

## ENERGÍA Y POTENCIA HUMANA DESARROLLADA DURANTE UNA ACTIVIDAD AGRÍCOLA

Carlos Gómez-García\*<sup>1</sup> y Andrés Herrera-Vázquez<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> *Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México*

\*[carlosgg@unam.mx](mailto:carlosgg@unam.mx)

### Resumen

Se investigó la cantidad de potencia y energía que las personas ejecutan en una de las tantas actividades agrícolas que se requieren en la producción, para ello, se realizaron pruebas de energía y potencia desarrollada por un grupo de jóvenes estudiantes de Ingeniería Agrícola al realizar una operación de aspersión, en un campo previamente labrado para la siembra de maíz de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. El procedimiento consistió en medir la carga promedio en kilogramos que cada participante llevó sobre sus hombros y también se determinó la velocidad de avance promedio alcanzada por participante. Con estas dos variables se determinó la potencia humana alcanzada de 0.298 HP la cual fue un tanto superior a la potencia humana promedio reportada por la FAO que presenta valores de 7.5 kg m seg<sup>-1</sup> (0.1 HP), en el caso de los hombres de complexión media de 75 kg de peso. Esto se explica por el corto tiempo en que se desarrollaron dichas pruebas, sin haber manifestado cansancio en los participantes, en contraste con las largas jornadas normales agotadoras que los trabajadores agrícolas realizan durante 6 horas o más de trabajo continuo.

**Palabras clave:** fuerza, rapidez, trabajo.

### Introducción

Si se parte de la premisa que sin energía no hay movimiento y sin movimiento no hay trabajo, entonces no habría producción. La principal fuente de energía en nuestro planeta tierra proviene del sol y es una fuente externa de energía, también existe energía interna dentro del núcleo de la tierra, el petróleo es otra fuente de energía

que existe en algunos países del mundo de forma natural donde México ha sido afortunado en este aspecto. A la tierra llegan 4,500 veces la energía que se consume mundialmente. Las actividades agrícolas se ejecutan con grandes cantidades de energía, sin embargo; gran parte de esa energía proviene de los combustibles fósiles como el diesel y la gasolina que mueven las grandes máquinas para llevar a cabo la labranza del suelo, la siembra, la cosecha, por mencionar solo algunas actividades. Entre mayor es la superficie agrícola y más pesada es la operación y la demanda de energía también es grande, pero gracias a que se dispone de varias fuentes de energía, es posible producir alimentos a gran escala, sin embargo, el hombre siempre contribuye aportando energía humana para controlar esas enormes máquinas agrícolas de gran potencia y solo emplea una pequeña fracción de energía humana con un mínimo de esfuerzo logrando que las actividades del campo sean más amigables y menos fatigosas. Pero ¿Cuánta potencia y energía gasta el hombre? Este trabajo tiene la finalidad de responder a este cuestionamiento, al desarrollar algunos ensayos para determinar la potencia y energía consumida durante una de tantas actividades que se llevan a cabo en la agricultura: la aspersión de productos agroquímicos.

Algunas actividades que se desarrollan en campos pequeños son llevadas a cabo por los agricultores mismos (Hopfen, 1970), donde el uso de la maquinaria pesada no es costoso, con ello se trata de reducir costos de producción, tal es el caso de una operación de aspersión para aplicar agroquímicos diluidos en agua, ya sea para controlar malezas, control de plagas y enfermedades en los cultivos, que fue el objetivo de este trabajo, el determinar la potencia (Hunt, 1987) y la energía que se externa por el hombre en una operación como la aspersión.

Para esta actividad se utilizó una aspersora de acción manual de mochila, muy común en los campos de cultivo en México. La carga consistió en el peso con el líquido contenido en la aspersora, mientras que la velocidad de avance se midió en metros/segundo, que cada participante alcanzó, esto permitió calcular la potencia (Goe *et al.*, 1980) que se define como la cantidad de energía que fluye en un segundo o también se conceptualiza como la cantidad de trabajo que se ejecuta en un segundo

(Rodríguez, 2024). Con esto se pudo conocer cuánta potencia y energía se desarrolló incluyendo hombres y mujeres participantes en estas pruebas. La energía se transformó en J (Joule) que equivale a 1 Newton-metro, mientras que la potencia se calculó en Newton-metro segundo<sup>-1</sup>, que equivale a 1 W y se interpreta como la rapidez con que fluye la energía. Estas dos unidades se midieron en campo durante una actividad agrícola que fue la aspersión. La FAO ha reportado que, en una operación normal de trabajo realizado por un hombre de porte medio, es de alrededor de 0.1 CV (Hopfen, 1970), lo cual fue contrastado por los resultados obtenidos en este trabajo que en promedio superó este valor reportado, dado el corto tiempo que cada participante empleó en los ensayos.

### Objetivo

Encontrar la potencia y energía que desarrollan hombres y mujeres, en un periodo corto de tiempo durante una operación de aspersión, en un campo de la FES Cuautitlán.

### Materiales y métodos

#### *Materiales*

Los utilizados fueron los siguientes:

Un dinamómetro de 200 kgf.

Una aspersora manual de mochila de acción manual, en funcionamiento.

Un longímetro de 50 m.

Un cronómetro con escala en  $\mu$  seg.

Agua suficiente de relleno, 300 L.

Dos estacas y un martillo.

#### *Procedimiento*

#### *Cálculo de potencia*

El método utilizado consistió en medir las variables que se requieren para calcular la potencia y energía (Goe *et al.*, 1980):

$$P = \frac{F.V}{76} \quad (1)$$

Donde: P es la potencia desarrollada, HP.

F es la fuerza o carga promedio de la aspersora con líquido, kg.

V es la velocidad de avance, m seg<sup>-1</sup>.

La velocidad de avance se midió una distancia de 50 m colocando una estaca en los extremos donde cada participante recorrió aplicando líquido asperjado y se dividió entre el tiempo de recorrido, en segundos.

Se adaptó también la siguiente ecuación para calcular la potencia en W:

$$P = 9.81 * F * V \quad (2)$$

*Cálculo de la energía*

La energía gastada se calculó con la siguiente ecuación 3.

$$E = 9.81 * F * V * t \quad (3)$$

Donde: E es la energía gastada durante los recorridos, J.

t = tiempo de duración del recorrido, seg.

También se adaptó la siguiente ecuación para calcular la energía gastada en calorías:

$$E = F * V * \frac{t}{0.427} \quad (4)$$

## Resultados

Los registros de carga y de velocidad de avance se realizaron en campo de producción real, en terreno labrado tal y como se presenta en la realidad y como se observa en la imagen de la Figura 1. Para calcular la potencia tanto en HP (caballos de fuerza) como en W (Watts), se utilizaron las ecuaciones 1 y 2 propuestas y adaptadas para este trabajo respectivamente, presentadas en la metodología, mientras que la energía en sus dos versiones en Joules y en Calorías las ecuaciones 3 y 4 respectivamente.

Los resultados corresponden a participantes estudiantes no adaptados al trabajo duro, sin embargo, cada uno de ellos expresaron su máxima capacidad de trabajo por un periodo de tiempo corto, que difícilmente podrían mantener a lo largo de una jornada real que por lo general dura de 6 a 8 horas de trabajo diario.



**Figura 1. A) Registro de la carga de una aspersora con líquido en kg; b) Operación de aspersión en campo labrado (fotografías propias).**

Los tiempos que se presenta en la Tabla 1 y 2, corresponden al promedio de cada registro que cada participante consumió durante los ensayos. De esta manera se obtuvo la velocidad al recorrer la distancia de 50 m que se marcaron en el campo de prueba.

**Tabla 1. Potencia humana desarrollada en un periodo de tiempo corto (Elaboración propia).**

Ensayo	Tiempo (seg)	Velocidad (m seg <sup>-1</sup> )	Carga (kg)	Potencia (HP)	Potencia (W)
1	46.0	1.09	20.50	0.294	219
2	40.0	1.25	19.50	0.321	239
3	48.5	1.03	20.25	0.274	205
4	44.0	1.14	21.50	0.322	240
5	45.0	1.11	21.75	0.318	237
6	53.5	0.93	19.50	0.239	177
7	43.5	1.15	19.50	0.295	220
8	56.0	0.89	21.00	0.247	183
9	40.0	1.25	21.00	0.346	257
10	38.5	1.30	21.25	0.363	271
11	41.5	1.20	22.00	0.347	259
12	40.0	1.25	20.25	0.333	248
13	42.5	1.18	21.50	0.333	249
14	63.0	0.79	16.00	0.166	124
15	38.0	1.32	16.00	0.278	207
Promedio	45.33	1.12	20.10	0.298	222

**Tabla 2. Energía gastada en una operación de aspersión por un periodo de tiempo corto (Elaboración propia).**

No. de Ensayo	Velocidad (m seg <sup>-1</sup> )	Carga (kg)	tiempo (seg)	Energía (J)	Energía (Cal)
1	1.09	20.50	46.00	10083	2407
2	1.25	19.50	40.00	9565	2283
3	1.03	20.25	48.50	9924	2369
4	1.14	21.50	44.00	10579	2525
5	1.11	21.75	45.00	10654	2544
6	0.93	19.50	53.50	9516	2272
7	1.15	19.50	43.50	9565	2284
8	0.89	21.00	56.00	10261	2451
9	1.25	21.00	40.00	10300	2459
10	1.3	21.25	38.50	10428	2490
11	1.2	22.00	41.50	10742	2565
12	1.25	20.25	40.00	9928	2371
13	1.18	21.50	42.50	10575	2525
14	0.79	16.00	63.00	7809	1864
15	1.32	16.00	38.00	7868	1879
Promedio	1.12	20.10	45.33	9853	2352

## Discusión

El esfuerzo que cada participante desarrolló en campo se relaciona directamente con el tamaño de las personas y la edad principalmente, no se observaron diferencias entre la potencia que los varones alcanzaron contra la potencia desarrollada por las participantes mujeres. En este caso, la edad de los participantes fluctuó entre los 22 a 24 años; debido a que los ensayos se realizaron en un periodo de tiempo promedio, muy corto de 1.5 minutos, los resultados de potencia fueron también altos, en promedio de 222 W comparado con los 73 W de potencia que reporta la FAO, es decir, los estudiantes desarrollaron 3 veces más potencia. De la misma manera la energía gastada en promedio fue de 2,352 Cal, sin duda alguna, que si se aumenta la duración de la jornada en tiempo de trabajo por 6 horas que corresponde a una jornada real de trabajo efectivo, entonces se espera que la potencia baje significativamente y sea equivalente a lo reportado por la FAO de 0.1CV (73 W). Esto tiene sentido debido a que la fatiga causa una disminución en la velocidad de trabajo y con ello un efecto directo en el rendimiento de los trabajadores agrícolas. Los trabajos pesados se llevan a cabo a velocidades moderadas y cargas ligeras para

poder mantener un ritmo continuo durante una jornada de trabajo real de 6 a 8 horas. Las inclemencias del tiempo como la insolación hacen que los trabajadores mermen su rendimiento y en consecuencia la potencia también merma. Los resultados solo consideran la potencia y la energía para llevar a cabo una actividad como lo fue la aspersión, no se incluye la potencia para mover el propio peso de las personas, tampoco la energía consumida para las funciones biológicas del hombre.

### **Conclusión**

Hasta hoy en día, la potencia humana siempre estará presente en diferentes actividades agrícolas, potencia que se consume para realizar diversas operaciones relativas a producir la gran variedad y cantidad de alimentos tanto en México como en el mundo entero, a pesar del uso de grandes máquinas que proporcionan hasta el 99% del total de la potencia y energía que se consume en la agricultura comercial.

### **Agradecimientos**

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán en cuyo campo se realizaron las pruebas. A los estudiantes de la asignatura de Mecanización Agrícola que participaron en este ensayo y a la DGAPA por los apoyos en proyectos que permitieron adquirir los equipos necesarios para llevar a cabo este trabajo.

### **Referencias**

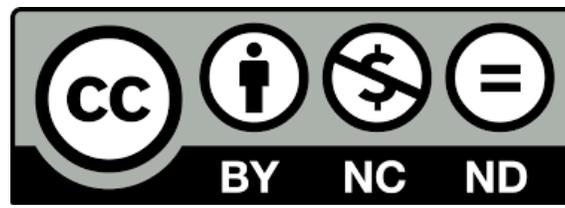
- Hopfen, H.J. (1970) *Aperos de labranza para las regiones áridas y tropicales*. FAO, Roma, Italia.
- Hunt, D. (1987) *Maquinaria agrícola, rendimiento económico, costos, operaciones, potencia y selección de equipo*. Ediciones Ciencia y Técnica.
- Goe, R.M. (1980), *Animal traction, guidelines for utilization*. Cornell International Agriculture Mimeo, Cornell University, Ithaca, New York.
- Rodríguez, M.J. (2024). *Concepto de energía*. Ed. Ateneo Científico y Literario de Madrid. Recuperado de:  
[https://www.google.com.mx/books/edition/Concepto\\_de\\_energ%C3%ADa/pOolswEACAAJ?hl=es](https://www.google.com.mx/books/edition/Concepto_de_energ%C3%ADa/pOolswEACAAJ?hl=es).



**D. R. © UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.**

Excepto donde se indique lo contrario esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución No comercial, No derivada, 4.0 Internacional (CC BY NC ND 4.0 INTERNACIONAL). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

Fecha de asignación de la licencia 2024-10-28, para un uso diferente consultar al responsable jurídico del repositorio por medio del correo electrónico [unidadjuridicafesc@cuautitlan.unam.mx](mailto:unidadjuridicafesc@cuautitlan.unam.mx)



#### **ENTIDAD EDITORA**

**Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.**

**Av. Universidad 3000, Universidad Nacional Autónoma de México, C.U., Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México.**

#### **FORMA SUGERIDA DE CITAR:**

Gómez-García, C., y Herrera-Vázquez, A. (2024). **ENERGÍA Y POTENCIA HUMANA DESARROLLADA DURANTE UNA ACTIVIDAD AGRÍCOLA.** MEMORIAS DEL CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA (CONATEC), Año 7, No. 7, septiembre 2024 - agosto 2025. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM.

[https://tecnicosacademicos.cuautitlan.unam.mx/CongresoTA/memorias2024/Mem2024\\_Paper06.html](https://tecnicosacademicos.cuautitlan.unam.mx/CongresoTA/memorias2024/Mem2024_Paper06.html)