintas labores, en caso de sandía se debe tener en cuenta que su sistema de raíces es de tipo profundo y cualquier obstáculo presente para el desarrollo de este afectará al cultivo ([Martínez, 2015](#)). El sistema tradicional o convencional de preparación de suelo es el uso de arado, rastra y rastrillo, con la aradura a la profundidad de hasta 20 cm...30 cm según [Casaca \(2005\)](#) y [Masabni & Lillard \(2013\)](#); otros autores no precisan la profundidad de preparación de suelo, refiriéndose que para la plantación de sandía al aire libre se dan las labores de grada o arado que se estimen necesarias para que el suelo quede suelto. Existen experiencias de preparación de suelo para la siembra de sandía solo con herramientas manuales, entre estas se destaca el proyecto desarrollado en el Ecuador “Producción ecológica y comercialización de sandía y cebolla en Canta Gallo del cantón Jipijapa”, donde se tomó la decisión de no realizar ningún tipo de labranza mecanizada, por lo que manualmente se hicieron surcos distanciados a 50 cm, en líneas paralelas ([Quimís, 2007](#)). En la propia comuna Joá tienen la experiencia de preparación de suelo con dos pases de motocultor YTO DF-15L, en

suelos Franco Arenosos cerca del río, obteniendo buena cosecha de sandía.

Basándose en lo anterior y teniendo en cuenta que el suelo en el área de observación posee buenas condiciones para el crecimiento de sandía (no compactado), se puede considerar como aceptable la profundidad de preparación de suelo alcanzada por el motocultor YTO-DF-15L, recomendando a los productores que antes de siembra de sandía formar camellones de altura de 10 cm a 20 cm con herramienta manual, para facilitar el desarrollo de raíces de la planta, mejorar la aireación, y para el manejo del agua y fertilizantes ([Martínez, 2015](#)).

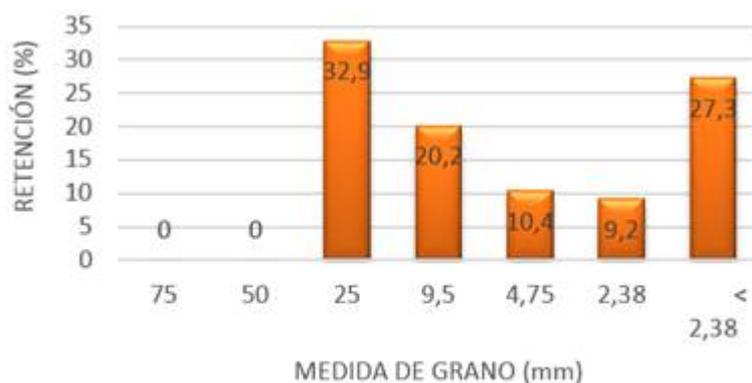
La calidad de mulción del suelo se determinó por la proporción de la masa de fracciones de terrones de tamaño inferior a 50 cm a la masa total de la muestra del suelo, expresada en porcentos, se debe asegurar aproximadamente un 80% de terrones de 1 mm a 50 mm de tamaño en el nivel superior, no se permite la formación de fracciones de más de 75 mm ([Iglesias, 2002](#); [Yarullin, 2015](#)).

El tamaño de terrones después del paso de arado rotativo se determinó mediante el análisis granulométrico de suelo por tamizado ([Figura 4](#)).

Como se puede observar en la [Figura 5](#) no hubo retención de terrones en los tamices de 75 mm y 50 mm; la mayor retención de terrones (492,79 g) correspondió al tamiz de 25 mm representando un 32,9% de la masa total; de los granos menores de 2,38 mm se obtuvo una masa de 409,9 g (27,3%). Los resultados demuestran que la calidad de mulción fue satisfactoria.



FIGURA 4. Análisis granulométrico de suelo por tamizado.



Prueba de granulometría

FIGURA 5. Representación gráfica de prueba de granulometría.

CONCLUSIONES

La evaluación tecnológica y de explotación del motocultor YTO DF-15L en la preparación de suelo Franco Arenoso Arcilloso, que cumple las exigencias para la siembra de sandía, mostró resultados satisfactorios en el aprovechamiento de tiempo de trabajo limpio, que fue igual a 15,2 h de un total de 18,72 h de observación.

La productividad por hora de tiempo de explotación fue de 0,05 ha/h; el coeficiente de utilización del tiempo productivo es igual a 0,96; durante el período de observación se registró solo una rotura en la cadena propulsora del arado rotativo.

Todos los coeficientes de explotación, alcanzaron durante el período de observación valores igual o cercano a 1,00, obteniendo el coeficiente de seguridad técnica el valor de 0,97.

La calidad del trabajo realizado por el arado rotativo se considera satisfactorio, cumpliendo con las exigencias agrotécnicas para el mullido de la capa superficial del suelo; la profundidad de preparación de suelo alcanzó de 15,9 cm \pm 1,2 cm a una velocidad de trabajo de 1,84 km/h, es aceptable, recomendando a los productores antes de siembra de sandía formar camellones de altura de 10 cm a 20 cm con herramienta manual, para facilitar el desarrollo de raíces de la planta, mejorar la aireación, y para el manejo del agua y los fertilizantes

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO T 88: *Standard Method of Test for Particle Size Analysis of Soils*, Inst. AASHTO, USA, 2004.

AGRATRONIX: *Operators Manual Soil Compaction Tester*, [en línea], Inst. AgraTronix, 10375 State Route 43 Streetsboro, OH 44241, USA, 32 p., 2004, Disponible en: <http://www.agratronix.com>, [Consulta: 10 de octubre de 2017].

ASTM, D.: *Standard test method for particle-size analysis of soils*, Inst. 3.2 Lab. Engineer: Marushka Naftaliev Chief Eng.: Gady Liskevich Date: 23.01.06 REPORT ..., 2007.

CASACA, A.: *El cultivo de sandía 17. Guías tecnológicas de frutas y vegetales*, [en línea], Ecuador, diciembre de 2005, Disponible en: <http://www.dicta.hn/files/Sandia-2005.pdf>, [Consulta: 10 de octubre de 2017].

CEVALLOS, R.; SHKILIOVA, L.: “Desarrollo del programa “Mecanización agrícola comunitaria” en la provincia de Manabí, República de Ecuador”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 6(2): 45-50, 2016, ISSN: 2306-1545, E-ISSN: 2227-8761.

CHEDRÉ, J.; GONZÁLEZ, F.; LÓPEZ, O.; NAVARRO, I.; SUÁREZ, J.: *Evaluación del Motocultivador KUBOTA con su familia de implementos*, [en línea], Inst. Ministerio de la Agricultura, Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria (IIMA), La Habana, Cuba, 2005, Disponible en: <http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/5359/Motocultivador%20KUBOTA.pdf>, [Consulta: 10 de octubre de 2017].

- CHEW, A.; JONES, D.; LEIGH, A.; GUGERTY, M.: *Chinese Agricultural Machinery for SSA*, Inst. EPAR Brief No. 218, China, 2013.
- DE LAS CUEVAS, H.R.; GÓMEZ, R.I.; DÍAZ, A.M.; FERNÁNDEZ DE CASTRO; PANEQUE, R.P.: “Sistema automatizado para la determinación de las condiciones de ensayo en los conjuntos agrícolas”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(2): 61-67, 2015, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.
- DELGADILLO, L.; ALCALÁ, J.: *Manual de procedimientos Analíticos, Laboratorio de Física de Suelos*, [en línea], Inst. Universidad autónoma de México, México, D.F., 2010, Disponible en: <http://www.geologia.unam.mx/igl/deptos/edafo/lfs/MANUALDELABORATORIODEFISICAD ESUELOS1.pdf>, [Consulta: 10 de octubre de 2017].
- ESPAC: *Módulo de Tecnificación agropecuaria*, [en línea], Inst. Gobierno de Ecuador en Cifras, Ecuador, 2017, Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Informacion_ambiental_en_la_agricultura/2017/DOC_TEC_AGRO.pdf, [Consulta: 10 de diciembre de 2017].
- GAD, M.C.: *Actualización del Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Jipijapa*, Inst. Gobierno de Jipijapa, Jipijapa, Manabí, Ecuador, 2015.
- GARCÉS, E.: *Análisis de la producción y comercialización de sandía y su impacto en el desarrollo socioeconómico en el cantón Jipijapa en los periodos 2015 al 2017*, Inst. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), Manta, Manabí, Ecuador, 2018.
- HUMPHREY, C.L.: *Manual de manejo agronómico para cultivo de sandía Citrullus lanatus*, Ed. Patricio Abarca R., INIA Rayentué. Boletín INIA N° 02, Santiago de Chile, Chile, 2017.
- IGLESIAS, C.C.: *Indicaciones metodológicas para la realización de las actividades prácticas de laboratorio del curso “Prueba y evaluación de maquinaria agrícola”*, Inst. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Texcoco, México, 2002.
- INEC: *III Censo Nacional Agropecuario. República del Ecuador*, [en línea], Inst. Gobierno de Ecuador en Cifras, Ecuador, 2000, Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/CNA/Tomo_CNA.pdf, [Consulta: 10 de octubre de 2017].
- INFOAGRO: *Sandía*, [en línea], Inst. InfoAgro, Ecuador, 2000, Disponible en: http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/sandia3.htm, [Consulta: 10 de octubre de 2017].
- INIFAP: *Sandía*, [en línea], Inst. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), México, 2000, Disponible en: <http://www.cesix.inifap.gob.mx/guias/SANDIA.pdf>, [Consulta: 10 de octubre de 2017].
- KEBEDE, L.; GETNET, B.: “Performance of single axle tractors in the semi-arid central part of Ethiopia”, *Ethiopian Journal of Agricultural Sciences*, 27(1): 37-53, 2016, ISSN: 2415-2382.
- LIZCANO, R.: *Muestreo de suelos, técnicas de laboratorio e interpretación de análisis de suelos*, Ed. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Ecuador, 2017, ISBN: 978-958-15-0273-8.
- MAGAP: *Contratación de mantenimiento preventivo y puesta en marcha de 74 motocultores marca YTO, a través del procedimiento de menor cuantía bienes y servicios*, Inst. MAGAP, Quito, Ecuador, 2014.
- MÁRQUEZ, L.: “La mecanización agrícola en pequeñas propiedades rurales”, En: *Márquez L.: La mecanización agrícola IX Congreso Latinoamericano y del Caribe en Ingeniería Agrícola*, Brasil, 2010.
- MARTÍNEZ, R.L.E.: *Suelo y preparación del terreno. Capítulo del Conjunto Tecnológico para la Producción de Sandía*, no. Publicación 159, Inst. Estación Experimental Agrícola de

- la Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico, 2015.
- MASABNI, J.; LILLARD, P.: *Melons*, [en línea], Inst. Texas A&M AgriLife Extension Service, Texas, USA, 2013, Disponible en: <https://aggie-horticulture.tamu.edu/vegetable/files/2013/09/EHT-034S-melons.pdf> , [Consulta: 10 de octubre de 2017].
- NC 34-37: 03: *Máquinas Agrícolas y Forestales. Metodología para la evaluación tecnológico-explotativa*, [en línea], Inst. Oficina Nacional de Normalización (NC), La Habana, Cuba, 2003, Disponible en: <http://www.nc.cubaindustria.cu> , [Consulta: 10 de octubre de 2017].
- QUIMÍS, C.: *Producción ecológica y comercialización de sandía y cebolla en Canta Gallo del cantón Jipijapa*, Inst. Fundación de Ayuda Social Ecuador Solidario “Fundases”, Jipijapa, Manabí, Ecuador, 2007.
- SAFAR, S.; GONZÁLEZ, H.; CAPPELLI, N.L.: “Efecto de los arados rotativos sobre algunas propiedades físicas de un suelo franco arcilloso”, *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 6(1): 32-44, 2011, ISSN: 1900-9607.
- SOSA, D.: *Técnicas de toma y remisión de muestras de suelos*, [en línea], Inst. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina, 2012, Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-tnicas_de_toma_y_remisin_de_muestras_de_suelos.pdf , [Consulta: 10 de octubre de 2017].
- SSDS: *Soil survey manual. Handbook No.18*, Ed. USDA, Soil Survey Division Staff ed., Washington D. C., USA, 191 p., 1993.
- Byron Leonardo Quimis-Guerrido, Maestrante del programa de Maestría en Agronomía, mención Mecanización Agrícola, Instituto de Postgrado, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador, e-mail: byronleonardoqg@hotmail.com
- Liudmyla Shkiliova, Docente de la Universidad Técnica de Manabí, Instituto de Postgrado, Facultad de Ingeniería Agrícola, Ecuador, e-mail: lshkiliova@utm.edu.ec; liudmilashkiliova14@gmail.com
- Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.
- Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)
- La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.