

**EFICIENCIA PRODUCTIVA DE CUATRO VARIEDADES DE SANDIA
(*Citrullus lanatus* Thunb.) BAJO EL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO Y
EXUDACIÓN EN LA ZONA DE CUAMBO.**

Escuela de Ingeniería Agropecuaria

**AUTORAS:
DIANA MARIBEL GALIANO SUBIA
EMERITA MARIELA CHAFUELAN CHAFUEL**

**DIRECTOR
Ing. GERMÁN TERÁN**

**Ibarra – Ecuador
2007**

RESUMEN

El trabajo se realizó en la Comunidad de Cuambo, ubicada provincia de Imbabura, a 1400 msnm, con el propósito de: Determinar la o las variedades de sandía que respondan mejor a las condiciones ambientales de Cuambo. Establecer el sistema de riego más apropiado para la producción de sandía en Cuambo. Evaluar la eficiencia productiva de las variedades de sandía y de los sistemas de riego. Determinar el gasto de agua en los sistemas de riego por goteo y exudación para el cultivo de sandía. Establecer los costos de producción de sandía bajo los sistemas de riego por goteo y exudación. Se probaron dos sistemas de riego goteo y exudación. Se planteó la siguiente hipótesis: Los sistemas de riego por goteo y exudación son iguales en la eficiencia productiva de las cuatro variedades de sandía. Se utilizó el diseño experimental Bloques Divididos, con cuatro repeticiones y cuatro variedades Charleston Gray, Barón, Jamboree y Sun Sugar. Se efectuó el análisis de varianza, prueba de significación de Tukey al 5% para variedades y prueba de DMS al 5% sistemas de riego. La unidad experimental tuvo un área de 11m², estuvo conformada por cinco plántulas transplantadas por unidad, un marco de plantación de 2.20 x1 m.

La variedad Charleston Gray presentó características de resistencia a condiciones ambientales, alto peso por fruto con 8.65 kg/unidad y el mejor rendimiento con 43 TM/ha. La variedad Barón presentó mayor número de frutos, tuvo mejor aprovechamiento del agua y mayor biomasa. La variedad Jamboree floreció a los 35 días. La variedad Sun Sugar presentó el valor más alto de sólidos solubles con 8,28 grados brix. Con el sistema de riego por goteo, las variedades Charleston y Sun Sugar presentaron el mayor rendimiento y con el sistema de riego por exudación, las Variedades Jamboree y Barón. El índice de eficiencia productiva (IEP) fue más alto en el sistema de riego por exudación, con mayor producción de biomasa seca: 56.94 kg/m³ frente a 27.15 kg/m³ del sistema de riego por goteo.

El gasto de agua fue de 1.400 litros para el sistema de riego por goteo y 600 litros en riego por exudación. El análisis económico determinó que el precio por kg de fruta en el sistema de riego por goteo fue de 0.38 USD; mientras que, exudación fue de 0.41 USD, lo que los hace potencialmente rentables si se considera el rendimiento y ahorro en el consumo de agua.

Se recomendó la utilización de la variedad Charleston Gray, por su rendimiento, mayor número de frutos y su resistencia a plagas y enfermedades. Por satisfacer los requerimientos para realizar la exportación, como una alternativa rentable, se debe hacer uso de la variedad Barón. Debido al gasto mínimo de agua con el uso del sistema de riego por exudación es recomendable la utilización de este en zonas de escasas fuentes de agua. Para determinar la profundidad más adecuada y evaluar el rendimiento en estas condiciones, se deberían realizar nuevos ensayos en el cultivo de sandía con la utilización de la cinta de exudación a distintas profundidades.

SUMMARY

The research took place in the Cuambo Community, Imbabura province. It was located in a 1 400 m.a.s.l. altitude in order to determine which watermelon

variety, Charleston Gray, Baron, Jamboree or Sun Sugar, has a better response to the Cuambo dry low mountain forest weather conditions; to establish which irrigation system, trickle or exudation, is the most appropriate for the watermelon production. The variety productive efficiency, depending on the irrigation system was evaluated. The water flow in both irrigation systems was also determined, and the treatment production costs were calculated. The research started from the hypothesis that the trickle and exudation irrigation systems have the same effect on the productive efficiency of the four watermelon varieties tested.

The analysis of variance was done through a Split Plot Design with four replications and four treatments. The 5% level Tukey significant test for varieties and the 5% level LSD significant test for irrigation systems were carried out. Each of the experimental plots, with a net area of 11 m², was conformed by five plants disposed on a rectangular plantation (2.2 by 1.0 m).

The Charleston Gray variety presented resistance characteristics to the weather conditions, high fruit weight (8.65 kg), and the best estimated yield (43 Tm/ha). The Baron variety presented a higher fruit number, the best water utilization, and the larger biomass. The number of days to the blooming in the Jamboree variety was 35 days. The Sun Sugar variety presented the highest soluble solid rate (8.28 ° Brix).

The Charleston and Sun Sugar varieties showed the highest yield with the trickle irrigation system, while the Jamboree and Baron varieties with the exudation irrigation system. The productive efficiency index (PEI) was higher in the exudation irrigation system. The dry biomass production with this system was higher: 56.94 kg/m³ compared to the trickle irrigation system.

The water flow rate in the trickle irrigation system was 1 400 liters, while in the exudation system it was 600 liters. The economic analysis determined that the price per kilogram of produced fruit was US\$ 0.38 with the trickle irrigation system, and US\$ 0.41 with the exudation irrigation system. These results permit to affirm that both irrigation systems are potentially available, if the yield and water saving are considered.

Under similar weather conditions, it is recommended to grow the Charleston Gray variety because it presented the highest yield, higher fruit number per plant, and plague and disease resistance. According to the export market requirements, as a possible and interesting income alternative, it is recommended to grow the Baron variety. It is also recommendable to use the exudation irrigation system in areas with low water availability, due to its minimum water flow. Finally, it is recommended to test the exudation irrigation pipe under some different profundities.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la Provincia de Imbabura, Cantón Ibarra, Parroquia de Salinas con una altitud de 1400msnm.

Factores en Estudio

Factor A: Sistemas de Riego

1. Riego por Goteo (G).
2. Riego por Exudación (E).

Factor B: Variedades de Sandía

1. Charleston Gray
2. Barón
3. Jamboree
4. Sun sugar

Se utilizó un diseño experimental de Bloques Divididos, con cuatro repeticiones, en arreglo Factorial A x B; en donde el Factor A correspondió a los Sistemas de Riego y el Factor B a las Variedades de Sandía.

Variables Evaluadas.

Se evaluaron estadísticamente las siguientes variables:

- Porcentaje de germinación.
- Supervivencia de plántulas de sandía en campo.
- Días a la Floración (Antesis)
- Número de Frutos por Planta.
- Peso individual de Frutos
- Rendimiento por Variedad.
- Contenido de Azúcar (Grados Brix)
- Índice de Eficiencia Productiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

NÚMERO DE PLANTAS.

Prueba de Tukey al 5% para: Número de Plantas. Cuambo 2006

Variedades	Media	Rangos
Charleston Gray	4,37	a
Barón	4,25	a
Jamboree	4	a
Sun Sugar	3,75	

La prueba de Tukey al 5% determinó un rango: Charleston Gray con 4.37, Barón con 4.25, Jamboree con 4 y Sun Sugar con 3.75 plantas por unidad experimental, lo que indica que las variedades presentaron comportamientos similares.

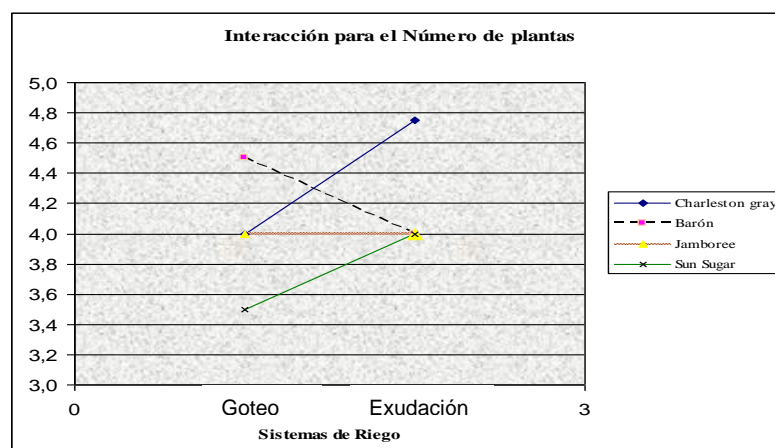


Fig. 5: Interacción entre factores de cuatro variedades en el Número de Plantas.

Los resultados en la interacción (Fig. 5) demuestran que la Variedad Charleston Gray y Sun sugar obtuvieron un mejor comportamiento en el sistema de riego por Exudación, la variedad Barón en el sistema de riego por goteo y la variedad Jamboree presentó igualdad en los dos sistemas de riego.

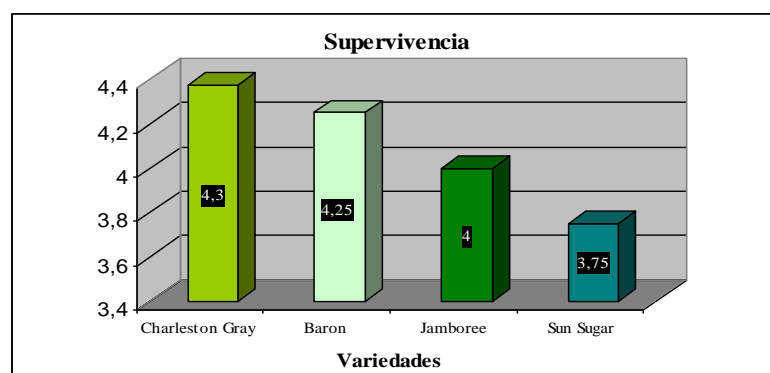


Fig. 6: Promedio de plantas por variedad.

En la Fig. 6, se puede apreciar los promedios entre variedades relacionadas a la supervivencia de plántulas posteriores al transplante. Los datos obtenidos permiten observar que las variedades presentaron valores similares, ubicándose en primer lugar la Variedad Charleston gray con 4.3 plantas por parcela.

DÍAS A LA FLORACIÓN (ANTESIS)

Prueba de Tukey al 5% para: Días a la Floración. Cuambo 2006

Varietades	Media	Rangos
Sun Sugar	38,25	a
Barón	35,5	b
Charleston gray	35,375	b
Jamboree	35,375	b

La prueba Tukey al 5% determinó dos rangos: Sun Sugar con 38.25 días ocupó el primer rango y las variedades Barón con 35.5, Charleston Gray y Jamboree con 35.37 días con el segundo rango.

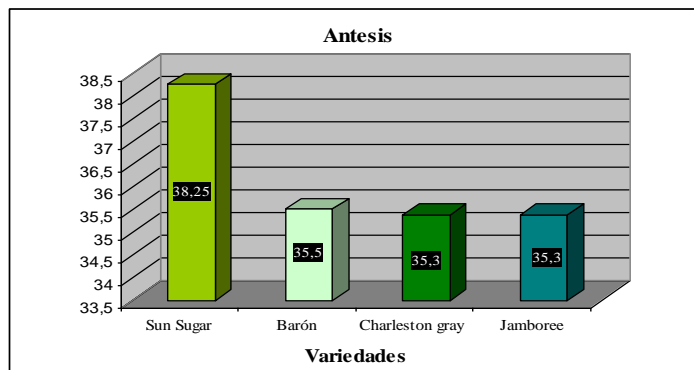


Fig. 7: Número de días a la Antesis.

La Fig. 7 muestra la relación gráfica del número de días que requiere cada variedad. Los datos obtenidos permiten apreciar que la variedad Sun sugar requiere mayor tiempo para el inicio de floración con 38.25 días, mientras que las variedades Jamboree, Charleston Gray y Barón con 35 días promedio demostraron precocidad varietal con lo cual se estima obtener frutos en menor tiempo con la consecuente reducción de días a la cosecha (Cuadro 7).

NÚMERO DE FRUTOS.

Prueba de Tukey al 5% para: Número de Frutos. Cuambo 2006

Variedades	Media	Rangos
Barón	2,16	a
Jamboree	2,03	a
Charleston gray	1,88	a
Sun Sugar	1,63	b

La prueba Tukey al 5% determinó dos rangos: Barón con 2.16, Jamboree con 2.03 y Charleston Gray con 1.88 frutos, ocupando el primer rango a y la variedad Sun Sugar con 1.63 el segundo.

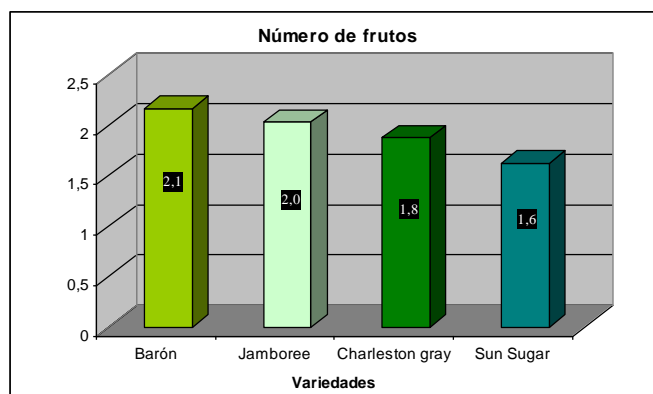


Fig. 8: Número de frutos por Variedad

Las Variedades Barón con 2, Jamboree con 2 y Charlestón con 1.8 frutos por planta alcanzan una producción considerada como promedio; mientras que Sun Sugar con 1.6 frutos se consideró como una variedad de baja producción. La Fig. 8 muestra la relación gráfica del número de frutos por variedad.

PESO INDIVIDUAL DE FRUTO.

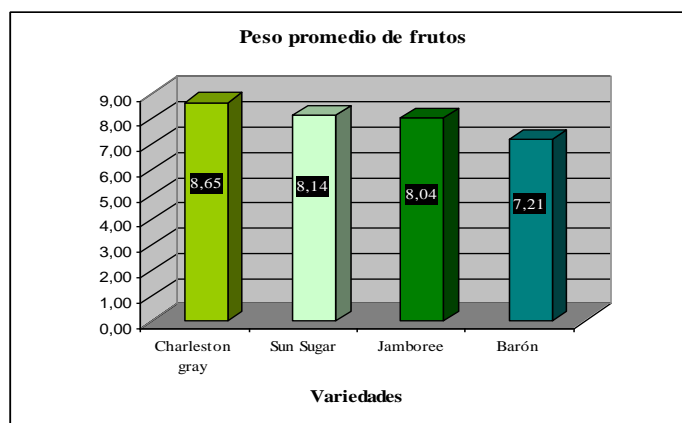


Fig. 9: Peso individual de frutos por variedad

Establecido el peso por variedad se determinó que las variedades presentaron un comportamiento semejante, con un promedio por variedad de 8 kg por fruta estableciéndose que es un peso que cumple con parámetros requeridos para exportación. Con lo que se puede recomendar cualquiera de ellas para la producción. La Fig. 9 muestra la relación gráfica del peso individual de frutos por variedad.

RENDIMIENTO POR HECTÁREA

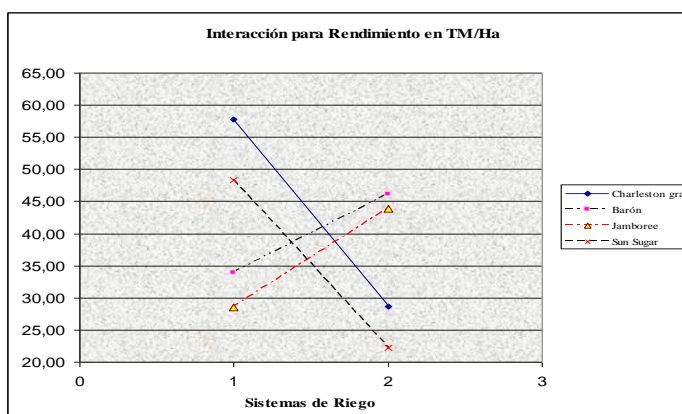


Fig. 10: Interacción del Rendimiento en TM/ha.

La interacción entre factores (Fig. 10) determinó que las Variedades Charleston Gray y Sun Sugar presentaron una mayor producción en el sistema por Goteo con un promedio de 57.74 y 48.37 TM/ha respectivamente, mientras que las variedades Barón y Jamboree presentaron un mejor desarrollo en el sistema de riego por exudación con un promedio de 46.05 y 43.89 TM/ha respectivamente.

En la Fig. 11 se muestra la relación gráfica entre variedades expresando un promedio aceptable con lo cual se recomienda que cualquiera de las variedades es apta para el establecimiento de cultivares de sandía ya que presentan rendimientos altos con una media de 36 TM/ha.

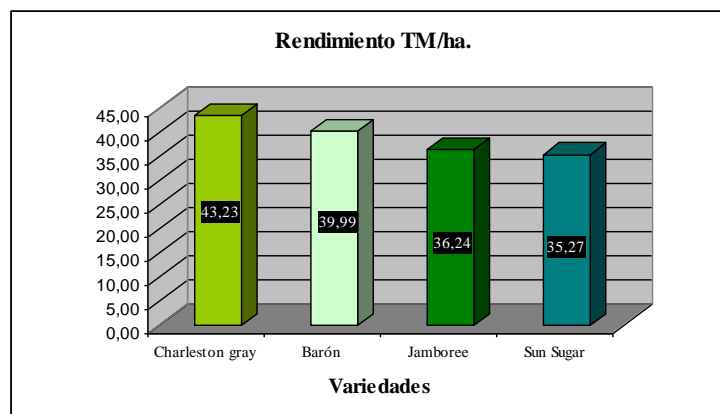


Fig. 11: Rendimiento promedio en TM/ha

CONTENIDO DE AZÚCAR (GRADOS BRUX)

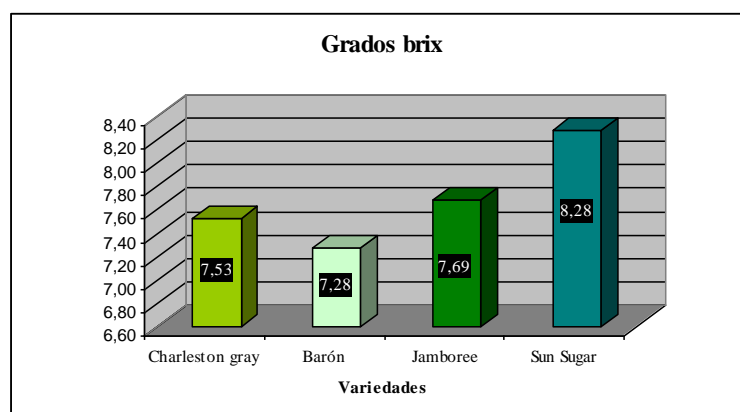


Fig. 12: Grados brix de cuatro Variedades.

La Fig. 12 presenta la relación gráfica de grados brix entre variedades lo que indicó un mayor cociente en la variedad Sun Sugar con 8.28 °Bx mientras que las variedades Charleston gray, Barón y Jamboree bordean los 7°Bx. Determinando que las variedades de sandía presentaron valores escaso del contenido de azúcar y sólidos solubles en grados Brix .

ÍNDICE DE EFICIENCIA PRODUCTIVA

Prueba DMS 5% para: Índice de Eficiencia Productiva de dos sistemas de riego. Cuambo 2006

Exudación	56,94	a
Goteo	27,15	b

Valor DMS al 5% para: Índice de Eficiencia Productiva de dos sistemas de riego. Cuambo 2006

Valor Calculado	VDMS	Diferencia
29,80	9,94	Significativo

La prueba de DMS al 5% para Sistemas de Riego determinó que el sistema de riego por exudación presenta diferencia significativa al 5%, lo que al compararlo con el sistema de riego por goteo expresó menor gasto de agua con el respectivo incremento en el índice de eficiencia con 56.94 kg/m^3 .

Prueba de Tukey 5% para: Índice de Eficiencia Productiva de cuatro variedades de Sandía. Cuambo 2006

Variedades	Media	Rangos
Barón	48,13	a
Charleston Gray	45,57	a
Jamboree	43,22	b
Sun Sugar	31,27	b

La prueba Tukey al 5% determinó dos rangos: Barón con 48.13 y Charleston Gray con 45.57 kg/m^3 ocuparon el primer rango (a), sobre las Variedades Jamboree con 43.22 y Sun Sugar con 31.27 kg/m^3 respectivamente ocuparon el rango b.

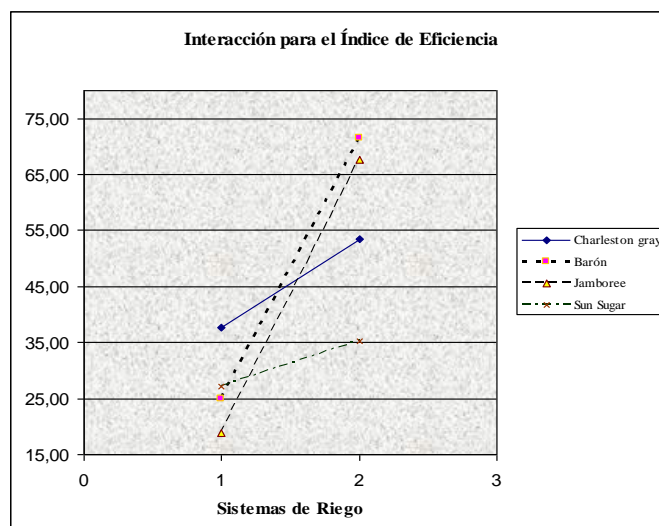


Fig. 13: Interacción del Índice de Eficiencia Productiva de cuatro Variedades.

La interacción entre factores (Fig. 13), encontró que las Variedades Barón y Jamboree tienen un mejor desenvolvimiento en el sistema de riego por exudación, al igual que la variedad Charleston Gray. Mientras que la variedad Sun Sugar presentó una mejor reacción en el sistema de riego por goteo, necesitando un gasto mayor que el resto de variedades.

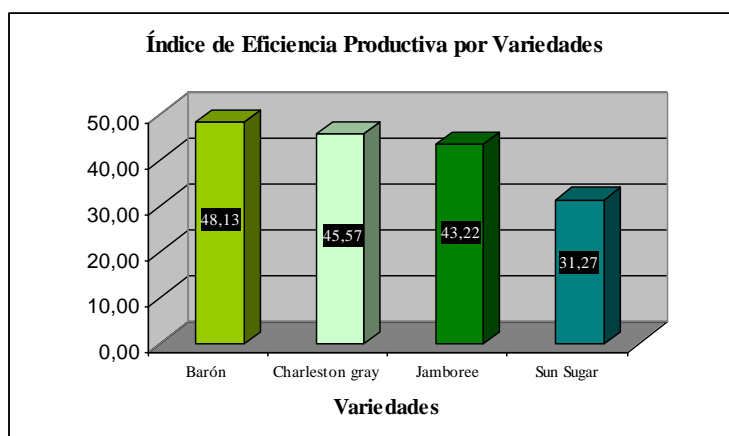


Fig. 14: Producción en kg/m^3 relación biomasa versus cantidad de agua.

La Fig. 14 muestra la relación gráfica de la eficiencia productiva de cuatro variedades expresadas en kg/m^3 , ubicándose en primer lugar la variedad Barón con $48\text{kg}/\text{m}^3$ y un promedio de $42 \text{ kg}/\text{m}^3$ de agua consumida.

De los resultados analizados del desarrollo de cuatro variedades de sandía con dos sistemas de riego, permiten aceptar la hipótesis alternativa o de investigación, en vista de que sí existió respuesta significativa de la variedad Charleston Gray con un rendimiento de 43 TM/ha que se ubicó por encima de las otras variedades, superando valores promedios de la región costa de 40 TM/ha. El sistema de riego por exudación redujo el gasto de agua en un 50%, incrementando el índice entre la masa seca producida versus la cantidad de agua consumida. Además presentó un ligero incremento en el costo de producción en relación al sistema de riego por goteo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Las variedades de sandía Charleston y Sun Sugar presentaron un alto desempeño manejadas bajo el sistema de riego por goteo con rendimientos promedios de 57,74 y 48,27 TM/ha, respectivamente. Por su lado las variedades Barón y Jamboree, manejadas con el sistema de riego por exudación presentaron un promedio de 46,05 y 43,89 TM/ha, por lo que se las puede considerar aptas para la implantación de cultivos comerciales.
2. Ambos sistemas de riego goteo y exudación, evitaron pérdidas de nutrientes por arrastre y volatilización, debido además al acolchado con lo que se obtuvo un incremento en la fertilidad del suelo por la fertirrigación y un mayor aprovechamiento de nutrientes por parte de las plantas.
3. En el sistema de riego por exudación, la distribución a nivel de la parcela fue mucho más uniforme, con el consecuente incremento en el aprovechamiento del agua por las plantas.

4. La eficiencia productiva determinó que las variedades Barón y Jamboree con 71.43 y 67.59 kg/m³, manejados bajo el sistema de riego por exudación presentaron un alto aprovechamiento del agua, con un crecimiento superior sobre el resto de variedades, frente al sistema de riego por goteo.
5. La utilización del acolchado de polietileno minimizó la pudrición de frutos, evitó el crecimiento de maleza, mantuvo el suelo a capacidad de campo, evitó la erosión eólica, y generó un microclima favorable para las plantas de sandía.
6. La cantidad de agua utilizada por el sistema de riego por goteo con 23 litros por parcela experimental Vs. 601 litros por unidad experimental utilizados en el sistema de riego por exudación, demostró que el aprovechamiento y el gasto de agua fue menor en este último.
7. Los costos de producción para el cultivo de sandía en parcela de 500m² para el sistema de riego por goteo de 809.04 USD y para el sistema de riego por exudación de 726.54 USD constituye una alternativa rentable que puede sustituir a cultivos tradicionales de la zona.

RECOMENDACIONES

1. Para lograr rendimientos superiores a los obtenidos en la región costa que alcanza el orden de las 40 TM/ha, se recomienda la utilización de la variedad Charleston Gray por su rendimiento promedio de 43 TM/ha, y además por el mayor número de frutos y su resistencia a plagas y enfermedades.
2. Si se desea obtener frutos de tamaño mediano, y buen peso, se recomienda la utilización de la variedad Barón que satisface los requerimientos para realizar la exportación, como una alternativa rentable.
3. Se recomienda el uso del sistema de riego por exudación en zonas de escasas fuentes de agua, ya que en este sistema el gasto de agua es mínimo.
4. Se recomienda realizar ensayos en el cultivo de sandía, evaluando la utilización de cinta de exudación a distintas profundidades, para determinar la profundidad mas adecuada y evaluar el rendimiento en estas condiciones.

BIBLIOGRAFIA

- ANGEL M, (2003) Manual de Riego por Exudación
- ESPINOZA G, (2006). Artículo El campo Serrano se vuelve multidisciplinario. Disponible en Revista AGROMAR Marzo 2006. pp. 11

- Estación meteorológica salinas (2006). Documentos Técnicos datos Meteorológicos.
- FLORES J (2006) Datos técnicos rendimiento de Sandía en la Región Costa
- GÓMEZ, P. (1996) Riegos a presión, aspersión y goteo. AEDOS, Barcelona, España.
- HEREDIA, N et al. El cultivo de la Sandia. Manual de cultivos hortícolas (Primera parte) MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA.- DIVISIÓN DE PROGRAMACIÓN Y EVALUACIÓN-DIRECCIÓN AGROPECUARIA DEL GUAYAS-JUNIO-1982.
- INIAP. (1999). Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Guía de Cultivos. Quito, Ecuador. 186 p.
- MALDONADO P. (2006) Artículo El campo Serrano se vuelve multidisciplinario. Disponible en Revista AGROMAR Marzo 2006. pp.11
- ROMERO O (2005) Documentos Técnicos Índice de Eficiencia Productiva. UTN Ibarra
- SANCHEZ H (2004) Manual de Riegos Localizados
- SALVADOR A. (2006) pp. 22 Artículo Factibilidad de Exportación. Disponible en Revista Agropecuaria. TIERRA ADENTRO Edición N° 9
- TAMARO, D. (2000) Manual de horticultura
- Cultivo de Sandia Tecnificada disponible en: www.infoagro.com
- Datos comparativos de diferentes sistemas de Riego disponible en www.irrigro.com
- Estación Experimental Las Palmerillas (2000). Documentos Técnicos Agrícola disponible en www.Infoagro/Cultivo de sandia.com
- Plan Integral de desarrollo sustentable disponible en: www.Unedes.com
- Variedades comerciales de Sandia disponible en: www.rogersadvantage.com