

Capítulo 9.

Manejo del recurso hídrico para el cultivo de yuca industrial

Luis Giovanni Mauricio Montejo Núñez,
Ricardo Enrique Támara Morelos y Leonardo Andrés
López Rebolledo

Requerimientos hídricos

La yuca en Colombia es uno de los cultivos que aún se continúa sembrando sin establecer un sistema de riego, por lo que suele sembrarse en la época de lluvias; al ser un cultivo altamente tolerante a la sequía debido a sus mecanismos fisiológicos de adaptación, logra desarrollarse bajo estas condiciones. Sin embargo, las condiciones climáticas son cada día más desafiantes y difíciles de predecir, por lo cual el sistema de riego se convierte en una herramienta útil y necesaria para mejorar los rendimientos y disminuir las pérdidas en los proyectos agrícolas.

El requerimiento promedio de agua para el cultivo de yuca es de 1.400 mm durante el ciclo del cultivo, siendo la etapa más crítica el primer mes de establecimiento del cultivo. Se han encontrado relaciones directamente proporcionales entre la disponibilidad de agua y el rendimiento, el contenido de almidón y la altura de la planta (Fernández & Cerrato, 2017).

Los estudios sobre requerimientos hídricos en yuca son escasos, pero algunas experiencias refieren que durante el primer mes de establecimiento se requiere un riego permanente; del segundo al cuarto mes se requiere un riego constante, y a partir del quinto mes se requieren riegos puntuales, dependiendo de la variedad y la suma de las variables edafoclimáticas (Ospina & Ceballos, 2002).

En la tabla 9.1 se muestra una distribución promedio de riego durante el ciclo de cultivo, sugerida para yuca de consumo fresco, en porcentaje y en lámina por aplicar para alcanzar los 1.400 mm.

Tabla 9.1. Distribución sugerida de la lámina de agua para un ciclo de cultivo

Mes	Porcentaje de aplicación	Lámina por aplicar para 1.400 mm (mm)
1	25	350
2	20	280
3	20	280
4	15	210
5	10	140
6	5	70
7	5	70

Fuente: Elaboración propia

En Colombia, la yuca es un cultivo que contribuye a la seguridad alimentaria y que cuenta con un consumo per cápita de 38 kg/persona, con un rendimiento promedio de 13 t/ha y un área entre 200.000 y 250.000 ha/año, de las cuales un 90 % no tiene riego (Cadavid, 1988). Así, se tiene la expectativa de que, con un uso eficiente del riego, las variedades comerciales logren expresar al máximo su potencial y se logre incrementar los rendimientos a 20-25 t/ha en yuca de consumo fresco (Cadavid, 2011).

Los sistemas de riego para el cultivo de la yuca van desde el más antiguo y poco eficiente en cuanto al uso del recurso, que es la inundación por surcos; pasando por los de aspersión, como el cañón o los aspersores, que son denominados riegos de alta presión; hasta los de precisión, como los sistemas de goteo, que buscan optimizar el uso del recurso agua y son denominados de baja presión. A continuación,

se presentan algunos modelos que se pueden utilizar en el cultivo de yuca, con sus costos de implementación, con los mínimos requerimientos para una hectárea (suponiendo un área regular), ajustados a junio de 2023.

Sistemas de riego aptos para el cultivo de yuca

En la figura 9.1 se muestra un esquema general de los distintos sistemas de riego que existen. Hay dos grandes métodos o sistemas de riego: por gravedad (o superficiales) y presurizados (o a presión). Estos dos grandes sistemas de riego constan de subsistemas con los cuales se puede aplicar el agua. Por ejemplo, dentro del sistema de riego por gravedad, o superficial, se encuentran los subsistemas de riego por surco y los de melgas; dentro del sistema de riego presurizado está el subsistema de aspersión, que tiene varias modalidades dependiendo de la presión de funcionamiento, y está el de goteo.

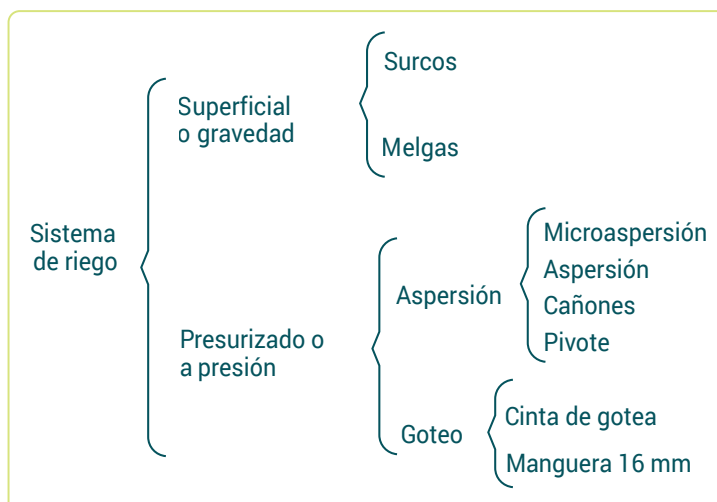


Figura 9.1. Sistemas de riego usados en agricultura.

Fuente: Elaboración propia

Sistema de riego por surcos

Es el sistema más antiguo y de menor eficiencia en el uso del agua. Consiste en inundar las calles o surcos permitiendo que el agua avance por gravedad desde la cabecera hasta el pie de la calle. Requiere de una fuente de agua continua y constante, con valores de caudal de 3 a 10 L/s o superiores, dependiendo del área por inundar. Es un sistema poco eficiente en el manejo del recurso hídrico, pues requiere trabajos de nivelación y, la mayoría de las veces, un aporque de las plantas; además, presenta lavado de nutrientes y genera bastante proliferación de enfermedades y malezas en el cultivo. Su eficiencia es del 50 %-60 %.

Sistema de riego por cañón

Es uno de los más utilizados en Colombia. Existen diversos tipos de cañones, que se clasifican según su radio de aspersión (varían de 16 a 36 m), su descarga de aplicación (de 40 a 200 L/min) y el área de cubrimiento (de 600 a 3.000 m²). Requieren de una motobomba diésel de alta potencia (10-22 hp) para impulsar el agua a alta presión; los consumos de agua son elevados, y requieren de un reservorio o tanque de almacenamiento y de una fuente continua de agua, de 1-2 L/s, dependiendo del área por regar y el tiempo de riego. Este sistema puede ser móvil, es decir, se puede trasladar dentro del lote. La presión de trabajo promedio para este sistema es de 2 a 8 bares, aproximadamente, con una eficiencia del 75% (figura 9.2).

En general, los mayores costos están representados por la motobomba, las mangueras y el cañón (tabla 9.2).

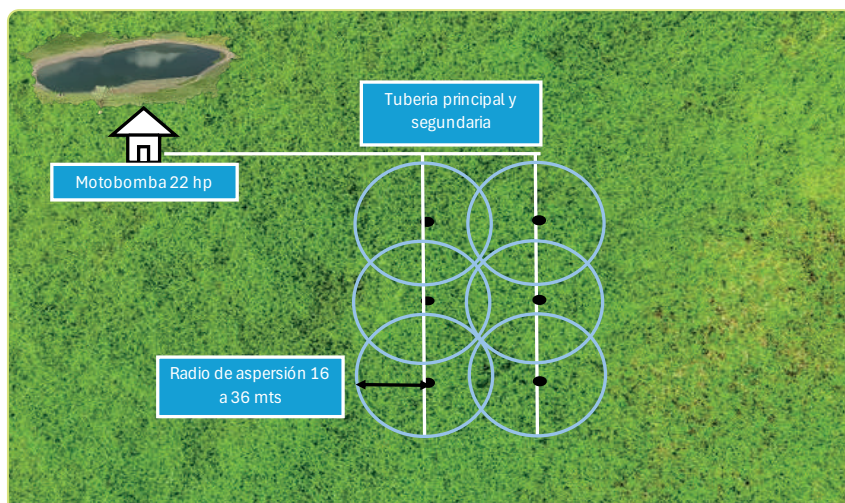


Figura 9.2. Sistema de riego por cañón para 1 ha.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.2. Materiales requeridos para un sistema de riego por cañón

Artículo	Cantidad
Manguera de 2" × 100 m	2
Manguera de polietileno de 3" × 50 m	2
T de polietileno de 3", con reducción a 2"	2
Registro roscado de 2"	2
Acople macho roscado con manguera de 3"	2
Tapón roscado de polietileno de 3"	2
Acople macho roscado de polietileno de 2"	9
Tapón roscado de manguera de 2"	2
Abrazadera reforzada de acero inoxidable de 3"	8
Abrazadera reforzada de acero inoxidable de 2"	10
Unión de polietileno de 3"	2
Unión de polietileno de 2"	4

Tanque de geomembrana de 10.000 L	1
Jornales para el montaje del sistema de riego	6
Adaptador macho de 2" de PVC	20
Adaptador hembra de 2" de PVC	10
TPVC de 2" con salida a 1,5"	8
Pegante de PVC de 1/4	1
Inserto de 1,5" para manguera en PVC	12
Cañón circular sectorial de 1,5"	6
Acople rápido de aluminio hembra y macho de 3"	1
Filtro de anillos de 3"	1
Accesorios externos de la motobomba	1
Motobomba diésel de 16 hp	1

Fuente: Elaboración propia

Sistema de riego por aspersores convencionales o tipo sombrilla

En el mercado existe una variedad de implementos con diferentes formas y tamaños para estos sistemas. Los más utilizados son los de entrada de $\frac{3}{4}$ y dos salidas, con un radio de mojado de 13 a 15 m metros, y los de entrada de $\frac{1}{2}$, con un radio de mojado de 10 a 12 m. En un lote se pueden hacer arreglos de líneas según la capacidad de la motobomba (5-10 hp) y la capacidad del reservorio; para su funcionamiento se requiere de una fuente de agua, y su capacidad depende del área por sembrar, con un caudal continuo de 1-2 L/min. Este sistema se puede dejar fijo o móvil, para abaratar los costos. El caudal de aplicación de cada aspersor varía de 20 a 30 L/min, dependiendo de la marca y modelo. La presión de trabajo promedio es de 55 psi, con una eficiencia del 80 % (figura 9.3).

En este sistema, los mayores costos se generan por la motobomba, el tanque de geomembrana y las mangueras (tabla 9.3).

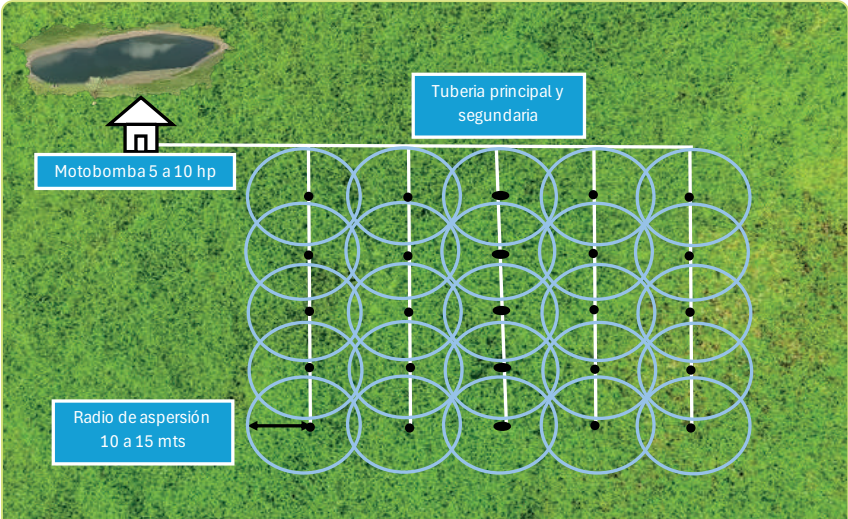


Figura 9.3. Sistema de riego por aspersores para 1 ha.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.3. Materiales requeridos para un sistema de riego por aspersión

Artículo	Cantidad
Manguera de 1,5" × 100 m	6
Manguera de polietileno de 3" × 50 m	2
T de polietileno de 3", con reducción a 1,5"	6
Registro roscado de 1,5"	6
Acople macho roscado con manguera de 3"	4
Tapón roscado de polietileno de 3"	2
Acople macho roscado de polietileno de 1,5"	14
Tapón roscado de manguera de 1,5"	8
Abrazadera reforzada de acero inoxidable de 3"	18
Abrazadera reforzada de acero inoxidable de 1,5"	45
Unión de polietileno de 3"	3

Unión de polietileno de 1,5"	7
Tanque de geomembrana de 10.000 L	1
Jornales para el montaje del sistema de riego	6
Adaptador macho de 3/4" de pvc	14
Adaptador hembra de 3/4" de pvc	14
T de pvc de 1,5"	14
Reducción de 1,5 a 3/4" pvc	14
Inserto de 1,5" para manguera en pvc	28
Aspersores tipo sombrilla de 3/4"	14
Acople rápido de aluminio hembra y macho 3"	1
Filtro de anillos de 3"	1
Accesorios externos de la motobomba	1
Motobomba diésel de 10 hp	1

Fuente: Elaboración propia

Sistema de riego con cinta lluvia

Es considerado un sistema de riego por aspersión. En este caso, por lo general se hacen arreglos cada 10 m, pero cada fabricante tiene sus propias especificaciones según el diámetro de la cinta, el rango de aspersión y la trayectoria. Tiene como ventajas que presenta una alta resistencia, es fácil de instalar, el taponamiento por suciedad es mínimo, cuenta con filtro uv (para una mayor durabilidad bajo la intemperie) y el riego es uniforme. Para su correcto funcionamiento, se necesita una presión mínima de 10 psi y una máxima de 30 psi, la cual es bastante baja con respecto a los sistemas por aspersión. El caudal promedio es de 68,3 L/min, con una eficiencia del 85 % (figura 9.4).

Los mayores costos de este sistema están representados por la motobomba, el tanque de geomembrana, las mangueras y la cinta lluvia (tabla 9.4).

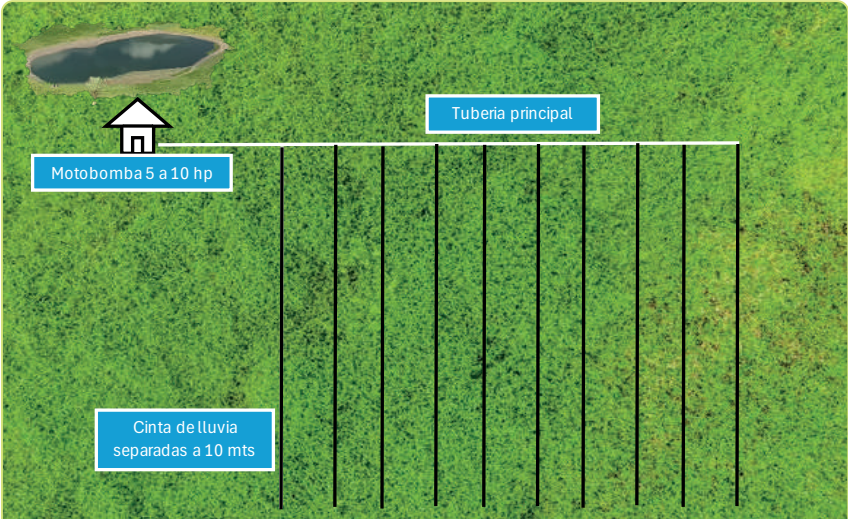


Figura 9.4. Sistema de riego con cinta lluvia para 1 ha.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.4. Materiales requeridos para un sistema de riego con cinta lluvia

Artículo	Cantidad
Cinta lluvia × 100 m × 1,5"	10
Manguera de polietileno de 3" × 50 m	2
Manguera de polietileno de 2" × 100 m	1
T de polietileno de 3" con reducción a 2"	2
T. de polietileno de 2"	2
Registro roscado de 2" de pvc	2
Acople macho roscado con manguera de 2"	8
T de polietileno de 2" con reducción a 1,5"	10
Acople macho roscado de manguera de 3"	4
Tapón roscado de polietileno de 3"	2
Tapón roscado de polietileno de 2"	4

Acople macho roscado de polietileno de 1,5"	10
Tapón roscado de manguera de 1,5"	10
Abrazadera reforzada de acero inoxidable de 3"	7
Abrazadera reforzada de acero inoxidable de 2"	20
Abrazadera reforzada de acero inoxidable de 1,5"	25
Unión de polietileno de 3"	4
Unión de polietileno de 2"	7
Tanque de geomembrana de 10.000 L	1
Jornales para el montaje del sistema de riego	6
Filtro de anillos de 3"	1
Acople rápido hembra y macho de 3" de aluminio	1
Accesorios externos de la motobomba	1
Motobomba diésel de 10 hp	1

Fuente: Elaboración propia

Sistema de riego con cinta de goteo

Lo ideal es planificar el lote y ubicar sobre cada caballón una línea de cinta por goteo; para ello, se pueden utilizar cintas con un distanciamiento entre goteros de 30-60 cm. Este sistema requiere de una red principal, un reservorio, un sistema de filtros, una motobomba y una fuente de agua con un caudal continuo de 0,5 L/s, dependiendo del área que se va a sembrar. Es un sistema fijo, y el caudal de cada gotero varía entre 0,6 y 1,2 L/min, dependiendo del tipo de cinta. La presión de trabajo es de 25 psi en promedio, y la eficiencia es del 85 %. Las principales ventajas de este sistema son que el consumo de agua es muy bajo, está dirigido a la planta objetivo, se puede utilizar cobertura de *mulch* plástico para el control de malezas y se puede fertilizar a través del mismo sistema de riego (figura 9.5).

Este sistema presenta sus mayores costos en la motobomba, el tanque de geomembrana y la cinta de goteo (tabla 9.5).

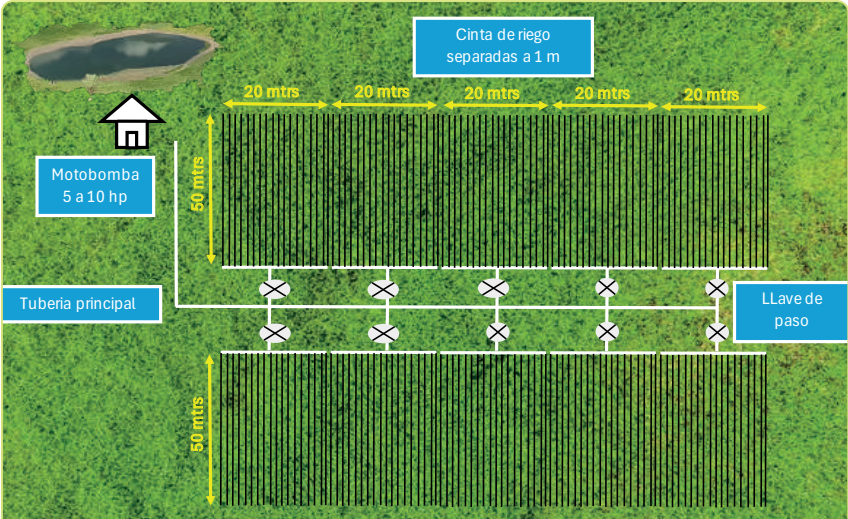


Figura 9.5. Sistema de riego con cinta de goteo para 1 ha.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.5. Materiales requeridos para un sistema de riego con cinta de goteo

Artículo	Cantidad
Cinta de goteo rollo calibre 8.000 con espaciamiento cada 50 cm, de 16 mm × 2.700 m	5
Manguera de polietileno de 3" × 50 m	2
Manguera de polietileno de 2" × 100 m	1
T de polietileno de 3", con reducción a 2"	11
T de polietileno de 2"	11
Registro roscado de 2"	11
Acople macho roscado con manguera de 2"	32
Unión espigo de polietileno de 16 mm	220
Acople macho roscado con manguera de 3"	4
Tapón roscado de polietileno de 3"	2
Tapón roscado de polietileno de 2"	25

Silleta de 16 mm	220
Rollo de manguera de 16 mm × 100 m	2
Abrazadera reforzada de acero inoxidable de 3"	20
Abrazadera reforzada de acero inoxidable de 2"	104
Conector de cinta manguera de 16 mm	220
Unión de polietileno de 3"	3
Unión de polietileno de 2"	24
Tanque de geomembrana de 10.000 L	1
Jornales para el montaje del sistema de riego	6
Motobomba diésel de 10 hp	1
Acople rápido de aluminio hembra y macho de 3"	1
Accesorios externos de la motobomba	1
Filtro de anillos de 3"	1
Unión cinta a cinta de 16 mm	100

Fuente: Elaboración propia

Sistema de riego con manguera de 16 mm, microtubo y gotero autocompensado

Lo ideal es planificar el lote y colocar sobre cada caballón una línea de manguera de 16 mm; para ello, se pueden utilizar 1 o 2 microtubos por planta. Se puede ubicar el único microtubo, con un caudal promedio de 2 a 5 L/min, o los dos microtubos, cada uno con un gotero autocompensado al final, con un caudal de 2 L/h cada uno. El sistema requiere de una red principal, un reservorio, un sistema de filtros, una motobomba y una fuente de agua con un caudal continuo de 0,5 L/s, dependiendo del área que se va a sembrar. Es un sistema fijo. La presión de trabajo es de 25 psi en promedio, con una eficiencia del 85% con gotero al final y del 80% sin

este. Las principales ventajas de este sistema son que el consumo de agua es muy bajo, está dirigido a la planta objetivo, se puede utilizar cobertura de *mulch* plástico para el control de malezas y se puede fertilizar a través del mismo sistema de riego (figura 9.6).

Este sistema requiere una mayor inversión en mangueras y goteros, además de la motobomba, el tanque de geomembrana y demás accesorios (tabla 9.6).

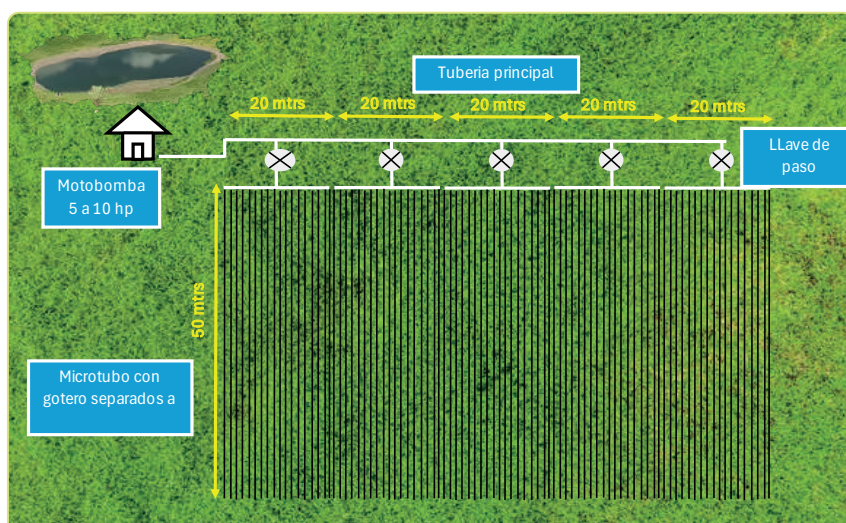


Figura 9.6. Sistema de riego con manguera de 16 mm, microtubo y gotero autocompensado para 1 ha.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.6. Materiales requeridos para un sistema de riego con
manguera de 16 mm, microtubo y gotero autocompensado

Artículo	Cantidad
Gotero autocompensado + microtubo	11.000
Manguera de polietileno de 3" × 50 m	2
Manguera de polietileno de 2" × 100 m	1
T de polietileno de 3", con reducción a 2"	5
T de polietileno de 2"	5
Registro roscado de 2"	5
Acople macho roscado con manguera de 2"	10
Unión espigo de 16 mm de polietileno	100
Acople macho roscado con manguera de 3"	2
Tapón roscado de polietileno de 3"	2
Tapón roscado de polietileno de 2"	10
Silleta de 16 mm	100
Rollo de manguera de 16 mm × 100 m	102
Abrazadera reforzada de acero inoxidable de 3"	10
Abrazadera reforzada de acero inoxidable de 2"	25
Unión de polietileno de 16 mm	100
Unión de polietileno de 3"	3
Unión de polietileno de 2"	24
Tanque de geomembrana de 10.000 L	1
Jornales para el montaje del sistema de riego	6
Motobomba diésel de 10 hp	1
Acople rápido de aluminio hembra y macho 3"	1
Accesorios externos de la motobomba	1
Filtro de anillos de 3"	1

Fuente: Elaboración propia