

Desarrollo y Producción del Cultivo de Patilla Baby (*Citrullus lanatus*)
Implementando un Sistema de Tutorado en Espaldera, para Aumentar la Densidad de
Siembra en Tierra Alta, Córdoba

German Andrés Torres González

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA
Programa Agronomía

2023

**Desarrollo y Producción del Cultivo de Patilla Baby (*Citrullus lanatus*)
Implementando un Sistema de Tutorado en Espaldera, para Aumentar la Densidad de
Siembra en Tierra Alta, Córdoba**

German Andrés Torres González

Director

I. A, MSc. Oscar Mauricio Moya Murillo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Programa Agronomía

2023

Nota De Aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del Jurado

Acacias, diciembre de 2023

Agradecimientos

Al culminar este proceso de aprendizaje quiero agradecerle primeramente a Dios que me permitió aprender que medio la oportunidad de ser paciente y enforarme en cumplir este importante propósito para mi vida

Quiero agradecer a mi familia y a todas las personas que de uno u otra forma hicieron esto posible unas directamente y otras indirectamente agradecer por esos lo felicito va bien que tanta motivación personal me dieron y principalmente agradecer a mi mentor de aprendizaje y de vida Oscar Mauricio Moya Murillo quien gracias a su liderazgo y forma de enseñar sea a ratificado que de un gran líder se forman los mejores lideres para aportar a las nuevas generaciones

Resumen

La patilla baby (*Citrullus lanatus*) en Colombia se ha establecido principalmente en tres zonas, en los llanos orientales, la costa caribe y el valle del Cauca, aportando la mayor parte de la producción nacional. El sistema convencional de producción maneja una densidad máxima de 5000 plantas por hectárea con producciones que rondan las 40 ton/ha. La implementación de sistemas de establecimiento que permitan el aumento de la densidad de siembra puede ser una alternativa para aumentar la producción de pequeños productores que no tienen la posibilidad de expandir sus áreas productivas. En este proyecto aplicado se evaluaron las variables de desarrollo y productividad del cultivo de patilla Baby, (Longitud, floración, peso y número de los frutos) bajo dos sistemas de soporte vegetativo, con el uso de un tutorado en espaldera que permite aumentar la densidad de siembra hasta 9000 plantas/ha (tratamiento 1), y con el sistema convencional en suelo, donde se maneja una densidad máxima de 5000 plantas/ha (tratamiento 2). Se establecieron dos parcelas de 200 m², al interior de un cultivo comercial de 4 ha. una para cada tratamiento, dentro de las parcelas se seleccionaron completamente al azar 60 plantas, sobre las cuales se registraron las variables. Los resultados muestran un aumento significativo de 1.2 frutos/planta con el uso del tutorado (ANOVA $P > 0,05$), con un peso promedio de 2.3 kg/fruto, que, aunque es un peso significativamente menor (ANOVA $P > 0,05$) que el registrado en el sistema convencional, (2,98 kg/fruto), este se mantiene dentro de los pesos que categorizan las patillas como de primera y representa un aumento de 48.7 ton/ha.

Palabras claves: Innovación, Productividad, Soporte vegetativo, Densidad de siembra.

Abstract

The baby watermelon (*Citrullus lanatus*) in Colombia has been established mainly in three areas, in the llanos orientales, the Caribbean coast and the Cauca valley, contributing most of the national production. The conventional production system manages a density of 5,000 plants per hectare with productions of around 25 tons/ha. Increasing planting density can be an alternative to increase the production of small producers who do not have the possibility of expanding their productive areas. In this applied project, the development and productivity variables of the Baby watermelon crop were evaluated (Length, flowering, weight and number of fruits) under two vegetative support systems, with the use of a trellis staking and a planting density of 9000 plants/ha (treatment 1), and with the conventional system in soil and a density of 5000 plants/ha (treatment 2). Two 200 m² plots were established, within a 4-ha commercial crop. one for each treatment, within the plots 60 plants were selected completely at random, on which the variables were recorded. The results show a significant increase of 1.2 fruits/plant with the use of staking (ANOVA $P > 0.05$), with an average weight of 2.3 kg/fruit, which, although it is a significantly lower weight (ANOVA $P > 0.05$),) than that registered in the conventional system, (2.98 kg/fruit), this remains within the weights that categorize the pinas as first class and represents an increase of 48.7 tons/ha.

Keywords: Innovation, Productivity, Vegetative support, Planting density

Tabla de Contenido

Introducción.....	12
Justificación.....	14
Objetivos.....	16
Objetivo general	16
Objetivos específicos.....	16
Marco Conceptual y Teórico.....	17
Descripción del Problema	19
Materiales y métodos.....	20
Zona de estudio.....	20
Material de siembra.....	21
Descripción de los tratamientos	22
Variables evaluadas.....	22
Diseño Experimental.....	22
Establecimiento del cultivo.....	23
Manejo de arvenses.....	24
Sistema de riego.....	24
Fertilización.....	25
Control de Plagas	26
Sistema de tutorado	27

Cosecha.....	28
Resultados y discusión	29
Longitud por planta.....	29
Flores femeninas por planta.....	30
Flores masculinas por planta	31
Frutos cosechados por planta.....	31
Peso por fruto	32
Costos y producción	33
Conclusiones	37
Recomendaciones.....	38
Referencias Bibliográficas.....	39

Lista de Tablas

- Tabla 1** *Detalle de los costos en pesos colombianos, para la implementación de una hectárea de patilla baby (Citrullus lanatus), bajo los sistemas de soporte vegetativo, en tutorado en espaldera y el convencional sobre el suelo.....35*
- Tabla 2** *Proyección de la rentabilidad por hectárea de patilla baby (Citrullus lanatus), bajo los sistemas de soporte vegetativo, en tutorado en espaldera y el convencional sobre el suelo.....36*

Lista de figuras

Figura 1 <i>Ubicación Finca la Victoria, Municipio de Tierralta Córdoba</i>	20
Figura 2 <i>A. Establecimiento del cultivo de patilla bajo el sistema de tutorado en espaldera. B. Establecimiento del cultivo de patilla bajo el sistema convencional</i>	21
Figura 3 <i>A. adecuación de suelo para el establecimiento de sistema productivo. B. incorporación de la materia orgánica en los puntos de siembra</i>	23
Figura 4 <i>Establecimiento del sistema de riego por goteo desde el momento de la siembra</i>	24
Figura 5 <i>A. aplicación del plan de fertilización de cultivo de patilla. B. desarrollo de las labores agronómicas del cultivo de patilla</i>	25
Figura 6 <i>A. Cogollo de una planta afectada por el ataque de Trips palmi. B. monitoreo de plagas y enfermedades dentro del sistema productivo</i>	26
Figura 7 <i>A. Establecimiento del tutorado en el sistema productivo de patilla. B. guía de desarrollo de las plantas en el sistema con tutorado en espaldera. C. sistema de soporte con fibra de polisombra para los frutos en desarrollo en el sistema con tutorado en espaldera</i>	27
Figura 8 <i>A. Frutos de patilla baby cosechado y listos para clasificar según tamaño. B. frutos en el sistema de tutorado listos para ser cosechados</i>	28
Figura 9 <i>Efecto del sistema de soporte vegetativo con tutorado o convencional, sobre la longitud de las plantas de patilla Baby (Citrullus lanatus)</i>	29
Figura 10 <i>Efecto del sistema de soporte vegetativo con tutorado o convencional, sobre el número de flores femeninas en las plantas de patilla Baby (Citrullus lanatus)</i>	30

- Figura 11** *Efecto del sistema de soporte vegetativo con tutorado o convencional, sobre el número de flores masculinas en las plantas de patilla Baby (Citrullus lanatus)...* 31
- Figura 12** *Efecto del sistema de soporte vegetativo con tutorado o convencional, sobre el número de frutos cosechados en las plantas de patilla Baby (Citrullus lanatus).....* 32
- Figura 13** *Efecto del sistema de soporte vegetativo con tutorado o convencional, sobre el peso de los frutos cosechados en las plantas de patilla Baby (Citrullus lanatus).....*33

Introducción

La patilla es uno de los cultivos de mayor producción en todo el año debido a que su demanda es constante tanto nacional como internacionalmente, además representa una fuente importante de ingresos para los agricultores, contribuyendo al sector agrícola del país con una producción de patilla superior a las 30 toneladas por hectárea (DANE, 2020). El proceso agrícola de la patilla requiere suelos bien drenados, climas cálidos, con un ciclo de producción corto no superior a los 90 días. Además presenta una alta adaptabilidad en suelos con bajo contenido nutricional y materia orgánica, pero la disponibilidad de estos terrenos en el área nacional son muy limitados, con costos de arrendamiento por hectárea superior a los 500.000 por ciclo productivo de 3 meses, por ende una de las estrategias para afrontar esta dificultad es la implementación de siembra en tutorado en espaldera optimizando la densidad de siembra y aprovechando el área disponible con un costo de arrendamiento de 1.600.000 por más de 8 ciclos productivos.

Este sistema de siembra consiste en guiar la planta de forma vertical hasta una altura de 2 metros mediante la utilización de alambre y postes de madera que permiten el crecimiento de la planta de forma ascendente aumentando el aprovechamiento de luminosidad y aireación, mejorando los manejos agronómicos, reduciendo costos de producción, aumentando la rentabilidad por unidad de área; la implementación de este cultivo da las condiciones necesarias para el establecimiento de manejo culturales y biológicos contemplados en los MIP y MIE así como fertilizaciones con productos orgánicos que permiten mejorar las condiciones de los ecosistemas ayudando a la recuperación del suelo.

Existen diferentes tipos de variedades de patilla a nivel nacional, entre ellas se encuentra la patilla Baby la cual cuenta con un tamaño personal que no supera los 3 kilos de peso por fruto, cada planta llega a producir hasta 12 frutos en su estado vegetativo de producción más alto, las características de esta sandía son una tonalidad verde claro con franjas verdes oscuras, es completamente redonda y en la gran mayoría de sub variedades no producen semillas, adicionalmente su pulpa es de un color rojo intenso con un sabor dulce superior a las variedades comunes que pueden llegar a pesar más de 20 kilos; estas características han hecho destacar esta variedad en mercados más selectos, para su distribución a nivel nacional e internacional por su tamaño, color y sabor.

En este proyecto se evaluaron dos sistemas de soporte vegetativo, el tutorado de espaldera aumentando la densidad de siembra y el sistema convencional utilizado por los cultivadores de la zona con el fin de evaluar el desarrollo y la producción por unidad de área de las plantas de Patilla Baby.

Justificación

La agricultura es el pilar fundamental de la existencia y a medida que la población humana va en crecimiento se hace necesario la implementación de propuestas para mejorar los rendimientos y calidad de los frutos de los diferentes cultivares indispensables y producidos principalmente en el país, en este proceso de mejorar se presentan varios limitantes en este caso se trabaja sobre la limitación de terrenos disponibles para el cultivo de patilla teniendo en cuenta que en Colombia se ha vuelto una problemática debido a los monocultivos y la ganadería extensiva que han ocupado gran parte de los terrenos disponibles para cultivar en nuestro país de este modo se hace necesario la implementación de un modelo de producción donde se contrarreste esta limitante y a su vez se generen factores rentables para los agricultores.

El modelo de siembra de patilla baby manejando un sistema de tutorado nos permite aumentar la densidad de siembra, mejorar el rendimiento por unidad de área, reducción en los costos de manejo agronómico y mejoramiento de la calidad del fruto aprovechando al máximo la disponibilidad del terreno para el cultivo, adicional a esto mediante el desarrollo del tutorado en espaldera se encontraron factores nuevos en beneficio del cuidado del ecosistema donde se implemente el cultivar ya que la durabilidad de la infraestructura del tutorado permite realizar más de 8 ciclos productivos de acuerdo a esto es probable la implementación de planes de recuperación de suelos, MIE, MIP

Según López (2003) y Navarro (2006) afirman que un sistema de tutorado es el proceso más efectivo para conducir una plantas de forma vertical teniendo en cuenta su hábito de crecimiento ascendente trepador y con esto se mejorar la aireación entre las platas y la luminosidad lo que puede influir en la reducción de enfermedades, adicionalmente, la calidad

considerando el color y forma de los frutos es más homogénea, este sistema permite tener mayores densidades de población por área de siembra y facilita la cosecha.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el desarrollo y producción de las plantas de patilla Baby bajo dos sistemas de soporte vegetativo, tutorado en espaldera y convencional.

Objetivos específicos

Establecer el desarrollo y producción de patilla Baby, con el manejo de tutorado en espaldera y aumento de la densidad de siembra.

Establecer el desarrollo y producción de las plantas de patilla Baby, con el manejo convencional manejado por los cultivadores de la zona.

Comparar los parámetros de desarrollo y producción de las plantas de patilla Baby, establecidas bajo los sistemas de soporte vegetativo.

Marco Conceptual y Teórico

La patilla es nativa de África tropical, de donde se fue extendiendo hacia India y el Medio Oriente hasta llegar a Europa y de allí al resto del planeta. La patilla es una planta de la familia *Cucurbitácea*, de ciclo corto, de rápido crecimiento y producción, lo que desde el punto de vista productivo es deseable (Abaunza y Arteché. 1998). Los frutos son del tipo baya, redondas y ovaladas, y dependiendo de la variedad pueden llegar a ser muy grandes, y pesar más de 20 kg, sin embargo, el mercado no demanda frutas tan grandes.

Entre el 90 y el 95% de la fruta es agua, por lo que es un cultivo que demanda humedad constante y es susceptible a la sequía (Abaunza y Arteché. 1998). Aunque el color más característico y comercial de la pulpa, a nivel nacional es el color rojo, también existen tonalidades que van desde lo rosa hasta las amarillas. El color de la cáscara también suele ser diferente de acuerdo con la variedad, las más características son las tonalidades verdes.

El cultivo de patilla es transitorio con un ciclo productivo de 90 días desde la siembra a la cosecha, es una planta rastrera la cual tiene hojas palmadas, sus flores son de color amarillo pedunculadas, se originan de yemas floríferas ubicadas en las hojas y tallos principales que dan lugar a una floración masculina y femenina con un ovario inferior en forma de abultamiento después de los 27 días de su siembra, en esta etapa es importante la participación de las abejas ya que es el principal polinizador de este cultivo, lo que representa a mayor polinización mayor producción y más rentabilidad para los cultivadores. La patilla al ser un producto muy apetitoso para el consumo directo y que ha venido manteniendo sus áreas productivas alrededor de las 10.000 hectáreas por año (DANE, 2020), requiere trabajos de validación de ciertas estrategias de producción ya que la mayoría de los cultivadores de patilla han adoptado los manejos

tradicionales del cultivo y de suelos, sembrando grandes extensiones volviendo complejo los manejos agronómicos del cultivo dado el aumento de la presión de los insectos plagas y los cambios climáticos que interfieren con el control de los mismos, los manejos culturales y la adquisición de nuevas áreas por las densidades de siembra que se manejan, han demostrado que los sistemas de tutorado aportan importantes beneficios como mayor aireación, mayor aprovechamiento lumínico, aumento de la densidad de siembra, mayor inocuidad del fruto por 0% de exposición al suelo.

Descripción del Problema

El aumento en las áreas de siembra del cultivo de patilla en las diferentes zonas productoras del país han generado la ampliación en las extensiones de siembra de esta especie por la densidad de siembra que se maneja de este cultivo conllevando a deficiencias en el manejo de plagas y enfermedades de igual manera en los planes de fertilización y manejos culturales por las grandes áreas y la dificultad de abastecer la mano de obra requerida lo que ha generado en los últimos años la reducción en el rendimiento ton/ha por la deficiencia en estos aspectos y procesos agronómicos del cultivo por lo cual se plantea la alternativa de siembra de forma vertical con tutorado que ha demostrado en muchos cultivos de hortalizas y frutas rendimientos en producción y calidad de frutos por lo que se convierte en una alternativa viable para mejorar el proceso de producción del cultivo de patilla baby aumentando la densidad de siembra y el aprovechamiento al máximo del terreno disponible.

La dificultad para adquirir o alquilar terrenos para la implementación de cultivos de ciclo corto, la necesidad de grandes extensiones de terrenos por la densidad de siembra que determina el número de plantas por hectárea sumado al aumento en la presión de plagas y enfermedades en gran parte del territorio nacional por el uso en exceso y descontrolado de pesticidas, la resistencia que han generado ciertos insectos y patógenos a gran partes de las moléculas que componen los agroquímicos dificultado cada vez más el control, esta problemática enfoca una solución que permite la implementación de un sistema de siembra en tutorado en espaldera con una utilización del terreno que pasa de 90 a 730 días lo que permitirá implementar MIP y MIE al igual que una recuperación en la fertilidad del suelo mediante la utilización de fertilizantes orgánicos reduciendo los fertilizantes edáficos con altos contenidos de sales.

Materiales y Métodos

El presente proyecto aplicado es de tipo cuantitativo donde se evaluó el desarrollo y producción de las plantas de patilla baby en un cultivo comercial bajo dos sistemas de siembra, tutorado en espaldera y convencional.

Zona de Estudio

El proyecto se desarrolló en la finca La Victoria en el municipio de Tierra Alta Córdoba, con una altura media de 51 msnm, temperatura media de 30°C y humedad relativa del 75%, suelos franco-arenosos de vega.

Figura 1

Ubicación Finca la Victoria, Municipio de Tierra Alta Córdoba



Fuente. El autor

El cultivo comercial contó con un área de 40 mil m² donde se seleccionaron dos parcelas de estudio de 200 m², en la primera parcela se manejó el desarrollo de las plantas sobre un tutorado en espaldera y en la segunda parcela se manejó el desarrollo convencional en suelo.

Figura 2

A. Establecimiento del cultivo de patilla bajo el sistema de tutorado en espaldera. B.

Establecimiento del cultivo de patilla bajo el sistema convencional.



Fuente. El autor

Material de Siembra

El material sobre el cual se desarrollaron las mediciones del proyecto aplicado fue Patilla GATINHO RZ F1 Precisión, de frutos rayados, pulpa roja, variedad mini con pesos entre los 2 y 3 kilos. Este material se caracteriza por presentar una gran floración masculina que puede estar relacionada con una mayor atracción de polinizadores.

Descripción de los Tratamientos

Para el desarrollo de este proyecto aplicado, se evaluaron dos tratamientos, el primero es un sistema para el desarrollo de las plantas de patilla sobre un tutorado en espaldera, establecido en madera y con una altura de 2 metros, con alambre reforzado que soportaba el peso de las plantas y de los frutos, en este tratamiento se manejó una densidad de siembra de 9000 plantas por hectárea, establecidas a 1.5 m entre surcos y 0.72 m entre plantas y en el segundo, es el sistema convencional con el desarrollo de las plantas sobre el suelo, es este tratamiento se manejó una densidad de siembra máxima posible de 5000 plantas por hectárea, establecidas a 1.5 m entre surcos y 1.2 m entre plantas.

Variables Evaluadas

En el desarrollo del proyecto aplicado se tuvieron en cuenta las variables: longitud de planta, medida en centímetros desde la base del tallo hasta el meristemo apical más alejado del punto de siembra, se registró el número de flores femeninas y masculinas por planta desde el inicio de floración, a los 27 días después de la siembra y hasta los 42 días después de la siembra, por último, se registró el número y peso de los frutos por planta al momento de la cosecha.

Diseño Experimental

Teniendo en cuenta la homogeneidad de la condición de suelos de la finca, y el área establecida, se manejó un diseño completamente al azar, con dos tratamientos, desarrollo de las plantas sobre tutorado en espaldera (Tratamiento 1), y desarrollo de las plantas sobre el suelo de manera convencional (Tratamiento 2). Para las diferentes variables medidas sobre la misma planta, se manejaron 60 repeticiones por tratamiento, para un total de 120 unidades

experimentales, que hacen referencia a 120 plantas. Se realizó un análisis de varianza ANOVA para establecer diferencias entre los tratamientos, una vez validados los supuestos de normalidad y homogeneidad, Shapiro-Wilks y Levene, respectivamente.

Establecimiento del Cultivo

Para el establecimiento se realizó una labranza mínima en el punto de siembra donde se aplicó 500 g de gallinaza homogéneamente mezclada con el suelo (Fig. 3A), a una distancia según la densidad evaluada, en cada punto definitivo se estableció una semilla y se realizó un vivero con capacidad para 100 semillas, con el fin de reemplazar las semillas que no germinaron o las plantas que fueron afectadas en los primeros 15 días.

Figura 3

A. adecuación de suelo para el establecimiento de sistema productivo. B. incorporación de la materia orgánica en los puntos de siembra.



Fuente. El autor

Manejo de Arvenses

El manejo de arvenses se realizó de forma manual con el uso de un azadón (Fig. 3B), con la finalidad que el suelo permanezca libre de arvenses y gramíneas que generen competencia por nutrientes, agua y luminosidad durante los primeros 25 días después de la germinación. En este proceso se realizó con precaución sin afectar el sistema radicular de la planta evitando retrasos de crecimiento y estrés por cortes en la base radicular.

Figura 4

Establecimiento del sistema de riego por goteo desde el momento de la siembra



Fuente. El autor

Sistema de Riego

En el cultivo comercial donde se desarrolló este proyecto aplicado, el riego se estableció por goteo (Fig. 4), con un motor con bomba de presión con funcionamiento a diario suministrando el agua necesaria que estuvo entre los 5 a 15 litros de acuerdo con el estado de

desarrollo de la planta para garantizar la adecuada humedad del suelo y garantizar el desarrollo vegetativo y el llenado de los frutos.

Fertilización

El plan de fertilización por planta fue el mismo para los dos tratamientos, la primera aplicación se realizó quince (15) días después de la siembra con la aplicación de triple 15 con elementos menores, en dosis de 120 g por planta (Fig. 5A), 27 días después de la siembra, se realizó la aplicación de un fertilizante foliar con contenidos de Calcio y Boro para estimular la floración, a partir de los 38 días y con frecuencia semanal, se realizará tres aplicaciones de KCL 10 g, Urea 6.8 g y fertilizante húmico 0.4 cc por planta en cada aplicación (Fig. 5B).

Figura 5

A. Aplicación del plan de fertilización de cultivo de patilla. B. desarrollo de las labores agronómicas del cultivo de patilla.



Fuente. El autor

Control de Plagas

El control de plagas en el cultivo donde se desarrolló el proyecto aplicado, se realizó diariamente mediante un monitoreo en diferentes áreas del cultivo con la finalidad de determinar la presencia de insectos plagas que pudieran afectar el crecimiento o transmitir alguna enfermedad que afecta el desarrollo de las plantas (Fig. 6B), los monitoreos diarios se enfocaron en la identificación de la presencia de insectos plagas de importancia económica para este tipo de cultivar como lo es el *Trips palmi* (Fig. 6A) como principal limitante del cultivo seguido del barrenador del fruto *Diaphania hyalinata*, los cuales representan las principales limitantes a los cultivos de patilla de la región.

Figura 6

A. Cogollo de una planta afectada por el ataque de *Trips palmi*. B. monitoreo de plagas y enfermedades dentro del sistema productivo.



Fuente. El autor

Sistema de Tutorado

En el sistema de tutorado en espaldera contó con características y dimensiones que le permitían a las plantas tener un buen desarrollo de forma vertical con una altura de 2 m desde el suelo, soportes en los frutos que permitían mantener el peso y evitar el rasgamiento de la base peciolar del fruto, cuerdas de forma horizontal que fueron utilizadas por la planta como soporte evitando movimientos bruscos por las corrientes de viento.

Figura 7

A. Establecimiento del tutorado en el sistema productivo de patilla. B. Guía de desarrollo de las plantas en el sistema con tutorado en espaldera. C. sistema de soporte con fibra de polisombra para los frutos en desarrollo en el sistema con tutorado en espaldera.



Fuente. El autor

Cosecha

La cosecha se realizó entre los 65 y 75 días después de la siembra, donde se registró el número y peso de frutos por planta.

Figura 8

A. Frutos de patilla baby cosechados y listos para clasificar según tamaño. B. frutos en el sistema de tutorado listo para ser cosechados.



Fuente. El autor

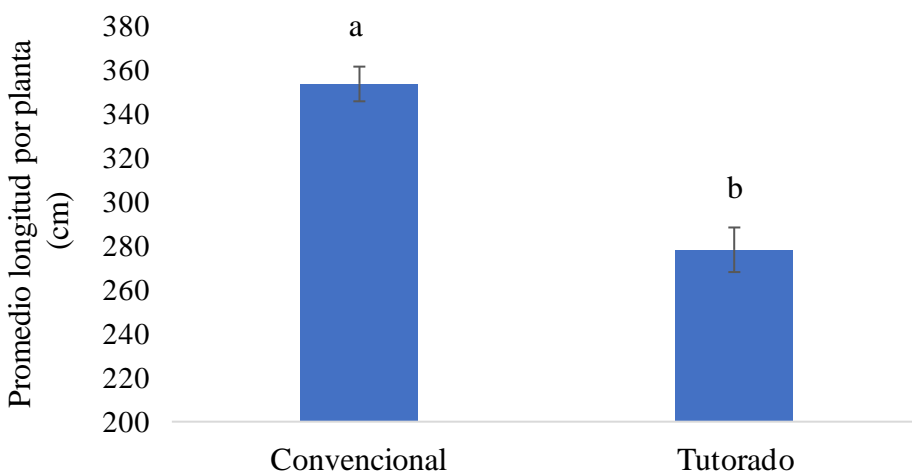
Resultados y Discusión

El sistema de tutorado en espaldera proporcionó una mejor distribución del área foliar y aprovechamiento de la radiación solar, lo que probablemente pueda representar una mayor capacidad fotosintética, por consiguiente, un rendimiento y calidad mayor en la producción.

Longitud por Planta

Figura 9

Longitud promedio por planta de patilla Baby (Citrullus lanatus) bajo dos sistemas de soporte vegetativo, convencional y tutorado



Fuente. El autor

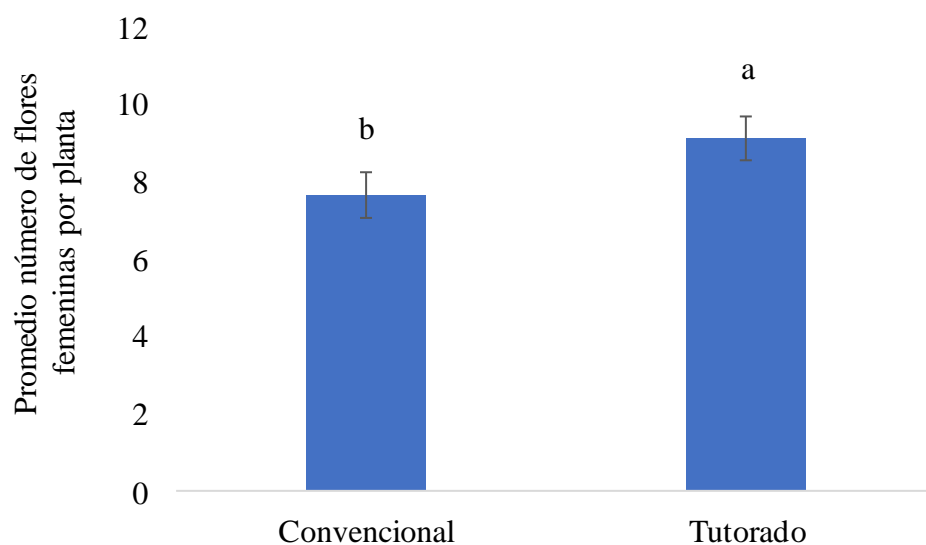
La longitud de las plantas en el sistema convencional fue mayor, con diferencias significativas respecto de las plantas en tutorado (ANOVA $P < 0,05$), esto está relacionado a que, en el sistema de tutorado, las plantas crecen sobre la misma cuerda por lo cual los tallos se encuentran frente a frente y reducen su tasa de crecimiento, por el contrario, las plantas en el sistema convencional pueden explorar direcciones deferentes de crecimiento en su distribución sobre el suelo.

Flores Femeninas por Planta

El número de flores femeninas en las plantas en el sistema convencional presentaron diferencias significativas respecto de las plantas en tutorado (ANOVA $P < 0,05$). La ventilación y la humedad del suelo, aunados a una nutrición adecuada, son factores que estimulan a las plantas a generar una mayor cantidad de flores femeninas, ya que cuentan con nutrientes y energía suficiente para la formación de frutos, el tutorado al elevar las plantas hasta los 2 metros, hace una mejor interceptación del aire, lo que reduce la humedad interna del cultivo en comparación con el sistema convencional sobre el suelo, promoviendo una mayor formación de flores femeninas

Figura 10

Promedio de flores femeninas por planta de patilla Baby (Citrullus lanatus) bajo dos sistemas de soporte vegetativo, convencional y tutorado



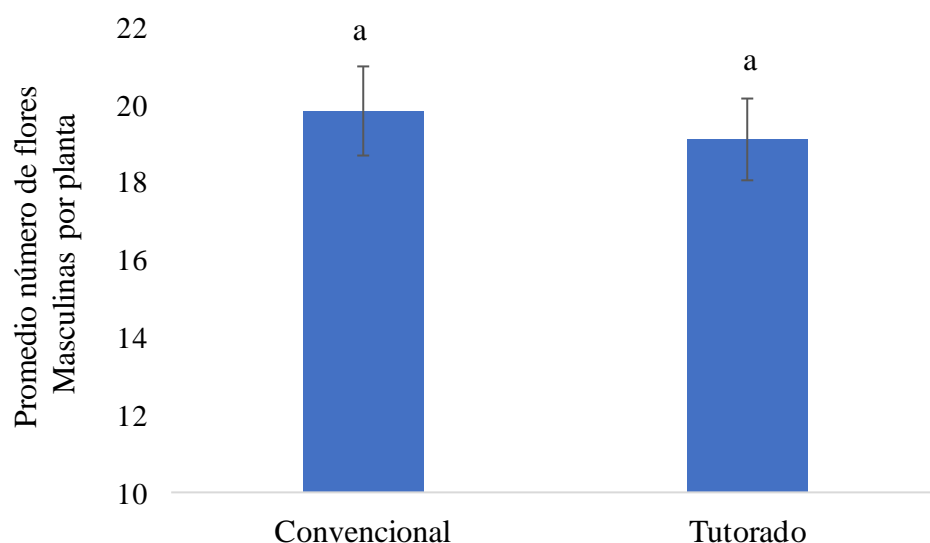
Fuente. El autor

Flores Masculinas por Planta

El número de flores masculinas no presentó diferencias significativas (ANOVA $P > 0,05$) entre las plantas establecidas en el sistema convencional respecto de las plantas en tutorado. Esto puede estar relacionado con el material de siembra, el cual una de sus características es la gran cantidad de flores masculinas que emite, esto es bueno, ya que garantiza una disponibilidad de polen suficiente para que los insectos polinizadores sean más eficientes en esta labor.

Figura 11

Promedio de flores masculinas por planta de patilla Baby (Citrullus lanatus) bajo dos sistemas de soporte vegetativo, convencional y tutorado.



Fuente. El autor

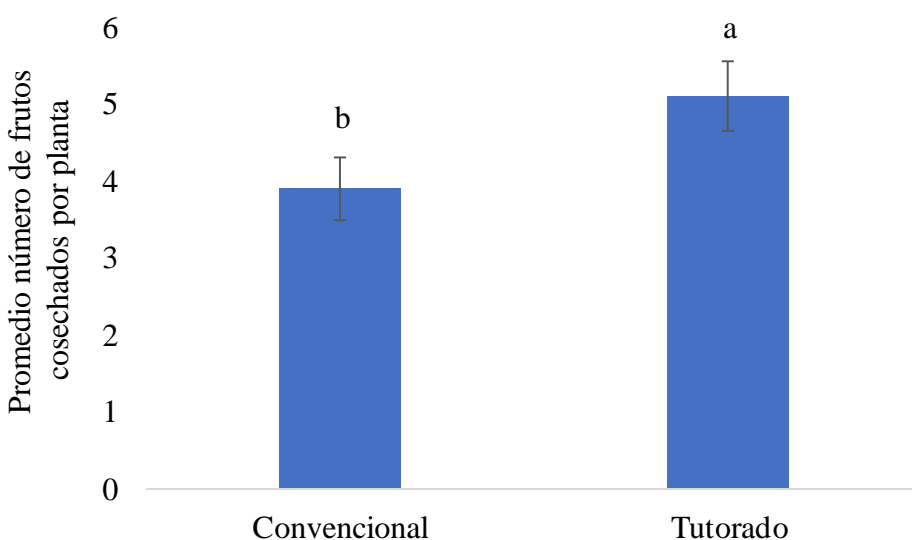
Frutos Cosechados por Planta

El número de frutos cosechados, registró diferencias significativas (ANOVA $P > 0,05$) entre las plantas establecidas en el sistema convencional respecto de las plantas en tutorado, esto,

esta relacionado a una mayor cantidad de flores femeninas, como se registró en este proyecto, y también a una mayor visibilidad de las flores, ya que al estar estas, elevadas hasta 2 metros del nivel del suelo, permite una acción más eficiente de los polinizadores, lo que reduce el número de flores femeninas que no llegan a producir su fruto.

Figura 12

Promedio de frutos cosechados por planta de patilla Baby (Citrullus lanatus) bajo dos sistemas de soporte vegetativo, convencional y tutorado.



Fuente. El autor

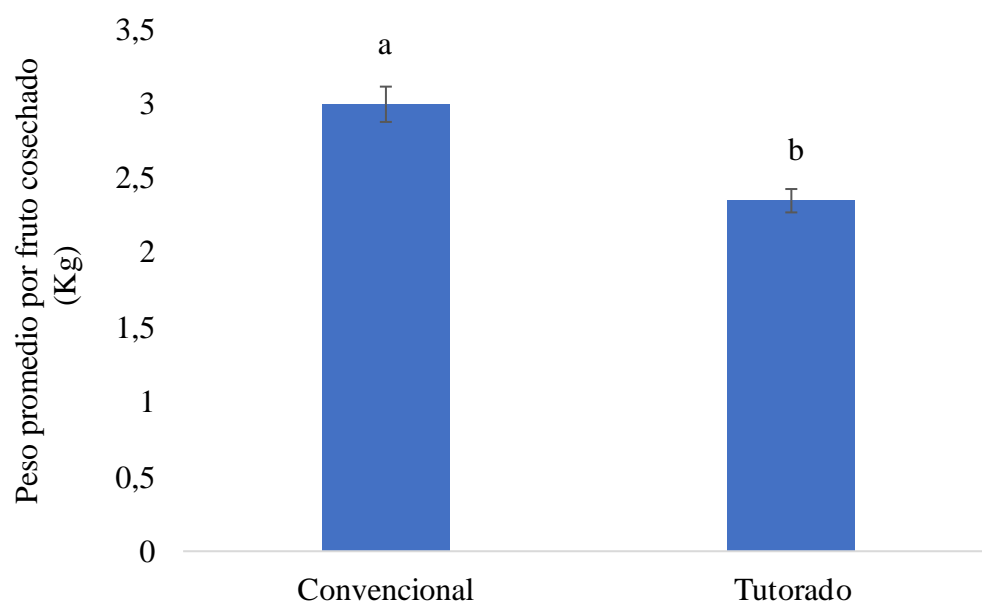
Peso por Fruto

El peso promedio de los frutos en las plantas establecidas con el sistema convencional presentó diferencias significativas respecto de las plantas en tutorado (ANOVA $P < 0,05$), los frutos en el sistema convencional son más pesados, esto relacionado con área de fotosíntesis

mayor, producto de plantas más grandes, con una mayor cantidad de fotoasimilados que aunado a una buena disponibilidad de agua, aumenta considerablemente el peso de los frutos

Figura 13

Peso promedio por fruto cosechado en las plantas de patilla Baby (Citrullus lanatus) bajo dos sistemas de soporte vegetativo, convencional y tutorado.



Fuente. El autor

Costos y Producción

El análisis de costos para este proyecto aplicado se estimó para un solo ciclo productivo, que fue el tiempo de ejecución del proyecto, sin embargo, en este ejercicio se pudo establecer un potencial de producción de mas de un ciclo productivo por siembra, ya que, al momento de la cosecha, se identificó una floración considerable (Fig. 7C), la cual, por finalización del contrato de arrendamiento del predio, no se pudo estudiar. De igual forma, el análisis del establecimiento de ciclos productivos subsecuentes, desde el punto de vista de la productividad, también es

incierto, ya que como resultado de este proyecto no podemos predecir el desarrollo productivo de un segundo o tercer ciclo de producción, los cuales desde el punto de vista del establecimiento si tendría una reducción progresiva del costo de establecimiento del tutorado.

La diferencia en costo es considerable para el establecimiento del tutorado en espaldera, el costo de la madera, del alambre y la mano de obra relacionada, sugieren que la producción de patilla bajo este sistema de soporte vegetativo debe estar considerada para por lo menos 6 ciclos productivos, con el fin de aprovechar al máximo la vida útil de la estructura, y de esta forma distribuir los costos del tutorado en el estimado de 6 corte de patilla.

Otros costos que pueden ser considerados amortiguables, entre más ciclos de producción se realicen sobre el tutorado, están la adecuación del suelo, el establecimiento inicial del riego, que solo se harían una vez durante los diferentes ciclos de producción propuestos. El sistema de siembra en tutorado permitiría hacer un estudio de la evolución de la fertilidad del suelo, donde una hipótesis a probar en futuros trabajo de investigación es si con el paso de los ciclos productivos, el reciclamiento de la materia orgánica de los residuos vegetales, y la fertilización continua, mejoran el contenido nutricional del suelo, lo que reduciría la demanda de fertilizantes.

Tabla 1

Detalle de los costos en pesos colombianos, para la implementación de una hectárea de patilla baby (Citrullus lanatus), bajo los sistemas de soporte vegetativo, en tutorado en espaldera y el convencional sobre el suelo.

Ítem	— Unidad	SISTEMA DE TUTORADO		SISTEMA CONVENCIONAL		
		Valor unidad	Valor total	Unidad	Valor unidad	Valor total
Semilla GATINHO RZ F1	9000	\$ 780,00	\$ 7.020.000,00	5000	\$ 780,00	\$ 3.900.000,00
Fertilizante orgánico bulto (gallinaza)	100	\$ 20.000,00	\$ 2.000.000,00	55	\$ 20.000,00	\$ 1.100.000,00
Fertilizante edáfico	12,6	\$ 234.000,00	\$ 2.948.400,00	7	\$ 234.000,00	\$ 1.638.000,00
Postes de madera 2.5 metros	938	\$ 9.000,00	\$ 8.442.000,00	0	\$ -	\$ -
Alambre galvanizado calibre 14, kilo	600	\$ 4.000,00	\$ 2.400.000,00	0	\$ -	\$ -
Riego	1	\$ 2.300.000,00	\$ 2.300.000,00	1	\$ 1.680.000,00	\$ 1.680.000,00
Arriendo	1	\$ 200.000,00	\$ 200.000,00	1	\$ 200.000,00	\$ 200.000,00
Mecanización del suelo	3	\$ 180.000,00	\$ 540.000,00	3	\$ 180.000,00	\$ 540.000,00
Mano de obra	350	\$ 40.000,00	\$ 14.000.000,00	200	\$ 40.000,00	\$ 8.000.000,00
Total			\$ 39.850.400,00			\$ 17.058.000,00

Nota: los costos por unidad de los ítems analizados fueron los valores reales en los que incurrieron los agricultores para el desarrollo del cultivo comercial, el valor total es el estimado para una hectárea según las unidades demandadas para cada tratamiento.

Fuente. El autor

Teniendo en cuenta los resultados de las variables, número de frutas por planta y el peso de los frutos, se estimó la producción por hectárea, y teniendo en cuenta el precio en el mercado, se determinó la productividad en términos monetarios por hectárea del proyecto.

Tabla 2

Proyección de la rentabilidad por hectárea de patilla baby (Citrullus lanatus), bajo los sistemas de soporte vegetativo, en tutorado en espaldera y el convencional sobre el suelo

SISTEMA	Frutas por planta	Kilos por fruto	Total, kilos	Valor kilo	Valor total	Numero de planta	Total, producción
TUTORADO	5,08	2,33	11,8364	\$ 1.200,00	\$ 14.203,68	9000	\$ 127.833.120,00
CONVENCIONAL	3,8	2,98	11,324	\$ 1.200,00	\$ 13.588,80	5000	\$ 67.944.000,00

Nota: los datos de producción que se manejaron en la proyección son el resultado de las variables estudiadas en el presente trabajo, bajo el diseño estadístico especificado en la metodología.

Fuente. El autor

La densidad de plantas por hectárea es determinante para una mayor productividad, y poder superar la barrera de las 5000 plantas por hectárea, como tope máximo de la producción en suelo, gracias al manejo del tutorado en espaldera, es una alternativa viable y rentable.

Conclusiones

La implantación de estrategias que nos permite aumentar la densidad de siembra y la producción por unidad de área aprovechando de mejor manera los recursos disponibles como luminosidad diaria, aeración y espacios verticales se ha convertido un modelo de siembra rentable para los agricultores y beneficioso en la recuperación de suelos en este caso se aumentó la producción en un 88,1% por unidad de área así como la calidad de fruto permitiendo ser mucho más competitivos en mercados selectos de mayor valor comercial.

La calidad de los frutos en el manejo con tutorado en espaldera es de primera teniendo en cuenta frutos de entre 2 y 2.5 kl, de coloración homogénea, al no estar en contacto con el suelo, lo que permite su comercialización de manera más fácil, accediendo a mercados de almacenes de cadena e incluso poder acceder a mercados internacionales que demandan este tipo de frutas tropicales.

La implementación del cultivo de sandía Baby en el sistema de siembra de tutorado en espaldera nos permitió tener una mayor rentabilidad sobre el costo de producción, en comparación con los con el sistema convencional, adicionalmente nos proporciona productos de mayor calidad óptimos y aptos a las exigencias de los mercados selectos.

Recomendaciones

El resultado de este proyecto aplicado abarcó un solo ciclo productivo en un cultivo comercial, sin embargo, para analizar de forma más precisa, la implementación del tutorado como alternativa eficiente, económica y viable, se debe estudiar su manejo por lo menos por dos años de producción constante y poder incluir en el análisis otros factores como la degradación del tutorado, la presión de plagas y enfermedades entre otros aspectos importantes de la producción.

La forma como se sostienen los frutos de la patilla con el uso del tutorado en espaldera, puede ser también un foco de investigación, ya que se pueden implementar soportes integrales, que no solo sostienen el fruto, sino que además lo protejan del ataque de plagas o enfermedades, o de la radiación solar, mejorando la calidad del producto.

La implementación de la siembra en tutorado en espaldera se enfoca en guiar las plantas de forma vertical esto no debe afectar ni alterar los manejos agronómicos del cultivo como metodología de fertilización dosificación ni tiempo de aplicación en la planta la sandía es una planta de un ciclo de vida muy corto por lo cual se deben hacer aplicación en los tiempos exactos agregando las cantidades nutricionales que necesita la planta en el momento de igual forma en los programas de MIP y MIE

Referencias Bibliográficas

- Abaunza Ayala, D. E., & Arteche Pena, D. E. (1998). El cultivo de la Patilla O Patilla (*Citrullus Vulgaris*) (Doctoral dissertation, Universidad del Magdalena).
- DANE. (2020). El cultivo de patilla (*Citrullus lanatus*) en Colombia y un estudio de caso de costos de producción en el municipio de San Martín (Meta). Boletín mensual insumos y factores asociados a la producción agropecuaria marzo de 2020. 93, 1-7.
- Galindo, T., Polanía, J., Sánchez, J., Moreno, N., Vanegas, J., & Holguín, G. (2006). Efecto de inoculantes microbianos sobre la promoción de crecimiento de plántulas de mangle y plantas de *Citrullus vulgaris* San Andrés Isla, Colombia. Acta Biológica Colombiana, 11(1), 83-97.
- Orduz, J. O., León, G. A., Chacón Díaz, A., Linares, V. M., & Rey, C. A. (2000). El cultivo de la sandía o patilla (*Citrullus lanatus*) en el departamento del Meta (No. Doc. 21998) CO-BAC, Bogotá)
- Peñarrieta, L. (2015). Producción de sandía (*Citrullus lanatus*) con dos sistemas de tutorado en el Centro Experimental La Playita de la Universidad Técnica De Cotopaxi extensión La Maná 2015. Ingeniería Agronómica. UTC. La Maná. 52 p.
- Olalde Gutiérrez, VM, Mastache Lagunas, Á. A., Carreño Román, E., Martínez Serna, J., & Ramírez López, M. (2014). EL SISTEMA DE TUTORADO Y PODA SOBRE EL RENDIMIENTO DE PEPINO EN AMBIENTE PROTEGIDO. Interciencia , 39 (10), 712-717.