

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA CEBOLLA, VARIEDAD AMERICANA, CON RIEGO POR GOTEO, EN EL VALLE DE QUIBOR

Effect of plant density on yield of onions, variety americana, with drip irrigation in the Valley of Quibor

Rázuri Ramirez, Luis ¹; Romero C., Edgar ²; Galindo Rodriguez, Alberto ¹; Hernández, José D. ¹; Rosales D., José ¹; Linares D., José ¹

¹CIDIAT-ULA Apartado 219, Mérida, IIAP-ULA, Mérida, ²
razuri@ula.ve - edroca@ula.ve

Resumen

El presente estudio se encuentra enmarcado en el Contrato No 297-2003, propiedad del Sistema Hidráulico Yacambú-Quibor (SHYQ-C.A.) contratado al CIDIAT-ULA. El ensayo se realizó en la Hacienda El Caujaral, Quibor, Estado Lara, Venezuela, en un suelo perteneciente a la serie Quibor, de textura franco arcillo limosa, clasificado como Typic Haplocambids, con una conductividad eléctrica de 6,5 dS/m.

El cultivo de cebolla *Allium cepa* L. se manejó bajo riego por goteo, se utilizó cinta de goteo suministrada por la empresa Agroisleña C.A, de marca Siberline P-1, calibre 15000, con distancia entre goteros de 33 cm, de caudal nominal de 1,4 l h⁻¹, para una presión nominal de 1 bar; la ecuación de descarga $q = 0,412 h^{0,513}$ (PSI; l h⁻¹).

El riego de la cebolla fue programado sobre la base de una frecuencia de riego ajustada al tiempo o a mediciones del contenido de humedad del suelo, supliendo integralmente las necesidades de agua en los diferentes estadios de desarrollo de la planta, considerando además las condiciones particulares de salinidad del área de estudio y su influencia negativa en el cultivo.

El diseño experimental se ejecutó en bloques al azar con un arreglo de tratamiento factorial de cuatro repeticiones, considerando dos factores, densidad de siembra con tres niveles: 430.000; 570.000 y 860.000 plantas ha⁻¹; y fraccionamiento del tiempo de entrega de la lámina de riego con dos niveles, aplicación dos y tres veces al día.

Los análisis estadísticos demostraron, con un 95% de confiabilidad, que no existen diferencias significativas en el rendimiento (producción total) de cebollas obtenido a partir de los seis tratamientos empleados en este diseño; sin embargo, a partir de los análisis sobre el rendimiento, el factor distancia entre plantas sólo afecta el tamaño de la cebolla y no el peso por hectárea y afecta significativamente los caracteres fisiológicos.

Palabras clave: cebolla variedad americana, riego localizado, densidad de siembra, Valle de Quibor.

Abstract

The present study is according to the conditions of contract no 297-2003, property of the Hydraulic System Yacambú-Quibor (SHYQ-C.A), contracted to the CIDIAT-ULA. The study was conducted en la Hacienda El Caujaral, Quibor, Lara State, Venezuela, with a soil belonging to the Quibor series, which had a silty clay loam texture, classified as Typic Haplocambids, with an electrical conductivity of 6.5 dS/m. The crop of onion *Allium* strain L. was managed using drip irrigation. A Siberline P-1 drip-belt was used, caliber 15000, provided by the business Agroisleña C.A, with a distance of 33 cm between the drips, and a nominal flow of 1.41 h⁻¹, giving a nominal pressure of 1 bar (using the discharge equation $q = 0.412 h^{0.513}$ (PSI; 1 h⁻¹)). The irrigation of the onions was programmed upon the basis of an irrigation frequency adjusted according to time, or to measurements of the humidity content of the soil, completely providing the water needs in different states of development of the plant, and also considering the particular conditions of salinity in the area of study and it's negative influence upon the crop. The experimental design was carried out in random blocks with a factorial treatment of 4 repetitions, considering two factors; the crop density, of which there were three levels: 430,000, 570,000 and 860,000 plants per hectare; and the fraction of time applying the flow of irrigation, having two levels; twice a day, or three times a day. The statistical analysis showed, with 95% of confidence, that significant differences do not exist in the yield (total production) of onions obtained through the 6 treatments employed in this design; however, through analysis of the yield it was determined that the distance factor between the plants only affects the size of the onion, and not the weight per hectare, and significantly affects its physiological characteristics.

KEY WORDS: Americana variety onion, localized irrigation, crop density, Quibor Valley

Introducción

El Valle de Quibor de amplia tradición agrícola, y como consecuencia de sus características climatológicas, donde el agua aparece como un recurso precioso y escaso, merece un esfuerzo capaz de minimizar la contaminación generada y mejorar el aprovechamiento de los recursos hídricos para optimizar su rendimiento en los cultivos tradicionales y en la expansión de las nuevas áreas regadas.

El desarrollo de un plan de investigación basado en el conocimiento de las necesidades de los agricultores, constituye un pilar importante para sostener una agricultura moderna. Toda investigación será útil, en tanto el productor se sienta satisfecho con lo que se le ofrece, entonces la misma podrá ser adoptada por los agricultores y permanecerá como alternativa para el sistema productivo.

Las condiciones climáticas del Valle de Quibor han llevado hacia un alto aprovechamiento del recurso agua con fines de riego.

Actualmente, la mayor parte de la superficie es regada con métodos superficiales como el serpentín y el cantero, métodos en los que se producen altas pérdidas por evaporación; sin embargo, es importante resaltar que estudios realizados con anterioridad han detectado una alta eficiencia de riego, del orden del 52% en promedio, en comparación con los parámetros para calificar el riego por gravedad (SHYQ, CA, CIDIAT. 1994).

Evaluación de métodos de riego en el Valle de Quibor), los cuales representan metodologías válidas ajustadas a las condiciones edáficas, topográficas y de cultivo en la zona.

La magnitud de estas pérdidas de agua permite reflexionar sobre la superficie adicional que puede regarse utilizando métodos más eficientes, por lo que es conveniente considerar la introducción en la zona de sistemas más modernos de aplicación de agua adaptables a las condiciones particulares del Valle de Quibor.

Sin lugar a dudas uno de los adelantos más significativos y modernos en la técnica del riego ha sido la aplicación del riego localizado en sus distintas modalidades, entre ellas la cinta de riego por goteo, la cual debido a su bajo costo puede ser introducida en el área como elemento básico corrector del déficit hídrico, y como base para una agricultura sostenible y rentable.

El riego localizado constituye una alternativa válida para esta zona, ya que las condiciones de suelos, topografía y la escasez y valor del agua, lo señalan como un método alternativo de riego, en condiciones de un manejo adecuado.

Además contribuye a la conservación de los recursos naturales al evitar la erosión por arrastre de las partículas de suelo y al aumentar la eficiencia del uso del agua.

En el Valle de Quibor el área de riego se ha mantenido en 3.500 ha, de las cuales aproximadamente 3.000 ha se dedican a hortalizas que es la principal actividad económica y una participación muy pequeña de otros cultivos como caña de azúcar, frutales, pastos y cultivos anuales (SHYQ, CA, 1990). Existe un buen nivel de tecnificación en las actividades agrícolas comerciales desarrolladas en la zona.

En el área las principales hortalizas sembradas son cebolla, tomate y pimentón, también se cultivan otros rubros como maíz para jojoto, cilantro, lechuga, apio española y acelga.

El aporte del Valle de Quibor a la producción nacional demuestra que el mismo sigue siendo un pilar fundamental en la seguridad agroalimentaria del país.

Se destaca principalmente el cultivo de cebolla como el primero en importancia económica.

Materiales y Métodos

El Área Experimental se encontraba ubicada en la Hacienda El Caujaral, en las coordenadas 09° 56'55" latitud norte y 69° 37'00" longitud oeste, Quibor, Estado Lara, Venezuela. Esta parcela fue seleccionada conjuntamente entre el productor y los técnicos debido a la facilidad de acceso, cercanía a la fuente de agua y a lo representativo de la serie de suelo Quibor (31,03 % del total ocupada por los suelos del Valle de Quibor). El terreno tiene una pendiente en el sentido sur-oeste de 0,9 %.

El agua utilizada para el riego de la Parcela Experimental proviene de una laguna de almacenamiento, la cual es alimentada por agua bombeada desde el pozo N° 17 de la hacienda, además de agua rebombada de lagunas sedimentadoras y del agua de lluvia caída en el área.

El análisis de laboratorio del agua del pozo y de la laguna, realizado el 09/03/2004, dio como resultado una clasificación C3-S1, agua de alto riesgo de salinidad y bajo contenido de sodio, según criterio del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA); con valores de pH de 7,13 y 7,58; conductividad eléctrica 0,85 y 0,84 dS/m respectivamente.

El Diseño Experimental fue de bloques al azar con arreglo de tratamiento factorial, en el cual se consideraron los siguientes factores y niveles: Factor I: Densidad de siembra con tres (3) niveles; 430.000 plantas ha⁻¹ (0,15m x 0,10m; 6 hileras por cama); 570.000 plantas ha⁻¹ (0,15m x 0,075m; 6 hileras por cama); 860.000 plantas ha⁻¹ (0,15m x 0,05m; 6 hileras por cama). Factor II: Formas de aplicación del agua de riego en lo referente al tiempo de riego con dos (2) niveles; tiempo total de riego por día en dos partes (aplicación 2 veces al día); tiempo total de riego por día en tres partes (aplicación 3 veces al día). El Área Experimental se dividió en veinticuatro (24) módulos correspondientes a los seis tratamientos y cuatro repeticiones consideradas en el diseño experimental.

El sistema de riego fue suministrado por la empresa Agro isleña C.A, el mismo consistió de un cabezal de riego compuesto por una batería de dos filtros de anillas con retrolavado, marca AZUD Modelo MIX A-25 / M de 130 micrones con un colector de arena y llave de paso rápido y un inyector tipo venturi de ¾". La cinta de goteo suministrada fue de marca Siberline P-1, calibre 15000, con distancia entre goteros de 33 cm, de caudal nominal de 1,4 l h⁻¹, para una presión de 1 bar. El coeficiente de variación, proporcionado por el fabricante, es CV=0,03 y la ecuación de descarga $q = 0,412 h^{0,513}$ (PSI; l h⁻¹).

Con la finalidad de observar el comportamiento de la cinta de goteo suministrada, en las condiciones propias del suelo a instalarse, se probaron distintos espaciamientos entre ellas, del orden de los 60 cm, 45 cm, 35 cm y 30 cm. Estas evaluaciones fueron necesarias para conocer el patrón de humedecimiento del suelo según el espaciamiento entre las cintas, la distancia entre goteros y el caudal del mismo. En cultivos de alta densidad como la cebolla, es necesario que los humedecimientos superficiales y en profundidad deban solaparse lo suficiente para lograr el ambiente adecuado para el trasplante y desarrollo del cultivo, además de que permitan trasladar las sales hacia la periferia.

Las camas de siembra tenían un ancho de 1,40 m entre surcos y requirió, de acuerdo a las pruebas de humedecimiento, la ubicación de 3 cintas espaciadas 30 cm entre ellas, las cuales sólo permiten, en esos suelos, ubicar seis (6) hileras de plantas.

El riego de la cebolla fue programado sobre la base de una frecuencia de riego ajustada a mediciones del contenido de humedad del suelo. La productividad de los cultivos y su calidad puede ser mejorada por la combinación perfecta del balance de la humedad en el suelo, de acuerdo a las necesidades de las plantas, en tal sentido el agua y las pérdidas de los

agroquímicos podrán ser reducidas sustancialmente si se usa el riego de manera eficiente.

En esa programación del riego se utilizó el potencial hídrico del suelo, como un método preciso para el mantenimiento adecuado de la humedad en el suelo, tratando de lograr óptimos rendimientos y calidad de la cebolla, como respuesta a un manejo adecuado de esta humedad, de los umbrales de riego y de las condiciones de salinidad. Además, el uso de medidas de tensión de agua en el suelo para el control de riego tiene como ventaja principal la posibilidad de extrapolar los resultados a suelos semejantes, con pocas modificaciones metodológicas.

La cebolla es un cultivo que responde bien al riego en todo su ciclo vegetativo, presentando estadios de mayor sensibilidad al déficit de humedad. En el período de formación y crecimiento de los bulbos, una baja disponibilidad de agua en el suelo causa una reducción acentuada en la productividad del cultivo (Garrido y Caixeta, 1980).

Algunos trabajos de evaluación del cultivo de la cebolla, para diferentes niveles de humedad han demostrado que los más altos niveles de agua en el suelo, han dado como resultado mayores rendimientos (Silva y Araujo, 1975).

En las fases iniciales del desarrollo de la planta, el crecimiento es lento, el sistema de raíces es débil y situado a poca profundidad. Por eso, el riego regular es una actividad de gran importancia para aumentar el rendimiento. Para lograr bulbos comerciales, más compactos y de buena condición de almacenaje, después que éstos se han formado, los riegos deben ser reducidos y, en el período de maduración (2 a 3 semanas antes de la recolección), han de cesar completamente.

En razón de que no existe información publicada, que se conozca, relacionada con la siembra del cultivo de cebolla a diferentes espaciamientos y con riego de alta frecuencia en suelos arcillosos, se establecieron criterios de aplicación de agua, en el área experimental, fundamentados en experiencias propias. Estas se ajustaron a las etapas fenológicas del cultivo, considerando diferentes niveles de potencial hídrico del suelo. Abreu et al. (1980) estudiaron los efectos de cinco regímenes de riego sobre la producción y el tamaño de los bulbos, obteniendo mejores rendimientos en un suelo a un potencial mátrico de -10 kPa.

Para cada una de las etapas fenológicas, se adecuó un manejo del agua en función a una humedad necesaria del suelo.

Las etapas consideradas del riego son: riegos de asiento o transplante, de establecimiento, riegos de crecimiento y desarrollo, de bulbificación y riegos finales.

Para fines de transplante, se realizaron riegos de asiento, que consistieron en una aplicación en cantidad suficiente de agua de manera que garantizara un mojado adecuado y uniforme sobre las camas, y así facilitar la tarea de siembra de las plántulas.

Es importante mencionar que las condiciones climáticas durante el desarrollo de esta investigación fueron totalmente atípicas. Se registraron datos de precipitación próximos a lo que llueve durante todo el año en el Valle.

La fase de establecimiento o post transplante del cultivo, es de mucho estrés para las plántulas, es por ello que se consideró, durante las siguientes cuatros semanas después del transplante, un contenido de humedad en el suelo próximo a capacidad de campo, de manera tal que sus raíces se adapten adecuadamente. En estas semanas el valor promedio del potencial mátrico del suelo fue de -10 kPa, a una profundidad de $0,10$ m.

Durante la siguiente etapa, llamada de crecimiento, fue necesario garantizar una humedad a las nuevas exigencias de las plantas. El crecimiento rápido se ve traducido en una fuerte estructura de la planta, que garantiza un mejor producto. El rango de potencial mátrico fue manejado entre -12 y -20 kPa, a una profundidad de $0,10$ m.

La etapa de bulbificación se inicia dependiendo de varios factores como la temperatura y

el fotoperiodo que estimulan a la planta a almacenar en el bulbo, durante esta etapa las demandas hídricas fueron suplidas manteniendo un potencial mátrico promedio de -25 kPa. Esta etapa se identifica a través del Índice de Bulbificación, el cual es la relación entre el diámetro mayor del bulbo y el diámetro menor del cuello; una relación mayor a dos indica que el proceso de la bulbificación ya comenzó.

Para la etapa final se adecuó una práctica llamada “seca”, la cual consiste en un estrés hídrico que obliga a la planta a iniciar o terminar la fase de bulbificación.

Esta práctica se realiza en condiciones de excesos de lluvia o posibles efectos de alta densidad de plantas. El lapso de estrés hídrico no fue mayor a tres días, registrando altos valores de potencial hídrico, -100 kPa, equivalente a bajo contenido de humedad. La reposición se hizo para un valor promedio de tensión de -30 kPa.

El problema de la salinidad tanto del agua como del suelo del Valle de Quibor, ha sido y sigue siendo uno de los factores que mayor atención se presta en la zona y puede favorecer una rápida expansión de los riegos localizados.

Para la estrategia de aplicación de agua aplicada en el presente trabajo se tomó en cuenta que gran parte de las sales que aporta el agua quedan en el suelo, una vez que la planta ha satisfecho sus necesidades, sumándose a las ya existentes y concentrándose al desaparecer el agua, ya por la extracción de la planta o por evaporación.

Dentro del bulbo de humedad que caracteriza al riego por goteo y como consecuencia de la alta frecuencia de aplicación hídrica, las sales son desplazadas hacia los límites de éste, dejando el resto en unas condiciones de salinidad entre una y dos veces mayor a la del agua de riego, de ahí el por qué de su ventaja.

La estrategia de operación y manejo adoptada para el presente trabajo de investigación se basa en el conocimiento, en tiempo real, de las variaciones de tensión de agua en el suelo, medida por medio de tensiómetros, para así definir el momento de riego y al mismo tiempo determinar la cantidad de agua necesaria para reponer el déficit hídrico en un tiempo de riego y para una frecuencia diaria, utilizando para ello un sistema de riego localizado bajo la modalidad de cinta de goteo.

Para el esquema de manejo de riego propuesto para el cultivo de cebolla en los suelos de la Serie Quibor, en el Valle de Quibor, se consideró necesario y suficiente conocer las características de retención de agua de los estratos de suelo de 0 a 15 cm y de 15 a 30 cm.

La lámina de agua para reposición en el primer estrato fue obtenida por la lectura de los tensiómetros instalados a 10 cm de profundidad, y para el segundo estrato con medidas del tensiómetro instalado a 15 cm de profundidad.

Las curvas de retención de agua, las cuales fueron modeladas a partir de 8 puntos de tensión vs. Contenido de humedad.

Los valores puntuales de contenido de agua en el suelo, de la curva de retención, han sido ajustados mediante el modelo matemático de Van Genutchen (1980), utilizando la técnica estadística de regresión no – lineal (Kennedy y Gentle, 1980).

Las láminas brutas fueron previamente determinadas a partir de la optimización del modelo de van Genutchen, utilizando una gama de valores de tensiones esperadas, antes del riego, a lo largo del ciclo del cultivo.

El plan de fertirrigación que incluye dosis de nutrientes, eficiencia del fertilizante, aporte del suelo y demandas del cultivo, se consideró para aplicación diaria.

Los productos usados durante el programa de fertilización a través del riego fueron Solub 13-40-13, Solub 18-18-18, Humus 15, Kumulus, Nitrato de Amonio perlado, Nitrato de Potasio cristalino, Sulfato de Potasio y Ácido Fosfórico para la limpieza de tuberías y cintas de goteo.

Resultados y Discusiones

El cultivo de cebolla se desarrolló entre los meses de abril y agosto de 2004, durante este período la evaporación fue mayor que la precipitación, como se observa en la Figura 1. En el primer mes la relación precipitación/evaporación fue de 0,988, bajando en los meses posteriores, hasta llegar a 0,145 en el mes de agosto.

La precipitación, en el período del cultivo fue de 359,40 mm; con lluvias importantes durante la época del estudio que generaron condiciones propicias para la aparición de enfermedades, creándose un ambiente desfavorable para el desarrollo del cultivo.

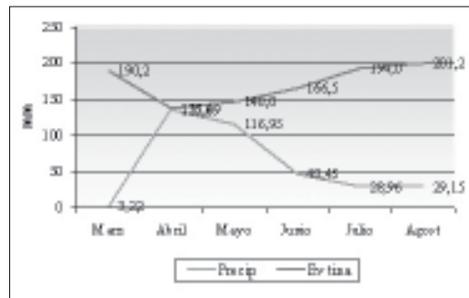


Figura 1. Precipitación y Evaporación mensual, en mm, durante el ciclo del cultivo.

La aplicación del riego fue diaria, determinándose su reposición de acuerdo al status de humedad en el suelo obtenida a través de tensiómetros. La lámina bruta promedio, por riego, aplicada durante el ciclo del cultivo fue 4,74 mm, las que fueron entregadas entre el 15 de abril y el 14 de agosto de 2004, fecha en la que se concluyó las aplicaciones a los 122 días desde el transplante. El volumen de agua aplicado fue 4.627,14 m³, equivalentes a 6.610,20 m³/ha considerando que el área de ensayo era de 0,7 ha; el caudal promedio por riego fue de 56,20 m³/h.

Las láminas de riego se calcularon en función a las medidas del potencial de humedad en el suelo optimizadas por programación no lineal; éstas láminas para los primeros 31 días, fueron calculadas posteriormente ya que en esa etapa de establecimiento del cultivo, de lo que se trató fue de asegurar la implantación del mismo y que por su escaso sistema radicular no es práctico ni posible trabajar con tensiometría. Las láminas de riego cumplieron con los requerimientos del proceso evapotranspiratorio, existiendo una gran correspondencia entre estos dos valores. A partir del día 79 DDT la lámina de riego es menor que las necesidades por evapotranspiración debido a que se aplicó un estrés hídrico equivalente a la llamada “seca”, con la finalidad de estimular la bulbificación.

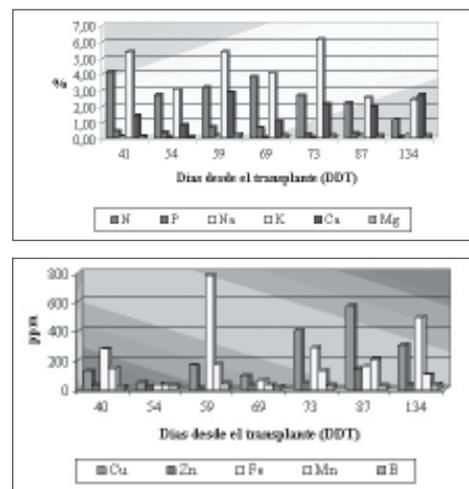
Los tiempos de riego, calculados para aplicar la lámina bruta diaria, fueron en promedio 35 minutos. Es importante anotar que este tiempo representa el valor promedio de las aplicaciones realizadas para satisfacer los requerimientos del cultivo, que en el caso particular de este trabajo se presentaron importantes aportes por precipitación. Además el tiempo de riego está en función del caudal que aplican los equipos que componen el sistema y no puede extrapolarse para otras condiciones.

La estrategia para iniciar el riego varió dependiendo de la etapa de desarrollo del cultivo,

es así que en la fase de establecimiento se consideró que el suelo tuviera un contenido de humedad próximo a capacidad de campo, por lo que el potencial mátrico promedio adoptado fue de -10 kPa. Durante la siguiente etapa de crecimiento, se adoptó la estrategia de regar cuando el potencial mátrico estuviera entre -12 y -20 kPa y en la etapa de bulbificación cuando el potencial sea aproximadamente -25 kPa.

El sistema de riego localizado se manejó de manera que la fertilización y el agua se realizaron conjuntamente, donde los factores de producción, agua y fertilizantes fueron equilibrados y manejados adecuadamente para obtener la máxima eficiencia.

Con la finalidad de medir el contenido de nutrientes en los tejidos vegetales se realizaron análisis foliar, y así evaluar la condición de los nutrientes en el cultivo y establecer si ha ocurrido o no una absorción adecuada de los elementos esenciales y saber si el cultivo ha recibido una nutrición adecuada, se compararon los niveles presentes en el tejido foliar, con los rangos de suficiencia publicados para la cebolla. En el área de ensayo, los macro y micro elementos se estimaron mediante siete análisis foliares a los 41, 54, 59, 69, 73, 87, y 134 días después del trasplante y se ilustran en las Figuras 2 y 3.



Figuras 2 y 3. Macronutrientes y Micronutrientes absorbidos por la planta.

Para el día 26/08/04, 134 DDT, se realizó el análisis foliar considerando muestras para las diferentes separaciones entre plantas, obteniéndose las representaciones de las Figura 4. En ellas se observa un mayor porcentaje de calcio absorbido por la planta cuando la separación entre éstas es mayor. Asimismo se observa mayor cantidad de hierro absorbido cuando la separación entre plantas es la intermedia.

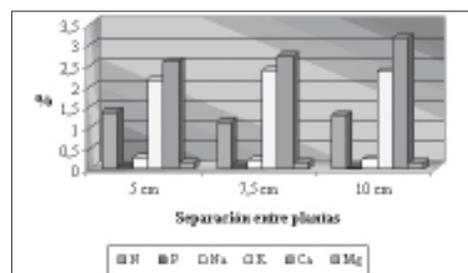


Figura 4. Macronutrientes en tejidos de hoja para muestreo a los 134 DDT en función de

la separación entre plantas.

El análisis de la producción del cultivo de cebolla se realizó para toda el área del ensayo, separándola por tratamientos; cada tratamiento consistió de 11 camas. El promedio obtenido por tratamiento fue de 5310,03 Kg, siendo mayor en el tratamiento T2 con 5533,52 Kg y menor en los tratamientos con mayor densidad de población T6 con 5024,30 Kg y T3 con 5131,81 Kg.

Tabla 1. Producción promedio de cebolla por tratamiento.

Tratamiento	Producción (Kg)
T1(Sp=10cm; 2 riegos/día)	5375,10
T2(Sp=7,5cm; 2 riegos/día)	5533,52
T3 (Sp=5cm; 2 riegos/día)	5131,81
T4(Sp=10cm; 3 riegos/día)	5290,23
T5(Sp=7,5cm; 3 riegos/día)	5505,23
T6 (Sp=5cm; 3 riegos/día)	5024,30

(Sp = separación entre plantas)

Los resultados se presentan en la Tabla 1.

Los resultados de la producción obtenidos por tratamiento, también se expresaron Tn/ha y se presentan en la Tabla 2 y en la figura 5

Tabla 2. Rendimiento promedio de cebolla por tratamiento en Tn/ha.

Clasificación	TRATAMIENTO					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Jumbo	1,05	0,54	0,16	0,88	0,42	0,16
Grande	33,10	28,33	14,71	33,14	26,15	16,14
Mediana	11,46	17,61	25,44	11,35	19,18	25,07
Pequeña	0,22	0,61	2,12	0,26	0,74	1,96
*PPC	0,26	0,26	0,24	0,25	0,26	0,24
Total	46,09	47,35	42,67	45,89	46,75	43,57

*PPC : pérdidas post cosecha

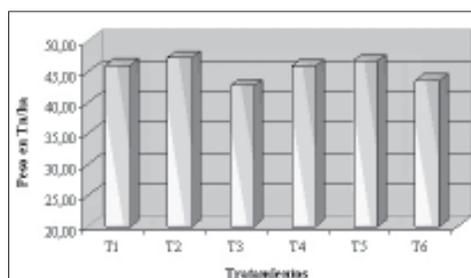


Figura 5. Rendimiento promedio de cebolla por tratamiento en Tn/ha.

La cebolla se clasificó, de acuerdo al comercializador, en cuatro tamaños: jumbo, grande, mediana, pequeña y golilla; el porcentaje obtenido de cada uno de estos tamaños depende del tratamiento, obteniéndose mayor cantidad de cebollas grandes cuando el espaciamiento entre plantas era mayor y mayor porcentaje de golillas cuando el espaciamiento entre plantas era menor, como se observa en la Tabla 3 y en la Figura 6.

Tabla 3. Distribución porcentual de la producción de cebolla por tamaño.

Clasificación	TRATAMIENTO					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Jumbo	2,28	1,14	0,37	1,91	0,90	0,37
Grande	71,82	59,83	34,48	72,23	55,93	37,04
Mediana	24,87	37,19	59,62	24,75	41,03	57,54
Pequeña	0,47	1,28	4,97	0,57	1,58	4,50
PPC	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

*PPC : Perdidas post cosecha

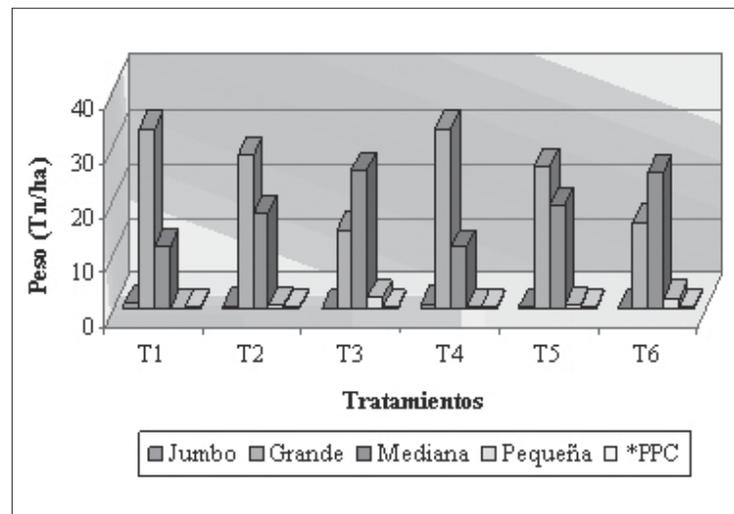


Figura 6. Rendimiento promedio de cebolla por tratamiento y por tamaño, en Tn/ha.

Antes de proceder a la cosecha se realizó un inventario de la producción comercial en lo referente al número de bulbos y peso promedio de bulbo. Los resultados obtenidos y separados por variable: riego (2 y 3 veces al día) y densidad de siembra (separación entre plantas 5 cm; 7,5 cm y 10 cm), se presentan en la Tabla 4, los mismos señalan valores muy similares tanto

Tabla 4. Inventario de producción comercial, en número de bulbos, en función del riego/día y la separación entre plantas.

Clasificación	Riegos/día		Separación entre plantas (cm)		
	2R	3R	5	7,5	10,00
Jumbo	683	568			
Grande	29697	29416			
Mediana	21260	21686			
N° bulbos (miles/ha)	399,43	401,55	411,23	416,14	377,28
Peso promedio (gr)	130	130	117,70	128,60	140,70

Es necesario aclarar que la cebolla pequeña no es comercial y se vende como semilla.

para riegos por día como separación entre plantas.

También se realizó un inventario, por tratamiento, del número de plantas en un metro lineal, así como la cantidad de plantas que no habían llegado a bulbificar y que produjeron los llamados “chuzos” y el número de plantas que habían formado bulbos dobles. La mayor cantidad de estas anomalías se presentan en aquellos tratamientos con mayor densidad de población, siendo el mayor porcentaje de chuzos 10% y el mayor porcentaje de bulbos dobles

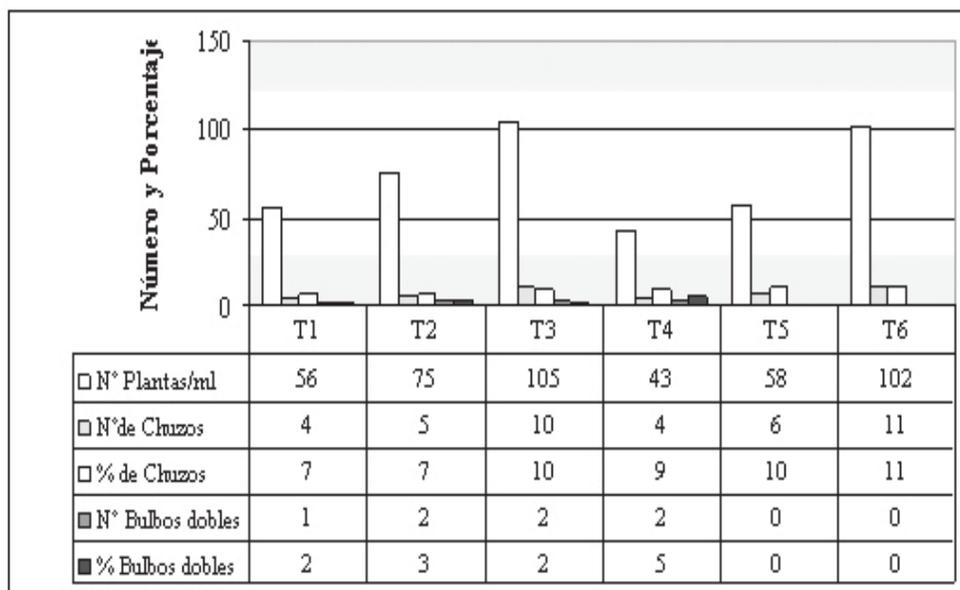


Figura 7. Número de “chuzos” y bulbos dobles por tratamiento.

5%; los resultados se presentan en la Figura 7.

Con la finalidad de establecer alguna diferencia, entre los tratamientos, relacionados con la producción de materia seca en bulbos y hojas, se realizó un análisis a la cosecha, observándose valores muy similares para los tratamientos estudiados, resultados que se muestran en la Tabla 5.

Tratamiento	Número de plantas a cosecha	Rendimiento de materia seca (Kg/ha)			Rendimiento Total (Tn/ha)
		Bulbo	Hoja	Total	
T1	364650	3591,8	1220,00	4811,80	46,09
T2	491700	4253,2	1305,85	5559,05	47,35
T3	693000	3776,9	1480,00	5256,90	42,67
T4	381150	3849,6	1060,00	4909,60	45,89
T5	496650	3816,0	1172,60	4988,60	46,75
T6	671550	3760,7	1400,00	5160,70	43,57

Tabla 5. Producción de materia seca y rendimiento de la cebolla por tratamiento.

El rango de valores de materia seca en la cebolla varía entre 10% y 20% dependiendo del tipo y variedad (Shock, Clinton. Comunicación personal). En el presente estudio, el rango de valores obtenidos para los distintos tratamientos está entre 10,4% y 12,3%. Los menores valores se obtuvieron para la menor población y los valores más altos para la mayor densidad de siembra.

Al evaluar las diferencias entre las distancias entre plantas, según las pruebas de DUNCAN y TUKEY aplicadas en cada una de las variables dependientes, se determinó que:

El rendimiento observado en cebollas tipo jumbo sembradas a una distancia entre plantas de 10 cm es significativamente superior al observado en plantas sembradas a menor distancia. Por otra parte, no existe diferencia significativa en el rendimiento de cebollas tipo jumbo sembradas a 5 y 7,5 cm.

El rendimiento de cebollas tipo grande sembradas a 5 cm es significativamente menor del obtenido con distancias entre plantas de 7,5 y 10 cm, las cuales presentan un rendimiento equivalente bajo la óptica del test a posteriori de Tukey.

Al disminuir la distancia entre plantas aumenta significativamente el rendimiento de cebollas tipo mediana.

La producción de cebollas tipo golilla es significativamente superior cuando la distancia entre plantas es de 5 cm.

La pérdida post cosecha de plantas sembradas a una distancia de 5 cm es menor que la que se observa en plantas sembradas a 10 cm. Bajo el test de Tukey la pérdida post cosecha de plantas sembradas a 7,5 cm presentan una pérdida intermedia. Por otra parte, la prueba a posteriori de Duncan indica que la pérdida post cosecha bajo una distancia entre planta de 5 cm es menor que la que se registra en plantas a 7,5 cm y 10 cm, las cuales son equivalentes bajo este criterio.

A fin de estudiar el efecto de cada uno de los factores estudiados sobre la producción total del cultivo de la cebolla, se analizó el rendimiento ponderando los datos por número de camas por réplica y luego se hizo el rendimiento empleando valores para cama como réplica. Cada uno de ellos con sus respectivas pruebas de normalidad y varianza, aplicando un modelo FACTORIAL con interacción y sin ella entre el factor riego y el de la distancia y posteriormente un modelo ANOVA de efecto fijo para los seis tratamientos.

Conclusiones

1. Del análisis estadístico se concluye, con un 95% de confiabilidad, que no existen diferencias significativas en el rendimiento (producción total) de cebollas obtenidas a partir de los seis tratamientos empleados en este diseño.
2. La producción obtenida fue de 47,35 Tn/ha, en comparación con las 19,5 Tn/ha que obtuvo el productor bajo riego tradicional por serpentín; la distribución porcentual de los tamaños de cebolla variaron con el tratamiento. El número promedio de bulbos comerciales fue de 400.000/ha, para un peso promedio del bulbo de 130 gr. El porcentaje promedio de “chuzos” fue de 9% y el porcentaje de bulbos dobles 2%.
3. No se presentó interacción entre la frecuencia de riego y la distancia entre plantas, por lo que se deduce que ellos actúan de manera independiente.
4. Según el análisis estadístico la forma de aplicación en lo referente a la frecuencia de riego, no incide ni en el crecimiento ni en la producción total del cultivo, lo cual puede reducir los costos financieros por concepto de operación en el área estudiada.
5. La distancia entre plantas, se presentó como el factor significativo en la evaluación de las variables. Aunque la variable rendimiento no resultó con diferencias significativas entre los tratamientos, se observa que aquellos con las mayores poblaciones resultaron con las producciones más bajas.
6. A partir de los análisis sobre el rendimiento, el factor distancia entre plantas sólo afecta el tamaño de la cebolla y no los Kg /ha.
7. El rendimiento observado en cebollas tipo “jumbo”, sembradas a una distancia entre plantas de 10 cm, es significativamente superior al observado en plantas sembradas a menor distancia. Por otra parte, no existe diferencia significativa en el rendimiento de cebollas tipo “jumbo” sembradas a 5 y 7,5 cm.
8. El rendimiento de cebollas tipo “grande” sembradas a 5 cm es significativamente menor del obtenido con distancias entre plantas de 7,5 y 10 cm, las cuales presentan un rendimiento equivalente bajo la óptica de la prueba a posteriori de Tukey.
9. Al disminuir la distancia entre plantas aumenta significativamente el rendimiento de cebollas tipo “mediana”.
10. La producción de cebollas tipo “golilla” es significativamente superior cuando la distancia entre plantas es de 5 cm.
11. La pérdida post cosecha de plantas sembradas a una distancia de 5 cm es menor que la que se observa en plantas sembradas a 10 cm. Bajo el test de Tukey la pérdida post cosecha de plantas sembradas a 7,5 cm presentan una pérdida intermedia. Por otra parte, la prueba a posteriori de Duncan indica que la pérdida post cosecha bajo una distancia entre planta de 5 cm es menor que la que se registra en plantas a 7,5 cm y 10 cm, las cuales son equivalentes bajo este criterio.

Bibliografía

- ABREU, T.; A. MILLAR, E. CHOUDHURI and M. CHOUDHURI. 1980 Analise da producao de cebola sob diferentes regimes de irrigacao. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 15: 233-236
- GENUTCHEN, M.T. van. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Science Society of America Journal, Madison, v.44, p. 892-898.
- KENNEDY JUNIOR, W.J.; GENTLE, J.E. Statistical computing. 1980, New York: M. Dekker, 591 p.
- SHYQ-C.A., 1990. Proyecto Yacambú-Quibor. Obras de regulación. Documento de Licitación. Vol I-IV, Barquisimeto.
- SHOCK, C; FEIBERT, E. and SAUNDERS L. 2000. Irrigation Criteria for Drip-irrigated Onions. Hort Science, v.35, p. 63-66.
- SHYQ-C.A., 1990. Proyecto Yacambú-Quibor. Obras de regulación. Documento de Licitación. Vol I-IV, Barquisimeto.
- SHYQ-C.A., CIDIAT., 1994. Evaluación de Métodos de Riego en el Valle de Quibor, Barquisimeto.
- SHYQ-C.A., 1995. Estudio Semidetallado de Suelos a Nivel de Series del Valle de Quíbor. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Decanato de Agronomía, Departamento de Suelos, ASOCIUCLA, Barquisimeto.