

# REVISTA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICOS

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE AGROFORESTERIA UNILLANOS



VOLUMEN 8 NÚMERO 2 AÑO 2017

## EDITORIAL

Las actividades de las comunidades generan conflictos porque cada individuo tiene su propia perspectiva de la vida y una manera inherente de actuar y de pensar, lo que dificulta la convivencia de una sociedad sin conflictos. Lo que sí es cierto, es que en un ambiente de democracia y dignidad, las conflictividades se deben tramitar pacíficamente para tomarlas como activo para el cambio social. En ese sentido, se comprende el postconflicto como una fase de transición que sigue a los acuerdos de paz, en los que nuestros campesinos y otras víctimas de la violencia, deberían ser actores protagonistas de este proceso de reconstrucción, y así lograr que la producción agropecuaria brille como alternativa de vida para nuestras futuras generaciones, siendo el desafío más importante transformar los criterios para que la violencia con connotaciones políticas no vuelva a aparecer en Colombia, confiando en que este proceso avance con capacidad de desarrollar conocimiento y propuestas alrededor de los retos de la transicionalidad y con el objetivo de innovar sistemas agropecuarios sostenibles, para cambiar aquellos aspectos negativos de manera estructural, implementado mecanismos de gobernabilidad territorial, cultura y educación para la paz.

Algunos lineamientos para la transformación del contexto agropecuario, a tener cuenta, es la crítica situación de la brecha significativa de desarrollo entre el campo y ciudades, puesto que las personas que viven en zonas rurales son 2.5 veces más pobres en comparación con quienes viven en las urbanas. Además, el fenómeno de drogas ilícitas, debido a que muchas familias campesinas se han visto obligadas a sembrar coca, como resultado de la situación de pobreza e informalidad en el campo. Para el abordaje de estas problemáticas, el gobierno nacional construyó la noción de “paz territorial”, pretendiendo enviar el mensaje de que reformas y políticas públicas contempladas en los Acuerdos deben contar con un esfuerzo descentralizador y de participación directa ciudadana para lograr la paz territorial, considerando alcanzar una verdadera transformación de los territorios y lograr que ciudadanos de las zonas rurales más afectadas tengan una vida digna, tal como lo estipula el artículo 366 de la Constitución de 1991.

**Z. MSc. Esp. MARÍA LIGIA ROA VEGA**

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS GRUPO DE INVESTIGACION DE AGROFORESTERIA

## **Uso de escamas y huesos de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y tilapia (*Oreochromis spp*) como correctivo del suelo**

### **Use of scales and bones of white cachama (*Piaractus brachypomus*) and tilapia (*Oreochromis spp.*) as soil corrective**

Perez Fajardo Esneyder Joany<sup>1</sup>, Arboleda Zapata Yurany Astrid<sup>1</sup> y  
Hurtado Nery Víctor Libardo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingenieros Agrónomos, Universidad de los Llanos y

<sup>2</sup>Médico Veterinario Zootecnista, MSc, PhD, Docente Universidad de los Llanos

[vhurtado@unillanos.edu.co](mailto:vhurtado@unillanos.edu.co)

Recibido 04 de Julio 2017, Aceptado 19 de Octubre 2017

### **RESUMEN**

La escama de pescado contiene elementos como el calcio, carbono y fósforo, que pueden aprovecharse con fines productivos agrícolas de importancia para la región de la Orinoquia colombiana, posibilitando el remplazo o la reducción de los productos químicos agrícolas que en la actualidad se utilizan para fertilizar el suelo, por lo tanto este trabajo se realizó con el objetivo de encontrar posibles alternativas de aprovechamiento de la escama y huesos de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y tilapia roja (*Oreochromis spp.*), que se producen como desechos en restaurantes, hogares y piscícolas, y algunos de ellos los vierten al ambiente natural circunvecino, generando impactos ecológicos aún no evaluados. Se realizó la extracción de los componentes minerales y orgánicos presentes en la escama y los huesos, para posteriormente aplicarlo en el suelo de parcelas de un m<sup>2</sup>, establecidas en campo y con previo análisis químico del mismo para conocer su composición; adicionalmente se utilizó un producto comercial (cal dolomita) para comparar la eficiencia de las dos enmiendas. Se encontraron diferencias ( $p < 0.05$ ) entre las dos fuentes de minerales, donde se destaca el incremento de fósforo en el suelo donde se ensayó la escama de pescado, cuyo nivel paso de 5.6 a 137 ppm, por lo tanto la escama de pescado podría ser utilizada como

enmienda para suelos ácidos, aunque su efectividad no es igual a una enmienda comercial, su funcionalidad es óptima.

**Palabras clave:** Enmienda, abono, fertilizante, suelo ácido, agricultura.

### ABSTRACT

The fish scale contains elements such as calcium, carbon and phosphorus, that can be used for agricultural productive purposes of importance to the region of the Colombian Orinoquia, enabling the replacement or reduction of agricultural chemicals that are currently used to fertilize the soil, therefore this work was done with the aim of finding possible alternative uses of the scales and bones of white cachama (*Piaractus brachypomus*) and red tilapia (*Oreochromis spp.*) that are produced as waste in restaurants, homes and fish farms, and some of them pour them into the surrounding natural environment, generating ecological impacts not yet evaluated. The extraction of the mineral and organic components present in the scale and bones was carried out, to later apply it on the floor of plots of one m<sup>2</sup>, established in the field and with previous chemical analysis of it to know its composition; in addition, a commercial product (dolomite lime) was used to compare the efficiency of the two amendments. Differences were found ( $p < 0.05$ ) between the two mineral sources, where the increase in phosphorus in the soil where the fish scale was tested is highlighted, whose level went from 5.6 to 137 ppm, therefore the fish scale could be used as an amendment for acid soils, although its effectiveness is not equal to a commercial amendment, its functionality is optimal.

**Keywords:** Amendment, compost, fertilizer, acid soil, agriculture.

### RESUMO

A escama de peixes contém elementos como cálcio, carbono e fósforo, que podem ser usado para fins produtivos agrícolas de importância para a região da Orinoquia colombiana, permitindo a substituição ou redução de produtos químicos agrícolas que atualmente são utilizados para fertilizar o solo, portanto, esse

trabalho foi realizado para encontrar possíveis alternativas de uso das escamas e ossos de cachama branca (*Piaractus brachypomus*) e tilapia vermelha (*Oreochromis spp.*) que são produzidos como resíduos em restaurantes, casas e fazendas de peixes, e alguns deles os derramam no ambiente natural circundante, gerando impactos ecológicos ainda não avaliados. Foi realizada a extração dos componentes minerais e orgânicos presentes na escala e nos ossos, para depois aplicá-lo no chão de parcelas de um m<sup>2</sup>, estabelecido no campo e com análises químico do mesmo para conhecer sua composição; além disso, um produto comercial (cal dolomita) foi utilizado para comparar a eficiência das duas emendas. Foram encontradas diferenças ( $p < 0,05$ ) entre as duas fontes minerais, onde é destacado o aumento de fósforo no solo onde a escama de peixe foi testada, cujo nível passou de 5,6 para 137 ppm, portanto a escama de peixe poderia ser usada como uma alteração para os solos ácidos, embora sua eficácia não seja igual a uma emenda comercial, sua funcionalidade é ótima.

**Palavras-chave:** Enmenda, compostagem, fertilizante, solo ácido, agricultura.

## INTRODUCCIÓN

La Encuesta Nacional Piscícola indica que la producción en Colombia en el 2012 alcanzó 64.021 toneladas de carne de pescado, siendo tilapia roja la especie con mayor aporte, seguida por la plateada y cachama, con 29.983, 14.400 y 9.659 toneladas respectivamente. La producción en el departamento del Meta, ocupó el segundo lugar a nivel nacional y primero en la Orinoquia, donde llegó a 7.023 toneladas, en la que la tilapia y cachama aportaron 3.731 y 3.221 toneladas respectivamente (CCI y MADR, 2012). La acuicultura es un renglón de la economía que presenta ritmos de crecimiento y rentabilidad superiores a otras actividades agropecuarias tradicionales (Guevara, 2009), y que en consecuencia, genera mejores beneficios al productor y contribuye al desarrollo global de la nación, aportando 21 mil empleos y se espera contribuir dentro del Acuerdo Nacional de Competitividad con 136 mil para el año 2020 (MADR, 2005); además se señala que, el consumo de pescado es una fuente importante de fósforo (P), proteínas de alta calidad nutricional y ácidos grasos esenciales como los Omega-3

que ejercen un efecto protector contra riesgos cardiovasculares (Perea *et al.*, 2008).

Al mismo tiempo, la producción piscícola genera problemas ambientales en las fases de levante, engorde, transformación y fileteado, en las cuales se desvían los cursos de fuentes hídricas, contaminando el agua con las escamas e incluso vísceras que se desechan, puesto que culturalmente los residuos no se aprovechan dentro del mismo u otros procesos productivos (Velasco *et al.*, 2012). En el caso específico de la escama, si se toma en consideración que cerca del 8% de la masa total de cada individuo de cachama o tilapia le corresponde a este residuo (Gómez *et al.*, 2017), se podría estimar que se descargaron, a receptores naturales, a nivel nacional y en el departamento del Meta por encima de 5.121 y 556 toneladas respectivamente en el año 2012; lo anterior es preocupante, si se tiene en cuenta que en Colombia a partir del año 2000 la acuicultura de agua dulce ha mantenido una dinámica de crecimiento continuo (Merino *et al.*, 2013).

Por lo anterior es importante desarrollar procesos acuícolas en los que se potencien los aspectos económicos y sociales inherentes a la actividad, pero que además, se orienten a la superación de los problemas de insostenibilidad que en diferentes regiones hacen presencia (Ponce *et al.*, 2006). De manera que, las perspectivas de la acuicultura a nivel mundial, regional y local se fundamentan en alternativas de aprovechamiento integral y racional de los recursos involucrados, y la distribución equitativa de los beneficios que brinda la producción (Brugère y Ridler, 2005). En este contexto se planteó este trabajo orientado al estudio de posibles alternativas de aprovechamiento de la escama de cachama y tilapia, con fundamento en las siguientes consideraciones: 1) La escama, que de conformidad con la información relacionada (Hurtado *et al.*, 2013), puede contener hidroxiapatita ( $\text{Ca}_{10}\text{PO}_4\text{OH}$ ), carbonato de calcio y una capa profunda de colágeno, constituyentes de dos fases, la mineral y orgánica por la presencia de compuestos de carbono. 2) Son ampliamente conocidas las técnicas generales de extracción de sustancias orgánicas con solventes (Valcárcel y Gómez, 1988), que además pueden permitir la separación de las fases mineral (sólida) y orgánica (en

solución). 3) Se ha logrado aislar, extraer y caracterizar colágeno e hidroxiapatita a partir de materiales de origen animal (Rivera *et al.*, 2003). La extracción con solventes, preferencialmente, con agua, ofrece importantes ventajas, por su bajos costos, toxicidad y peligrosidad de manejo, y relativa abundancia (Audisio *et al.*, 2014; Gálvez, 2016); de esta manera, la fase sólida contendría el calcio y el fósforo y la solución el colágeno, de los cuales los dos primeros podrían aprovecharse en ensayos de enmiendas para suelos ácidos

### **Cachama blanca (*Piaractus brachypomus*)**

La cachama blanca empezó a producirse desde 1983, con un promedio de 50 toneladas/año, y en la actualidad se obtienen entre 16.000 a 18.000 toneladas/año; su importancia comercial radica en la excelente calidad y sabor de su carne, que le da buena aceptación en el mercado; igualmente, su valor productivo depende de sus hábitos omnívoros con tendencia al consumo de frutos y semillas que le permite aceptar diferentes tipos de alimentos naturales, logrando altas tasas de conversión alimenticia (Mesa y Botero, 2007). Es una de las especies recomendables a ser explotada con estos fines comerciales, siendo un pez nativo de las regiones de la Amazonia y la Orinoquia de Sur América, de la Familia *Characidae*, Subfamilia *Serrasalminae*, que junto con la cachama negra (*Colossoma macroporum*) comparten igual número de cromosomas ( $2n= 54$ ). La especie es de gran rusticidad, adaptable a condiciones limnológicas desfavorables, presenta buenos parámetros productivos con excelente palatabilidad; anatómicamente está conformada por cabeza grande, cuerpo en forma de globo, aletas dorsal, caudal y anal bien desarrolladas, además presenta un par de aletas pectorales y un par de aletas pélvicas las cuales son de color rojizo-naranja; una aleta adiposa gruesa y pequeña, característico de los miembros más primitivos de los teleósteos (Parrado, 2012).

### **Tilapia roja (*Oreochromis sp.*)**

La tilapia roja es el resultado de varios cruces de esta misma especie, se originaron en África, es altamente filtradora, y son muy utilizadas en la producción

piscícola. Para su cultivo se debe contar con poblaciones monosexo de machos por su mejor crecimiento y para evitar su pronta reproducción que traería serios problemas de superpoblación y competencia por oxígeno, espacio y alimento, y con ello la rápida propagación de enfermedades (López *et al.*, 2007).

### **Enmiendas utilizadas en la agricultura**

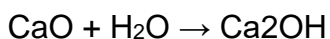
En agricultura se conoce por enmiendas aquellas sustancias que se incorporan al suelo, actuando principalmente sobre su textura, corrigiendo problemas de compactación o exceso de soltura, y modificando las reacciones químicas y/o biológicas, estimulándolas en diversas formas. Se debe mencionar que la cal actúa en parte como abono por su acción directa en la formación de tejidos vegetales, así como también interviene en la movilización de diversos elementos del suelo; dentro de las enmiendas calcáreas se encuentran el carbonato de calcio, la cal viva, la cal apagada y el yeso (Rincón *et al.*, 2012).

- **Oxido de calcio (CaO):** También conocido como cal viva o cal quemada, es un polvo blanco muy difícil y desagradable de manejar. Se fabrica calcinando al horno piedra caliza lo que produce la siguiente reacción:

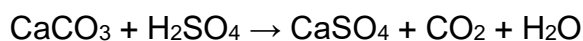


Cuando se aplica en suelo ácido se observan de inmediato cambios en el suelo, generando una reacción exotérmica que se debe a que, por ser un óxido se incorpora rápidamente al ponerse en contacto con el agua provocando una liberación de iones  $\text{OH}^-$  (Solano, 2013).

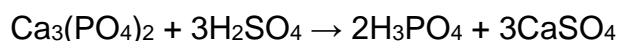
- **Hidróxido de calcio:** También conocido como cal apagada ( $\text{Ca}_2\text{OH}$ ), es un cristal incoloro o polvo blanco cáustico, obtenido al reaccionar óxido de calcio con agua. Puede también precipitarse mezclando una solución de cloruro de calcio con una de hidróxido de sodio (Culqui, 2017).



- **Cal agrícola o calcita:** Es el material más utilizado para encalar los suelos y contiene principalmente carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Se obtiene a partir de la roca caliza y roca calcárea o calcita que se muele y luego se cierne en mallas de diferente tamaño; en su forma pura contiene 40% de Ca (Molina, 1998).
- **Dolomita:** Se le domina así al carbonato doble de calcio con magnesio ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ), el material puro contiene 21.6% de Ca y 13.1% de Mg. Aunque la dolomita reacciona más lentamente en el suelo que la calcita, tiene la ventaja de que suministra Mg, elemento con frecuencia deficiente en suelos ácidos (Molina, 1998).
- **Yeso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ):** Se puede encontrar de forma común en la naturaleza debido a la precipitación del sulfato de calcio que tiene lugar en el agua del mar y suele encontrarse relacionado con la caliza, gracias a la acción del ácido sulfúrico que procede de los volcanes, a través de la siguiente reacción:



El yeso se puede obtener también de manera artificial, como un subproducto del  $\text{H}_3\text{PO}_4$  partiendo del  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , siguiendo la reacción:



Si se añade ácido sulfúrico a las rocas fosfatadas, se consigue una mezcla de yeso, con sulfato monocálcico y dicálcico; dicha mezcla es utilizada como fertilizante, dándosele el nombre de superfosfato (Martinez, 1999).

El creciente aprovechamiento en el departamento del Meta, en la Orinoquia y el país en general, en la producción de alimentos, de especies cultivadas en cautiverio como la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y tilapia roja (*Oreochromis spp*), genera considerables cantidades de escama y huesos que en forma de desechos, por lo general, son descargados al ambiente circunvecino, en particular a fuentes hídricas, generando procesos de deterioro del medio natural (Borja, 2011). Al mismo tiempo la escama y los huesos contienen sustancias valiosas que podrían ser aprovechadas en actividades agrícolas de interés local, y al tiempo reducir los procesos de contaminación ambiental, dándole uso a



materiales que hoy se desechan y no se aprovechan; de esta manera, se lograría utilizar materiales que en la actualidad, se acumulan y dispersan de manera progresiva en la región, es decir, aprovecharlos en procesos productivos comunes, aportando elementos básicos para la solución de problemas ambientales regionales vigentes y ofrecer alternativas a la producción agrícola local. Por lo anterior el objetivo de este trabajo fue evaluar alternativas de aprovechamiento de la escama de cachama blanca y tilapia roja, en procesos de producción agrícola, para el departamento del Meta y la Orinoquia colombiana.

### **METODOLOGÍA**

Este trabajo se realizó en la granja Barcelona de la Universidad de los Llanos sede Barcelona; ubicada en el municipio de Villavicencio, kilómetro 7 vía Puerto López, localizada a 384 msnm, latitud, 04°04 26.08 longitud, 73°34 50.52 oeste. Las condiciones climáticas presentadas durante el establecimiento y evaluación del ensayo fueron: temperatura ( $T^{\circ}$ ) máxima: 34°C,  $T^{\circ}$  mínima: 15°C,  $T^{\circ}$  media: 25°C, precipitación 464.8-156.2 mm, humedad relativa 78-74%, brillo solar 155-160 horas (IDEAM, 2016).

La extracción de las sustancias presentes en la escama de pescado se hizo por el método Soxhlet (extracción continua), por reflujo y destilación con arrastre de vapor de agua, para lo cual se colocaron los 7 kg de escama de pescado en un recipiente y se le agregó agua hasta que la escama quedó totalmente cubierta, posteriormente se llevó a fuego constante durante aproximadamente 6 horas, se le retiró el agua y se llevó a las bandejas de secado donde se dejaron a temperatura ambiente por 24 horas, luego se empacaron en papel aluminio y se llevaron a la mufla por 48 horas a 100°C, una vez a temperatura ambiente se molieron obteniéndose un polvo fino, blanquecino y casi inoloro. Luego se llevaron 100 g de muestra al laboratorio donde se realizó análisis, encontrándose un contenido adecuado de  $\text{CaCO}_3$  (41.66%), puesto que está por encima de los contenidos teóricos (39.84%) de la composición de la hidroxiapatita  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , sustancia comúnmente presente en la escama y huesos de cachama y tilapia roja; el carbonato de magnesio fue 1.75%.

Se evaluaron tres tratamientos, los cuales consistieron en un testigo sin aplicación, el segundo con un kg de la escama de pescado y el tercero con cal dolomita en parcelas de 1 m<sup>2</sup> en un lote de la granja de la universidad, en el cual previamente se habían tomado muestras para análisis de suelo para determinar los niveles iniciales de pH, calcio y fósforo, y con ello poder estimar sus variaciones; 20 días después de la aplicación de las diferentes enmiendas, se realizó nuevamente el análisis de suelo.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Suelo antes de la aplicación de enmiendas**

La materia orgánica presente en este suelo estuvo entre 3.4 a 3.6% (Tabla 1), es decir que se encuentra en nivel medio respecto a este contenido, aunque es apto para cualquier tipo de cultivo, además está condicionada a la cantidad, tipo y actividad microbiana del suelo, porque el mantenimiento de la fertilidad biológica sugiere inalterabilidad del ambiente, y en este aspecto son varias las ventajas, debido a que estos microorganismos participan en procesos de humificación y mineralización de la materia orgánica, fijación biológica de nitrógeno, solubilización de componentes minerales del suelo (asociación micorrízica) y reducción de nitratos y sulfatos (Almendros *et al.*, 1984).

El pH del suelo es ácido, estando entre 4.7 y 5.1 (Tabla 1), lo cual influye de forma indirecta en procesos químicos y biológicos, disponibilidad de nutrientes y actividad microbiana. Está definido como el logaritmo inverso de la actividad de iones hidrógeno en la solución suelo. Normalmente el rango de pH de los suelos varía entre 3.5 a 9.0, la razón por la que no se alcanza valores extremos de 0 ó 14 se debe a que la solución del suelo es coloidal. A la mayoría de especies vegetales, les favorece pH entre 5.5 a 7.5, pero cada especie y variedad tiene un rango específico donde se desarrolla mejor; normalmente entre 6.5 y 7.0 es el rango que se maneja para cultivos que están en fertirrigación. Un pH neutro o poco ácido, entre 5 y 7 favorece la disponibilidad de la mayoría de los nutrientes; los valores altos hacen menos disponible algunos nutrientes, entre ellos el fósforo,

mientras que un pH muy bajo puede insolubilizar algunos nutrientes y movilizar aluminio ( $Al^{+3}$ ), porque este catión es soluble a pH ácido, y en estas condiciones, inhibe el crecimiento de muchas especies, puesto que impide la absorción de hierro y algunos procesos metabólicos (Ramos y Zúñiga, 2008).

El contenido de calcio (Ca) estuvo entre 2 a 2.6 meq/100 g suelo, encontrándose este valor en un nivel más bajo que el ideal (5 meq/100 g). Cuando se agrega cal (carbonato de calcio), el Ca desplaza al hidrógeno (H) presente en la superficie de las partículas de suelo, disminuyendo su acidez; es esencial para los microorganismos que transforman los residuos de cultivos en materia orgánica, quienes liberan nutrientes y mejoran tanto la estructura como la capacidad del suelo de almacenar agua; ayuda a las bacterias del género *Rhizobium* a convertir el nitrógeno (N) atmosférico en compuestos nitrogenados que las leguminosas pueden utilizar, mejora la absorción de otros nutrientes por las raíces, así como su translocación en la planta. El Ca es vital para varios procesos en la planta, incluyendo los siguientes: Conversión del nitrato ( $NO_3-N$ ) a formas necesarias para la formación de proteínas, activación de varios sistemas enzimáticos que controlan el crecimiento de la planta, el Ca se necesita para la formación de paredes celulares y para asegurar una división celular normal, y contribuye a mejorar la resistencia a enfermedades. El Ca, junto con el magnesio (Mg) y el potasio (K), ayudan a neutralizar los ácidos orgánicos presentes en la planta (Higuera *et al.*, 2012).

Siendo el fósforo fundamental para la nutrición de las plantas, su concentración es baja, entre 4.7 a 6.1 ppm (Tabla 1), siendo el nivel 15 ppm y alto superior a 30 ppm, según la escala comparativa de contenido de este mineral en el suelo. Este elemento se absorbe en forma de fosfatos mono y diácidos; por su poca movilidad, y tendencia a formar componentes fosforados no disponibles para las plantas es que debe ser considerado uno de los elementos más críticos, aunque en la planta su contenido es menor que el nitrógeno, potasio, y calcio, es un factor limitante de mayor importancia que el calcio y el potasio. Este mineral es importante para la calidad y precocidad a las plantas, puesto que adelanta su maduración, a

diferencia del nitrógeno que tiende a prolongar el crecimiento vegetativo. Se encuentra en toda la planta, y especialmente en los tejidos jóvenes y órganos de reserva; en los primeros interviene en la síntesis proteica y contribuye al desarrollo radicular, y en los últimos (semillas y tubérculos) forma parte de fosfolípidos y ácidos nucleicos; también ayuda a la acumulación de energía y combustible para todas las actividades bioquímicas de las células porque forma parte del adenosin trifosfato (ATP) (Mendoza, 1980).

**Tabla 1.** Análisis del suelo antes y después de los tratamientos

Parámetro	Testigo*	Cal dolomita		Escamas	
		Antes	Después	Antes	Después
Materia orgánica (%)	3.6	3.3	3.0	3.4	3.2
pH	5.1	4.7	4.9	6.1	4.8
Ca (ppm)	2.6	2	10.65	2.2	4.35
P(ppm)	5.6	6.1	4.7	3.9	137

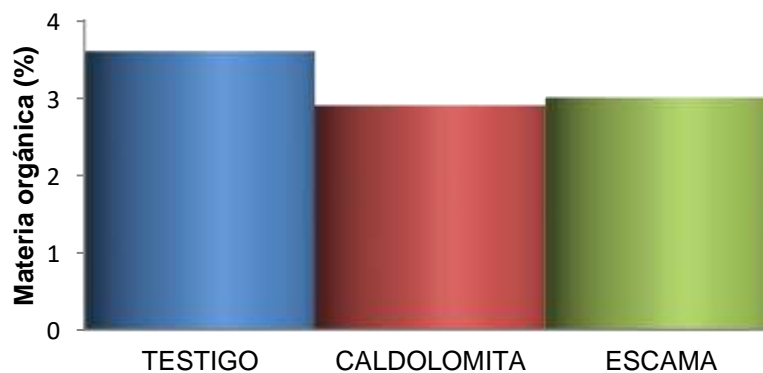
\* Al testigo no se le realizó análisis de suelos posterior asumiéndose que su composición se mantuvo igual.

### Análisis de suelos post aplicación de enmiendas

La materia orgánica contiene sustancias variadas de color pardo y negruzco, que resultan de la descomposición del material vegetal, además contiene aproximadamente un 5% de nitrógeno, y tiene efecto sobre las propiedades físicas del suelo, formando agregados y dando estabilidad estructural, uniéndose a las arcillas y formando el complejo de cambio, favoreciendo la penetración del agua y su retención, disminuyendo la erosión y favoreciendo el intercambio gaseoso (Di Ciocco *et al.*, 2014). En el suelo del experimento, la materia orgánica disminuyó posterior a la aplicación tanto de cal como de escama de pescado (Figura 1).

Las sustancias húmicas se consideran la parte más recalcitrante y estable de la materia orgánica del suelo (Jindo *et al.*, 2015). En el grupo de los ácidos húmicos están englobadas las materias que se extraen del suelo por distintos disolventes

(NaOH, KOH, NH<sub>4</sub>OH, Na<sub>2</sub>HCO<sub>3</sub>, Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, NaF, oxalato sódico y otros), que al acidificarse con ácidos minerales se precipitan de las soluciones. A pesar de la diversidad de los ácidos húmicos en los distintos suelos, turbas, restos vegetales en descomposición, éstos conservan sus principios de estructura muy semejantes; los grupos característicos de los ácidos húmicos son los carboxilos e hidroxilos fenólicos, cuyo hidrógeno es susceptible a las reacciones de sustitución. Los ácidos húmicos son ácidos polibásicos de débil disociación que tienen el punto de equivalencia cerca de un pH de 8-9; aparte de los grupos carboxílicos, fenólicos y alcohólicos, hay en los ácidos húmicos grupos metoxílicos OCH<sub>3</sub>, cuya cantidad en los distintos representantes es oscilante, al aplicarse las enmiendas se puede inferir que se generaron condiciones ambientales favorables para un incremento en la flora microbiana que favorecieron el incremento en las cantidades de nitrógeno asimilable y una reducción de materia orgánica (Lobartini y Orioli, 1996).

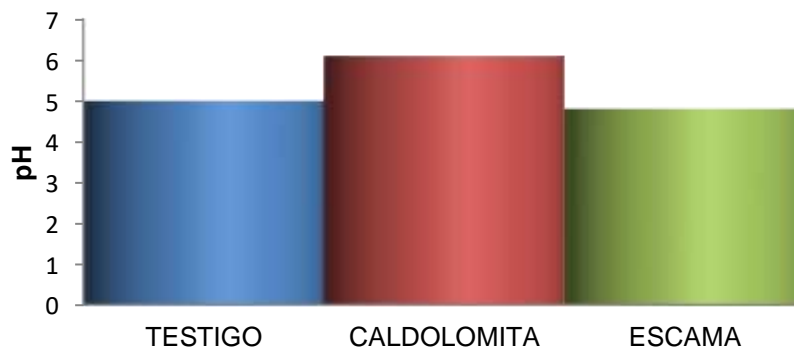


**Figura 1.** Comparación de la materia orgánica

Los ácidos húmicos en su composición molecular tienen iones de hidrógeno con enlaces muy débiles que en grandes cantidades pueden ocasionar la acidificación del suelo, al aplicar calcio al suelo reaccionan sobre dicho elemento, en este sentido el encalamiento influye sobre los efectos de la disponibilidad del nitrógeno, fósforo, potasio y algunos oligoelementos. Otro efecto de la aplicación de las enmiendas sobre la materia orgánica es que estimulan el metabolismo general de

los organismos heterótrofos del suelo, con una mayor rapidez de mineralización de la materia orgánica. La mayoría de las bacterias del suelo responsables de la conversión de  $\text{NH}_4$  a  $\text{NO}_3$  requieren grandes cantidades de calcio activo, como consecuencia, el proceso de nitrificación queda favorecido. También el proceso de fijación del nitrógeno tanto simbiótico como no simbiótico, se favorece con una correcta adición de calcio, en ambos casos, los microorganismos fijadores requieren cantidades altas de calcio para el desarrollo de su actividad (Ramos *et al.*, 2016).

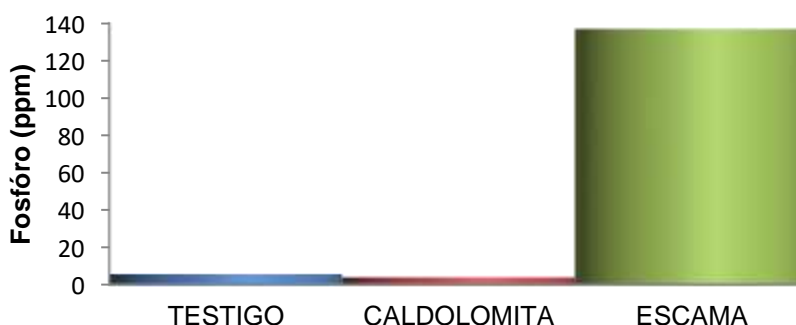
Con relación al pH, no se presentaron mayores cambios en referencia a su acidez, aunque gráficamente se evidenció un aumento en el pH posterior a la aplicación de cal (Figura 2), lo anterior porque la cantidad utilizada de enmiendas (10 ton/ha) no fue suficiente, puesto que la cantidad necesaria para obtener una respuesta favorable es 20 toneladas por hectárea (Osorio, 2012).



**Figura 2.** Respuesta de pH a los tratamientos

En los suelos se observó un alto incremento de este elemento, el cual paso de 3.9 ppm antes de la aplicación de enmiendas a 137 ppm con escama de pescado, y bajó de 6.1 a 3.5 ppm con cal dolomita (Figura 3), lo cual es debido a la composición química de la escama de pescado que es rica en este elemento (190 mg/100 g de fósforo). Al ir aumentando la acidez del suelo aumenta también la solubilidad de los hidroxilos libres de hierro y aluminio originándose  $\text{Fe}^{+3}$  y  $\text{Al}^{+3}$  que

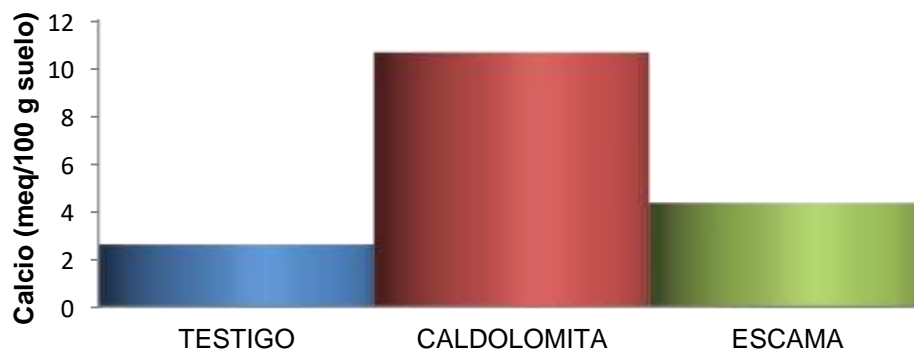
pasan a la disolución, en estas condiciones de alta acidez tanto hierro como los aluminio precipitan inmediatamente los  $\text{PO}_4\text{H}_2$  también presentes en la disolución, originándose compuestos insolubles en los que el fósforo resulta inservible para la planta (Daza *et al.*, 2006). Otras formas de insolubilización del fósforo que normalmente se presentan en suelos moderadamente ácidos son reacciones en las que se encuentran involucradas las arcillas donde las fijaciones y cambio de aniones se producen según el mecanismo análogo de cambio de cationes; el poder de fijación varía dependiendo del número de arcillas, puesto que aumenta o disminuye el diámetro de su partícula, indicativo de un intercambio aniónico (Mombiela y Mateo, 1982). En síntesis, el contenido de fósforo encontrado en la escama de pescado es alto y su movimiento en el suelo es bajo.



**Figura 3.** Variación del contenido de fósforo en respuesta a los tratamientos

En el suelo pre aplicación de enmiendas, el contenido de calcio era 2 y 2.2 meq/100 g lo cual es una apreciación media, posterior a la aplicación de cal dolomita subió a 10.65 ppm, mientras que con la escama de pescado llegó a 4.35 ppm (Figura 4). Cuando se aplican las dos enmiendas (cal dolomita y escama) cierta proporción tiende a solubilizarse y a cambiar a la forma bicarbonatada debido al ácido carbónico del suelo; simultáneamente a este proceso disolutivo los coloides del suelo comienzan a fijar el calcio, los cuales pueden ser absorbidos directamente de la disolución del suelo o de los compuestos cálcicos aun no

solubilizados. El posible resultado de los niveles tan altos tanto de calcio como de fosforo, puede haber sido porque los cationes disociados en la disolución junto con iones bicarbonato no han actuado como base intercambiable absorbida al coloide, y como calcio en forma de carbonato sólido, de esta forma la reserva cálcica tanto de carbonatos como de iones absorbidos proporcionan gradualmente  $\text{Ca}^{+2}$  a la disolución del suelo por cambio catiónico; con el tiempo, las partículas de los carbonatos cálcicos añadidos desaparecen puesto que en ese momento el complejo coloidal empieza a perder parte de calcio absorbido, al intercambiarse con los hidrogeniones proporcionados por el ácido carbónico. Los compuestos solubles del calcio son eliminados por lixiviación, y el porcentaje de saturación de bases y pH se reduce gradualmente (Alfaro *et al.*, 1998).



**Figura 4.** Cantidad de calcio en el suelo

## CONCLUSIÓN

Los resultados del ensayo usando escama como enmienda en suelos con altos contenidos de aluminio, y bajos en calcio y fosforo, muestran mejorías importantes en el contenido de sus elementos, por lo tanto la escama de pescado podría ser utilizada como enmienda para suelos ácidos, aunque su efectividad no es igual a una enmienda comercial, su funcionalidad es óptima; además desde una perspectiva ecológica se presenta una alternativa para la disposición final de la



escama, con lo cual se mejoran elementos del suelo y al mismo tiempo se evita la contaminación de aguas con la escama.

### RECOMENDACIONES

Estudiar con mayor detenimiento los posibles cambios que produce la escama de pescado como enmienda enfocándose en la relación planta-suelo. Estudiar la posibilidad de hacer estudios de tallos por medio de Nitrachec y observar las cantidades de nitritos disponibles en la planta. Obtener las condiciones óptimas para desarrollar un proyecto a grande escala.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alfaro M., Teuber N., Dumont J.C., Medone F. Efecto del carbonato de calcio en el establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Chiloé. *Agricultura Técnica (Chile)*. 58 (3): 173-180. 1998.
2. Almendros G., Polo A., Ibáñez J., Lobo M. Contribución al estudio de la influencia de los incendios forestales en las características de la materia orgánica del suelo. *Revue d'Ecologie et de Biologie u Sol*. 21 (1): 7-20. 1984.
3. Audisio S.A., Vaquero P.G., Torres P.A., Verna E.C., Ocampo L.N., Ratusnu V., Cristofolini A.L., Merkis C.I. Obtención, caracterización y almacenamiento de matriz ósea desmineralizada. *Rev Med Vet (B Aires)*. 95 (2): 27-34. 2014.
4. Borja A. Los impactos ambientales de la acuicultura y la sostenibilidad de esta actividad. *Boletín. Instituto Español de Oceanografía*. 18 (1-4): 41-49. 2011.
5. Brugère C., Ridler N. Perspectivas de la acuicultura mundial en los próximos decenios: análisis de los pronósticos para 2030 de la producción acuícola de los principales países. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia. 53 p. 2005.
6. CCI, Corporación Colombia Internacional y MADR, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Encuesta Nacional Piscícola. Bogotá DC., Colombia. 20 p. 2012.
7. Culqui M.A. Influencia de la calidad de las calizas para la producción de cal viva en la calera la Conga del caserío de Sogorón Alto Distrito de la Encañada, Cajamarca 2017, Ingeniero de Minas. Facultad de Ingeniería, Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. 27 p. 2017.
8. Daza M.C., Álvarez J.G., Rojas L.A. Efecto de materiales orgánicos e inorgánicos sobre las fracciones de fósforo de un Oxisol de los Llanos Orientales colombianos. *Agronomía Colombiana*. 24 (2): 326-333. 2006.
9. Di Ciocco C.A., Sandler R.V., Falco L.B., Coviella C.E. Actividad microbiológica de un suelo sometido a distintos usos y su relación con variables físico-químicas. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*. 46 (1): 73-58. 2014.

10. Gálvez D.C. Obtención y caracterización de hidroxiapatita dopada con nanopartículas de ZnO con potenciales aplicaciones biomédicas, Magister en Física. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física y Química, Universidad Nacional de Colombia-Sede Manizales, Manizales, Colombia. 58 p. 2016.
11. Gómez A.G., Ramos R., Salazar H.T. Aprovechamiento de las escamas de la industria acuícola en el departamento del Huila, Colombia. *Producción + Limpia*. 11 (2): 102-110. 2017.
12. Guevara C.E. Estudio de factibilidad y puesta en marcha de una empresa productora y comercializadora de mojarra roja, Ingeniero Industrial. Escuela de Ingeniería y Administración. Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, Bucaramanga. 136 p. 2009.
13. Higuera C.H., Gómez J.C., Pardo Ó.E. Caracterización de un suelo arcilloso tratado con hidróxido de calcio. *Revista Facultad de Ingeniería*. 21 (32): 21-40. 2012.
14. Hurtado V.L., Herrera Y.M., Gómez D.A. Efecto del uso de la escama de pescado en la alimentación de codornices sobre la calidad del huevo. *CITECSA*. 4 (6): 59-69. 2013.
15. IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. *Tiempo y clima*. 2016. Recuperado 16 Diciembre 2016. Disponible [En: http://www.ideam.gov.co/](http://www.ideam.gov.co/)
16. Jindo K., Chocano C., Melgares de Aguilar J., González D., Hernández T., García C. Efecto de la aplicación de compost en las fracciones de carbono y humificación del suelo en una finca ecológica frutícola. *En: V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA (7 al 9 de octubre de 2015, La Plata)*. 2015.
17. Lobartini J., Orioli G. Las sustancias húmicas y la nutrición vegetal. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*. 101 (2): 201-209. 1996.
18. López C.A., Carvajal D.L., Botero M.C. Masculinización de tilapia roja (*Oreochromis spp*) por inmersión utilizando 17 alfa-metiltestosterona. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 20 (3): 318-326. 2007.
19. MADR, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Acuerdo de competitividad de la cadena de la piscicultura en Colombia. Bogotá DC., Colombia. 43 p. 2005.
20. Martínez M.C. Estudio económico-técnico de la explotación de sulfato sódico y diseño de la mina de yeso en Belorado-Burgos-España, Ingeniero de Minas. Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. 1999.
21. Mendoza R.E. Adsorción de fósforo en el suelo y su relación con la producción de dos especies forrajeras. *Revista de la Facultad de Agronomía*. 1 (2): 19-30. 1980.
22. Merino M.C., Bonilla S.P., Bages F., Diagnóstico del estado de la acuicultura en Colombia. Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia AUNAP-FAO. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Bogotá, Colombia. 160 p. 2013.

23. Mesa M.N., Botero M.C. La cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), una especie potencial para el mejoramiento genético. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 20 (1): 79-86. 2007.
24. Molina E. *Acidez de suelo y encalado*, 1998.
25. Mombiola F.A., Mateo M.E. Respuesta a seis dosis de P y de cal en el establecimiento de praderas permanentes en dos tipos de suelos gallegos a monte. *Pastos*. 12 (1): 187-201. 1982.
26. Osorio N.W. Como determinar los requerimientos de cal del suelo. *Manejo integral del suelo y nutrición vegetal*. 1 (5): 1-6. 2012.
27. Parrado Y.A. Historia de la acuicultura en Colombia. *AquaTIC*. (37): 60-77. 2012.
28. Perea A., Gómez E., Mayorga Y., Triana C.Y. Caracterización nutricional de pescados de producción y consumo regional en Bucaramanga, Colombia. *Archivos latinoamericanos de nutrición*. 58 (1): 91-97. 2008.
29. Ponce J.T., Romero O., Castillo S., Arteaga P., Ulloa M., González R., Febrero I., Esparza H. El desarrollo sostenible de la acuicultura en América Latina. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*. 7 (07): 1-16. 2006.
30. Ramos C., Obrador J., García E., Pérez J., Carrillo E. Efecto del encalado en la materia orgánica del suelo en un sistema agroforestal. *Agroproductividad*. 9 (12): 28-33. 2016.
31. Ramos E., Zúñiga D. Efecto de la humedad, temperatura y pH del suelo en la actividad microbiana a nivel de laboratorio. *Ecología aplicada*. 7 (1-2): 123-130. 2008.
32. Rincón Á., Baquero J., Hernando F. Manejo de la nutrición mineral en sistemas ganaderos de los Llanos Orientales de Colombia. CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Villavicencio, Meta, Colombia). 164 p. 2012.
33. Rivera J.A., Riaño C.H., Monsalve P.A., Osorio A. Injertos óseos-Nueva alternativa. Fase I. Extracción de proteínas morfogenéticas parcialmente purificadas de hueso bovino. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 16 (2): 139-146. 2003.
34. Solano M. Evaluación de dosis y fuentes de enmiendas en la fertilidad del suelo y el crecimiento de plantas de banano in vitro en condiciones de vivero, Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Fitotecnia. Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Costa Rica, Costa Rica. 64 p. 2013.
35. Valcárcel C.M., Gómez H.A. Técnicas analíticas de separación. Editorial Reverté S.A, Barcelona, España. 779 p. 1988.
36. Velasco P., Calvario O., Pulido G., Acevedo O., Castro J., Román A. Problemática ambiental de la actividad piscícola en el estado de Hidalgo, México. *Ingeniería*. 16 (3): 165-174. 2012.

## **Comportamiento agronómico en fase vegetativa de vitroplantas de plátano hartón (*Musa AAB*, Simmonds)**

**Agronomic performance in vegetative stage of hartón vitroplants (*Musa AAB*, Simmonds)**

Ramírez Duarte Luz Angélica<sup>1</sup>, Ladino Botero Diego Felipe<sup>1</sup> y  
Carmen Carrillo Nydia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>I.A., Universidad de los Llanos y

<sup>2</sup>I.A., MSc. Docente Universidad de los Llanos

[ncarmen@unillanos.edu.co](mailto:ncarmen@unillanos.edu.co)

Recibido 31 de Mayo 2'17, Aceptado 28 de Agosto 2017

### **RESUMEN**

Con el fin de estudiar el comportamiento agronómico en fase vegetativa de vitroplantas de plátano hartón para las condiciones del municipio de Granada, en el departamento del Meta, se realizó la evaluación de las variables: altura, diámetro del pseudotallo, número de hojas, tasa de emisión foliar y duración de ciclo vegetativo; en dos experimentos que abarcaron tanto la fase de vivero (aclimatación) como la de campo (sitio definitivo). Se realizó la comparación con plantas provenientes de cormo y se evaluó la estabilidad de los materiales, el porcentaje de plantas con variaciones somaclonales morfológicas e incidencia de *Ralstonia solanacearum*. Para el primer experimento se estableció un diseño de bloques completos al azar, con un total de tres (3) tratamientos, tres (3) repeticiones y seis (6) submuestras; la unidad experimental correspondió a 30 plantas, para un total de 270 plantas. Los tratamientos consistieron en suelo con cascarilla de arroz quemada más abono orgánico con 10.9% de calcio (Ca) (T1), 16.9% de Ca (T2) y 22% de Ca (T3), con una proporción 2:2:1 (V/V) de suelo, cascarilla y materia orgánica comercial, respectivamente. En el segundo experimento, se trabajó bajo el mismo diseño, pero con cuatro (4) tratamientos, cuatro (4) repeticiones y seis (6) submuestras. La unidad experimental trabajada fue de 20 plantas establecidas en campo a distancias de 2x2 m, para una

densidad de 2500 plantas/ha. Los tratamientos 1, 2 y 3 del segundo experimento correspondieron a los mismos del experimento anteriormente descrito, y se compararon con un tratamiento control (T4), es decir colinos comerciales. El análisis de varianza y las pruebas de comparación de medias indicaron que no hubo diferencia ( $P>0.05$ ) en altura, diámetro de pseudotallo y número de hojas emitidas entre los tratamientos durante la fase de vivero; en campo las plantas provenientes de cultivo *in vitro* presentaron mayor crecimiento en altura y diámetro del pseudotallo ( $P<0.05$ ), que las plantas provenientes de cormo. La duración de ciclo vegetativo fue mayor ( $P<0.05$ ) para el material procedente de micropropagación en aproximadamente 5 semanas, el cual presentó un 2% de variaciones somaclonales, una reversión al clon dominico del 10.8% y una incidencia de *Ralstonia solanacearum* del 0.83%.

**Palabras clave:** Micropropagación, colino, vivero, siembra, cultivo.

### ABSTRACT

In order to study the agronomic behavior in the vegetative phase of vitroplants of hartón banana for the conditions of the municipality of Granada, in the department of Meta, the evaluation of variables was performed: height, diameter of the pseudostem, number of leaves, leaf emission rate and duration of the vegetative cycle; in two experiments that included both the nursery phase (acclimation) and the field (final site). The comparison was made with plants from corm and the stability of the materials was evaluated, the percentage of plants with morphological somaclonal variations and incidence of *Ralstonia solanacearum*. For the first experiment a complete random block design was established, with a total of three (3) treatments, three (3) replicates and six (6) subsamples; the experimental unit corresponded to 30 plants, for a total of 270 plants. The treatments consisted of soil with burned husk of rice more organic fertilizer with 10.9% of calcium (Ca) (T1), 16.9% of Ca (T2) and 22% of Ca (T3), with a 2:2:1 (V/V) ratio of soil, husk and commercial organic matter, respectively. In the second experiment, we worked under the same design, but with four (4) treatments, four (4) replicates and six (6) subsamples. The experimental unit worked was 20 plants

established in the field at distances of 2x2 m, for a density of 2500 plants/ha. The treatments 1, 2 and 3 of the second experiment corresponded to the same ones of the experiment described above, and were compared with a control treatment (T4), that is to say, commercial colines. The analysis of variance and the comparison tests of means indicated that there was no difference ( $P>0.05$ ) in height, diameter of pseudostem and number of leaves emitted between the treatments during the nursery phase; on field, plants from *in vitro* culture showed higher growth in height and diameter of the pseudostem ( $P<0.05$ ), than plants from corm. The duration of the vegetative cycle was greater ( $P<0.05$ ) for the material from micropropagation in approximately 5 weeks, which presented a 2% of somaclonal variations, a reversion to the dominican clone of 10.8% and an incidence of *Ralstonia solanacearum* of 0.83%.

**Keywords:** Micropopagation, colino, nursery, sowing, cultivation.

## RESUMO

Para estudar o comportamento agrônômico na fase vegetativa das plantações de vitroplantas de banana hartão para as condições do município de Granada, no departamento do Meta, a avaliação das variáveis foi realizada: altura, diâmetro do pseudossurpo, número de folhas, taxa de emissão da folha e duração do ciclo vegetativo; em dois experimentos que incluíram tanto a fase de enfermagem (aclimatação) como o campo (site final). A comparação foi feita com plantas de corm e a estabilidade dos materiais, a porcentagem de plantas com variações somaclonais morfológicas e a incidência de *Ralstonia solanacearum* foram avaliadas. Para o primeiro experimento, foi estabelecido um design de blocos completamente aleatório, com um total de três (3) tratamentos, três (3) repetições e seis (6) subamostra; a unidade experimental correspondeu a 30 plantas, para um total de 270 plantas. Os tratamentos consistiram em solo com casca de arroz queimado, além de fertilizante orgânico com 10.9% de calcio (Ca) (T1), 16.9% de Ca (T2) e 22% de calcio (T3), com uma relação 2:2:1 (V/V) de solo, casca e matéria orgânica comercial, respectivamente. En el segundo experimento, se trabajó sob o mesmo projeto, pero com quatro (4) tratamientos, cuatro (4)

repeticiones y seis (6) submuestras. A unidade experimental trabalhou foram 20 plantas estabelecidas no campo a distâncias de 2x2 m, para uma densidade de 2500 plantas/ha. Os tratamentos 1, 2 e 3 do segundo experimento corresponderam aos mesmos do experimento descrito anteriormente e foram comparados com um tratamento de controle (T4), isto é, colinos comerciais. A análise de variância e os testes de comparação de medias indicaram que não houve diferença ( $P>0.05$ ) em altura, diâmetro do pseudosserto e número de folhas emitidas entre os tratamentos durante a fase de enfermagem; no campo, plantas de cultivo *in vitro* apresentaram maior crescimento em altura e diâmetro do pseudotallo ( $P<0.05$ ), do que as plantas do corm. A duração do ciclo vegetativo foi maior ( $P<0.05$ ) para o material de micropropagação em aproximadamente 5 semanas, que apresentou 2% de variações somaclonais, uma reversão ao clone dominicano de 10.8% e uma incidência de *Ralstonia solanacearum* de 0.83%.

**Palavras-chave:** Micropopagação, colino, creche, sementeira, cultivo.

## INTRODUCCIÓN

El plátano es uno de los productos alimenticios más importantes a nivel nacional, al participar con el 6.8% del total de la producción agrícola, ocupando el quinto lugar después del café, la caña, la papa y las flores. Su consumo *per cápita* es de 61.9 kg/año, lo que permite calificarlo como producto básico en la dieta de los colombianos (Espinal *et al.*, 2006). En cuanto a la introducción del plátano en América, se cree que inicialmente fue llevado por los árabes a España y de ahí traídos a América directamente o vía Islas Canarias. Con motivo de la llegada del plátano a Colombia existen dos teorías: Fue traído a la zona del Darién de donde se difundió por toda la costa Pacífica y, por lo Padres Dominicos por el Orinoco y sembrado inicialmente en el municipio de San Martín, en los Llanos Orientales de Colombia (Martínez, 1998).

En un contexto mundial Colombia figura como el segundo productor de plátano después de Uganda, alcanzando en el 2004 una producción de 2'616.717 toneladas y un rendimiento de 7.8 Ton/ha, en comparación con países como Perú

(12.3 Ton/ha), Venezuela (11.9 Ton/ha) y Sir Lanka (11.7 Ton/ha) es superado significativamente en términos de rendimiento. Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, (2011), para el año 2009 a nivel nacional existían 335.226 hectáreas cultivadas en plátano, siendo el primer productor, con mayor participación en hectáreas cosechadas el departamento de Antioquia (12.16%), seguido del Quindío (10.18%), Tolima (5.06%), Nariño (4.72%) y Meta (4.32%). Si bien el departamento del Meta es el cuarto productor a nivel nacional, es de resaltar que muestra históricamente el mayor nivel de rendimiento del país, puesto que para el año 2004 alcanzó 17.8 ton/ha, con lo cual duplicó el promedio nacional que fue 8.3 ton/ha, lo que demuestra el potencial productivo del departamento. Sin embargo para los años 2008-2010 se presentó una tendencia decreciente debido principalmente al incremento en las medidas de control empleadas para la disminución de la incidencia de *Mycosphaerella fijiensis* y a la rápida diseminación de *Ralstonia solanacearum*; dos patógenos que afectaron la rentabilidad del cultivo, obligando a los agricultores a cambiar el modelo de economía campesina con 1 a 5 ha en asocio con otras especies, a un sistema de monocultivo con 3 a 50 ha que se renuevan completamente luego de una cosecha, máximo dos, bajo modalidades de economía agro empresarial (MADR, 2011).

El Departamento del Meta se consolida como la zona productora de plátano con mayor rendimiento a nivel nacional, superando a departamentos como Antioquia y Quindío en 8.3 y 4.9 ton/ha respectivamente; departamentos que sobresalen por su grado de especialización alcanzado en la producción y exportación de banano y plátano con altos niveles de productividad (Espinal *et al.*, 2006). Lo anterior permite considerar el potencial de oferta del Meta de este producto, principalmente el clon hartón, dado que es el material mejor adaptado a esta región. Sin embargo, un problema frecuentemente reportado por productores es la obtención de semilla de calidad que limita el normal desarrollo del cultivo, al convertirse en medio de diseminación de plagas y enfermedades limitantes como el Moko o Ereke (*Ralstonia solanacearum*). El cultivo *in vitro* de tejidos vegetales es una técnica mediante la cual, a partir de un segmento de tejido es posible regenerar en condiciones asépticas una gran cantidad de plantas idénticas a la planta madre; lo



que permite además de la propagación masiva, la producción de material de siembra libres de agentes patogénicos (Curtis y Schnek, 2006). Actualmente existen vitroplantas comerciales de este clon a disposición de los productores, pero poco se ha difundido sobre el comportamiento de este material en las condiciones agroclimáticas de la región del Ariari, principal zona productora en el departamento del Meta.

Dentro de este contexto la evaluación del comportamiento agronómico en fase vegetativa de plantas de plátano hartón provenientes de cultivo *in vitro*, frente al clon hartón proveniente de propagación asexual tradicional (cormo), así como la incidencia de *Ralstonia solanacearum* (enfermedad endémica ampliamente distribuida en todas las zonas productoras del Meta) sobre estos dos materiales; se consolidaría como un aporte valioso a la búsqueda de soluciones a los problemas fitosanitarios, principalmente aquellos que se diseminan por medio de material de siembra.

Por lo anterior, este trabajo buscó evaluar la viabilidad del uso de material vegetativo de plátano hartón obtenido por propagación *in vitro*, identificando su patrón de comportamiento y su respuesta al patógeno *Ralstonia solanacearum*, y con ello aportar conocimiento básico para la elaboración de investigaciones de mayor complejidad orientadas hacia la búsqueda de soluciones a los problemas sanitarios en el cultivo del plátano, así como la introducción y fomento en el departamento y la región Orinoquia, de materiales de siembra provenientes de micropropagación.

## METODOLOGÍA

Los experimentos de vivero y campo se realizaron en Granada Meta, que se encuentra ubicada a una altura de 332 msnm, temperatura media de 24°C, humedad relativa del 75% y precipitación media anual de 2.600 mm. La fase de vivero tuvo inicio en Marzo y finalizó en Abril, con el trasplante a campo, que culminó en Diciembre (Figuras 1 y 2).



**Figura 1.** Plátano en fase de vivero



**Figura 2.** Plátano en fase de campo

**Experimento 1.** Se utilizaron diferentes fuentes de materia orgánica sobre el desarrollo vegetativo de vitroplantas de plátano hartón en fase de vivero: Se estableció un diseño de bloques completos al azar, con un total de tres (3) tratamientos, tres (3) repeticiones y seis (6) submuestras; la unidad experimental correspondió a 30 plantas, para un total de 270 plantas. Los tratamientos consistieron en suelo con cascarilla de arroz quemada más tres abonos con diferentes niveles de calcio orgánico: T1=10.2%, T2=16% y T3=22%, mezclados en una proporción 2:2:1 (V/V) de suelo, cascarilla y abono orgánico, respectivamente (Tabla 1).

**Tabla 1.** Composición química (%) de los abonos orgánicos

Fertilizante Orgánico	pH	N Total	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SO <sub>2</sub>	Cenizas
Ca 10.9%	6.85	1.1	2.3	1.8	21.4	0.73	0	36.7
Ca 16.2%	6.98	1	2.3	2.6	8.7	1.2	9.2	54.4
Ca 22%	7.5	1.6	2.9	3.4	4.3	0.9	47	50

La toma de datos se realizó con una periodicidad de 8 días. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de sobrevivencia, determinado con base al número de plantas sobrevivientes al trasplante a lo largo del experimento; altura de pseudotallo, tomando la longitud desde el cuello de la plántula hasta el ápice de la hoja más joven abierta; diámetro de pseudotallo, midiendo su grosor a una altura de 3 cm sobre la superficie del suelo, utilizando un pie de rey (Figura 3); número

de hojas, determinado mediante marcación de la última hoja emitida (más joven abierta) y contando las hojas que aparecieron después de esta.

Para los ensayos se trabajó con el clon hartón el cual es el más utilizado por los agricultores de la zona por ser el de mejor comportamiento agronómico en las condiciones agroclimatológicas de esta región. Las plantas fueron obtenidas por propagación *in vitro*, mediante técnica de cultivo de meristemas, previamente endurecidas en sustrato, con una altura entre 8 y 12 cm y un mes de edad (Figuras 3 y 4).



**Figura 3.** Medida de diámetro de pseudotallo en fase de vivero



**Figura 4.** Plántulas de plátano Hartón listas para siembra en bolsas.

En la preparación del sustrato, se utilizó suelo, cascarilla de arroz quemada (98%) y los abonos orgánicos descritos en la Tabla 1; el sustrato fue tratado con Vanodine en dosis de 1 L/ha (Figura 5), posteriormente fue empacado en bolsas de polietileno negro perforadas de dimensiones 27x18 cm, en cada una de las cuales fue establecida una plántula (Figura 6).

Previo a la siembra se realizó la medición de la altura y número de hojas a 10 plantas elegidas al azar. Una vez sembrado el material estuvo constantemente durante las primeras seis semanas bajo luz natural al 50%. La última semana se trabajaron exposiciones directas al sol por periodos de ocho horas como medida de aclimatación y preparación de las plántulas para el trasplante a campo. El plan de fertilización trabajado durante la fase de vivero, se dividió en tres aplicaciones, la primera al momento de la siembra con 5 g de micorrizas, la segunda a los 20

días con 5 g de micorrizas + 10 g de triple 15, y una tercera fertilización con 15 g de triple 15 a los 40 días (Figura 7). Para el manejo de plagas, se hizo una aplicación de carbofurano en dosis 1 L/ha, para control de defoliadores y plagas del suelo.



**Figura 5.** Preparación de sustratos para experimento en vivero



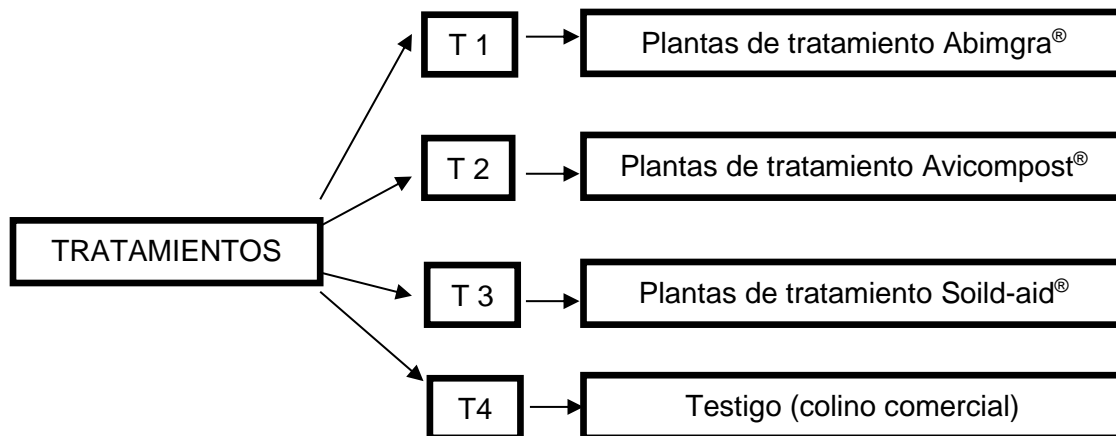
**Figura 6.** Plántulas en bolsas con sustrato



**Figura 7.** Fertilización en vivero

**Experimento 2.** Evaluación en campo hasta fase vegetativa de vitroplántulas de plátano hartón: En este segundo experimento, se trabajó un diseño en bloques completos al azar, con cuatro (4) tratamientos, cuatro (4) repeticiones y seis (6) submuestras. La unidad experimental trabajada fue de 20 plantas establecidas a distancias de 2x2 m, para una densidad de 2500 plantas/ ha. Los tratamientos T1, T2 y T3 del segundo experimento correspondieron a los mismos del experimento

anteriormente descrito, comparándose con un tratamiento testigo (T4) colinos comerciales (Figura 8).



**Figura 8.** Tratamiento evaluados en fase de campo

Los tratamientos en campo fueron distribuidos al azar. La toma de datos se realizó cada 15 días, a partir de los 30 días después del trasplante a sitio definitivo y hasta la aparición de la bellota. Las variables evaluadas fueron: Porcentaje de supervivencia, estimando el número de plantas que sobrevivieron el trasplante al sitio definitivo; altura de pseudotallo, tomada desde la base del mismo hasta la base del peciolo de la hoja más joven abierta; diámetro del pseudotallo, medido a 10 cm de la superficie del suelo, con pie de rey (Figura 9); emisión foliar, determinada mediante el conteo repetido en el tiempo del número de hojas emitidas posteriores a la última hoja más joven abierta (hoja 1); marca o identificación en cada evaluación, para lo cual se emplearon fibras, chinchas o marcador que se ubican en la base del peciolo de la hoja 1 (Figura 10); duración del ciclo vegetativo, determinando el tiempo transcurrido desde la siembra en campo hasta la aparición de la bellota, incidencia de *Ralstonia solanacearum*, determinando el porcentaje de plantas afectadas por la bacteria con base en la observación de síntomas externos a lo largo de su ciclo vegetativo; porcentaje de plantas con variaciones somaclonales morfológicas, mediante observación se identificó el número de plantas con patrones fenotípicos diferentes a los descritos para el clon hartón, y se expresó en porcentaje de plantas con variaciones



somaclonales; estabilidad del material, realizando el conteo de plantas que presentaron reversión a dominico con base en la morfología del racimo, y se determinó el porcentaje de estabilidad genética del material.



**Figura 9.** Medición de diámetro de pseudotallo en campo



**Figura 10.** Marcación de hoja número 1 con chinches

La selección de cormos se realizó en un lote de plantas vigorosas, altamente productivas, y con características fenotípicas homogéneas, cuyo peso promedio fue 300 g. El material fue trasplantado a campo luego de haber completado 53 días en vivero, momento en el cual tenían en promedio 76 cm de altura, 22.8 mm de diámetro y 8.7 hojas. Las plantas fueron establecidas en huecos de dimensiones 30x30x30 cm, y en el fondo se aplicó materia orgánica junto con una parte de suelo superficial extraído del sitio, y posteriormente se ubicó el corno recubriéndolo con el suelo restante. El plan de fertilización fue similar para todos los tratamientos, utilizando las siguientes cantidades en gr/ planta: DAP 100 una aplicación; Boro 20 una 30 dos aplicaciones; urea 150 tres aplicaciones. KCL 150 una y 200 dos aplicaciones y 400 gramos de abono con 10.2, 16.9 y 22% de Ca orgánico de acuerdo a tratamientos en vivero. El manejo de plagas y enfermedades se realizó mediante labores culturales como el deshoje, deshije y podas, aunque se realizaron algunos controles químicos.

El análisis estadístico, se realizó con el programa SAS versión 9.3, evaluando los datos por medio de análisis de varianza y comparación de medias mediante la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%; para determinar la

existencia de interacción entre el tiempo y los tratamientos se analizaron los datos bajos un arreglo de medidas repetidas en el tiempo, haciendo un análisis multivariado de varianzas (MANOVA) en el cual se trabajó un valor ajustado de P, utilizando la prueba de no aditividad de Tukey, con un grado de libertad, con el objetivo de evaluar la interacción entre bloque y tratamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Desarrollo vegetativo en fase de vivero

**Porcentaje de adaptación en vivero:** La respuesta de las plántulas a la aclimatación en vivero fue buena para T1 y T3 observándose 98.9% de sobrevivencia, y en el T2 97.8% (Tabla 2). Los resultados coinciden con lo reportado por Hwang *et al.*, (1984) y Nava y Villarreal, (1998) quienes mencionan cifras de sobrevivencia superiores al 90% tanto para el clon hartón como para otros clones, cuando se utilizan las vitroplantas que han crecido en condiciones de laboratorio.

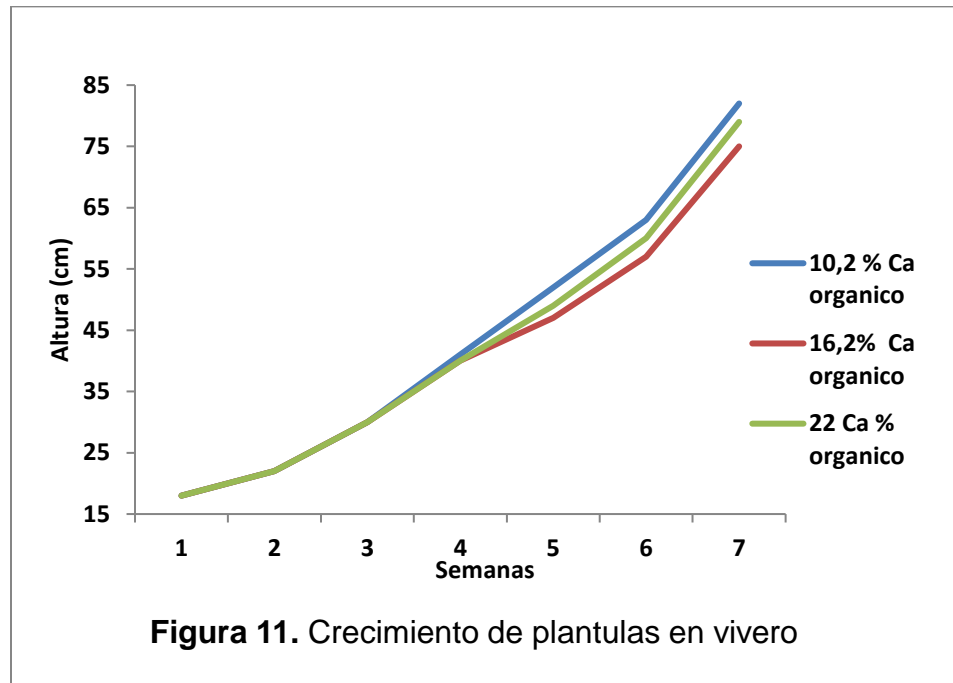
**Tabla 2.** Sobrevivencia (%) de vitroplantas en fase de vivero

Semanas después de trasplante	Ca 10.2% (T1)	Ca 16.9% (T2)	Ca 22% (T3)
1	100	100	100
2	100	98.89	100
3	100	97.78	98.89
4	98.89	97.78	98.89
5	98.89	97.78	98.89
6	98.89	97.78	98.89
7	98.89	97.78	98.89

### Altura, diámetro, y número de hojas emitidas

La altura de los tres tratamientos fue similar hasta la cuarta semana, a partir de la cual se empezó a observar diferencias en las medias de esta variable ( $P < 0.05$ ) (Figura 11), este hecho se puede deber a que en las primeras semanas las plantas son sometidas al estrés de adaptarse a un sustrato y condiciones

diferentes de humedad y temperatura del sitio de donde provienen, lo que hace que su desarrollo sea lento en etapas iniciales. Sin embargo, pese a obtenerse valores de altura final mayor en T1 y T3 que en T2, el ANOVA indica que no existe diferencias ( $P>0.05$ ) entre los resultados.



Las variables vegetativas evaluadas no se afectaron con estos tratamientos ( $P>0.05$ ), dado que las condiciones ambientales fueron iguales, con lo cual se podría inferir que aunque los contenidos nutricionales de los abonos orgánicos son diferentes, estas diferencias no son suficientes para generar estímulos diversos en el desarrollo vegetativo, por lo tanto, se puede recomendar cualquiera de las tres fuentes evaluadas para futuros trabajos de aclimatación de vitroplantas de plátano a nivel de vivero, hasta la séptima semana de edad.

Es importante señalar que la duración de la fase de vivero de este experimento (7 semanas) fue mayor al tiempo observado por Nava y Villarreal, (1998) que fue cinco semanas, pero inferior a lo mencionado por autores como Hwang *et al.*, (1984) quienes reportan un periodo de hasta tres meses en fase de vivero. La determinación del momento de trasplante a campo se tomó con base al desarrollo de las plántulas (desarrollo radicular, cantidad y calidad de follaje), el cual a criterio



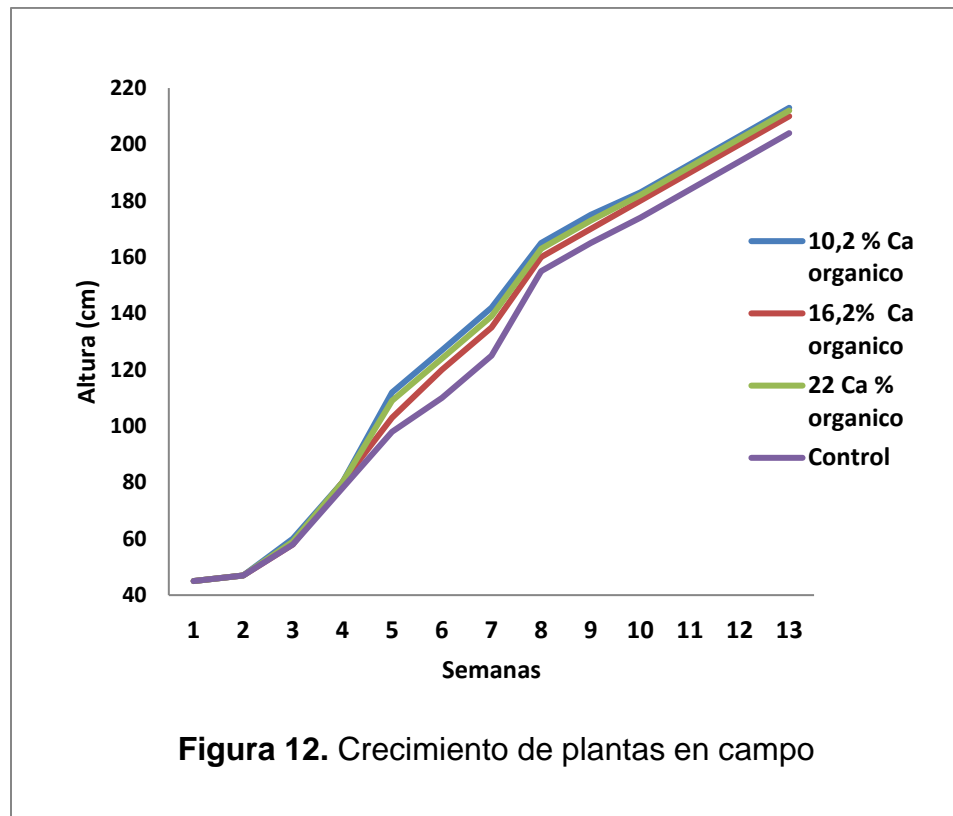
de los autores fue adecuado a la séptima semana, pese a esta duración en fase de vivero, que conlleva a una mayor duración del ciclo y costo de producción, el uso de plántulas obtenidas por cultivo de meristemas brinda al agricultor la garantía de llevar a campo un material homogéneo libre de plagas y enfermedades, con el mayor porcentaje de adaptación (100%) al sitio definitivo, lo cual es difícil de obtener cuando se trabaja con semilla de manera tradicional utilizando cormos.

### **Fase vegetativa de vitroplantas de plátano hartón en campo**

**Porcentaje de sobrevivencia en campo:** Los resultados indican que la supervivencia del material proveniente de cultivo *in vitro* fue del 100%, puesto que la totalidad de las plantas soportaron el trasplante a sitio definitivo, igual sucedió con el material proveniente de cormo, con una germinación del 100% y solo un 0.6% de mortalidad, por la afección por *Ralstonia solanacearum*. La cifra de sobrevivencia en campo de las plantas micropropagadas es superior a la reportada por Nava y Villarreal, (1998), que fue de 89.7%.

**Crecimiento en altura de las plantas:** Este parámetro fue similar en T1, T2 y T3 ( $P>0.05$ ), pero si existe diferencia ( $P<0.05$ ) de T1 y T3 frente al control (T4), presentando este último un menor crecimiento en altura del pseudotallo, mientras que el tratamiento T2 mostró igual comportamiento con T4 (Tabla 3). Aunque T1 y T3 al iniciar la fase de campo mostraron promedio de altura similar ( $P>0.05$ ) a T2 y T4, a partir de la cuarta semana empezaron a disminuir su velocidad de crecimiento en comparación con T1 y T3 (Tabla 3 y Figura 12).

Los resultados del presente trabajo para la variable altura, difieren de lo obtenido por Delgado *et al.*, (2003) y Nava y Villarreal, (1998), quienes no reportan diferencias significativas ( $P>0.05$ ) para el crecimiento en altura entre material micropropagado y material proveniente de semilla vegetativa (cormo), porque se pudo observar un crecimiento final superior en longitud del pseudotallo por parte de las plántulas provenientes de cultivo *in vitro*.



**Diámetro de pseudotallo:** Para esta variable se encontró que a las 13 semanas del periodo vegetativo del plátano fueron mayores ( $P < 0.05$ ) los diámetros de los pseudotallos en campo para T1 (208.56 mm) y T3 (208.37 mm) con respecto a T4 (201.21 mm), mientras que T2 presentó un grosor similar ( $P > 0.05$ ) a los demás tratamientos (Tabla 3). El comportamiento de la variable diámetro del pseudotallo fue similar al de altura, puesto que inicialmente T2 creció de manera análoga con T1 y T3, pero al final se disminuyó su capacidad de desarrollo, acercándose inclusive un poco más a la media final del control (T4).

De acuerdo con Perez *et al.*, (1997) el vigor es una expresión de altura y circunferencia de las plantas, por lo tanto, se puede afirmar que las plantas provenientes de cultivo *in vitro* T1 y T3, mostraron mayor vigor ( $P < 0.05$ ) que aquellas provenientes de cormo (T4). Estos resultados difieren de lo encontrado por Delgado *et al.*, (2003) y Nava y Villarreal, (1998) quienes reportan un mayor crecimiento en plantas provenientes de semilla asexual. Los resultados obtenidos para las variables vegetativas altura y diámetro del pseudotallo, en T1 y T3 son

satisfactorios al superar en crecimiento a las plantas obtenidas por colino comercial (cormo), lo cual permite esperar racimos de mayor proporción. También se realizó una correlación para ver la inferencia de la diferencia entre las variables iniciales sobre las finales, obteniéndose valores de 0.0879 y 0.1833 para la altura y el diámetro respectivamente, lo cual es muy bajo indicando que los valores iniciales no afectaron los resultados finales en ambas variables.

**Emisión foliar en campo:** La diferencia en número total de hojas emitidas, entre el control (T4) y los tratamientos T1, T2 y T3, es de acuerdo con el test de Tukey estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ); si se tiene en cuenta que T1, T2 y T3 corresponden a material proveniente de cultivo *in vitro*, en el cual por las condiciones mismas del método de propagación, las plántulas inician la emisión de hojas desde que inician su proceso de diferenciación, y continúan su emisión durante dos fases previas al trasplante a sitio definitivo (endurecimiento y aclimatación en vivero), este material podría estar produciendo un mayor número total de hojas a lo largo de su ciclo vegetativo.

**Tasa de emisión foliar:** Las plantas presentaron una emisión foliar media de 1 hoja/semana, siendo similares todos los tratamientos ( $P > 0.05$ ); en acuerdo con Belalcázar, (1991) quien encontró el mismo valor. Se puede afirmar que la tasa de emisión foliar es independiente de la duración del ciclo vegetativo del material y de la cantidad total de hojas emitidas, puesto que a pesar de observar diferencias ( $P < 0.05$ ) en esta variable para el material proveniente de semilla y el proveniente de cultivo *in vitro*, la tasa de emisión foliar fue similar ( $P > 0.05$ ) para ambos materiales (Tabla 3).

**Duración de ciclo vegetativo:** Las plantas de los tratamientos T1, T2 y T3 presentaron un ciclo más largo ( $P < 0.05$ ) en 4.8 semanas con respecto al control (Tabla 3), resultado que concuerda con lo obtenido por Delgado *et al.*, (2003), debiéndose esta diferencia al proceso de aclimatación (fase de vivero) que requiere todo tipo de material proveniente de cultivos *in vitro* antes de ser llevado a condiciones de campo, esta información puede ser utilizada por el agricultor para establecer las fechas de siembra conforme a las necesidades del mercado, así

como también a las condiciones agroclimatológicas, es importante señalar que el periodo vegetativo se puede disminuir en dos semanas, lo cual puede influir positivamente en los costos de producción.

**Tabla 3.** Variables agronómicas en plantas de plátano en campo durante 13 semanas en respuesta a los tratamientos

Tratamientos	Plantas <i>In vitro</i>			Cormo
	Ca 10.9% (T1)	Ca 16.9% (T2)	Ca 22% (T3)	Colino comercial (T4)
Variable				
Altura (cm)	213.04 <sup>a</sup>	210.64 <sup>ab</sup>	212.43 <sup>a</sup>	204.11 <sup>b</sup>
Diámetro final pseudotallo (mm)	208.46 <sup>a</sup>	206.67 <sup>ab</sup>	208.37 <sup>a</sup>	201.21 <sup>b</sup>
Numero de hojas emitidas	0.3644 <sup>b</sup>	0.3608 <sup>b</sup>	0.3509 <sup>b</sup>	0.3848 <sup>a</sup>
Taaa de emisión foliar	1.067	1.064	1.065	1.066
Duración de ciclo vegetativo (días)	38.55 <sup>a</sup>	38.75 <sup>a</sup>	39.05 <sup>a</sup>	33.93 <sup>b</sup>

<sup>abc</sup>Superíndices diferentes indica diferencias ( $P < 0.05$ ) con el test de Tukey

***Incidencia de Ralstonia solanacearum:*** A lo largo del desarrollo del experimento en campo solo un 0.06% de plantas resultaron afectadas por *Ralstonia solanacearum*, tanto en el material micropropagado como el obtenido por cormo, lo cual confirma que la técnica de propagación por cultivo *in vitro* no garantiza la tolerancia del material producido, frente a patógenos del medio ambiente, pero sí favorece la sanidad del material, pues la ausencia de la enfermedad en las plantas durante la fase de vivero puede ser un soporte a la garantía de su inocuidad. Por otra parte, aunque el lote elegido para el desarrollo del ensayo no había sido cultivado en plátano por más de 5 años, la ocurrencia de la enfermedad confirma que la bacteria puede permanecer en el suelo, y aún con la rotación de cultivo no se garantiza su erradicación (Tapiero, 2008), a lo anterior se le suma la amplia gama de especies arvenses hospederas de *R. solanacearum*.

***Variaciones somaclonales morfológicas y estabilidad del material:*** Sandoval *et al.*, (1991) y Nava y Villarreal, (1998) han reportado cambios fenotípicos en materiales de plátano, micropropagados y obtenidos por semilla vegetativa o

cormo, los cuales se denominan variaciones somaclonales, cuya alta ocurrencia se consolida como una de las grandes desventajas de los materiales obtenidos por técnicas de cultivo *in vitro*. Los resultados del presente trabajo arrojan un 1.66% de plantas con estas variaciones como enanismo (Figura 13), coloración morada en pseudotallo y peciolo, y/o filotaxia inusual (Figura 14), se considera que es un porcentaje bajo si se compara con lo obtenido por Nava y Villarreal, (1998). En el momento de la formación del racimo se cuantificó las plantas que presentaron un proceso de reversión a dominico de 10.83%, esto determinado por las características morfológicas del racimo (Figura 15); de esta manera se obtuvo un 10.83% de plantas con racimo fuera de tipo, siendo inferior al 23.4% que fue lo obtenido por Nava y Villarreal, (1998) pero superior al 2.5% observado por Vuylstake *et al.*, (1991) quienes trabajaron con plantas del clon falso hartón. Este tipo de variaciones son mayores en plantas obtenidas por micropropagación en comparación a las propagadas por cormo (Sandoval *et al.*, 1991). Sin embargo, es posible que parte de la causa del porcentaje de reversión encontrado pueda ser debido a la procedencia del material trabajado (clon hartón procedente del Urabá Antioqueño), por lo cual para futuros estudios se recomienda trabajar con vitroplantas obtenidas a partir de material de la región.



**Figura 13.** Planta enana



**Figura 14.** Planta de seis meses con filotaxia inusual y enanismo

El fenómeno de la reversión puede consolidarse como una desventaja para el uso a nivel comercial de este material, puesto que no se puede garantizar un racimo de características deseables proveniente de estas plantas fuera de tipo, plantas que desde un inicio tienen un costo bastante elevado si se compara con el costo de un colino o corno comercial.



**Figura 15.** Racimo fuera de tipo, reversión a Dominico

Los resultados de este trabajo permiten afirmar que el comportamiento agronómico hasta fase vegetativa de plantas de plátano hartón procedente de cultivo *in vitro*, bajo las condiciones del municipio de Granada Meta, es satisfactorio, presentando un mayor vigor (expresado en altura y diámetro del pseudotallo) que plantas procedentes de corno. Vale la pena resaltar que el 100% de las vitroplantas llevadas a campo fueron plantas sanas, lo cual es de gran importancia porque en la zona de trabajo se ha encontrado en los predios alta incidencia de *Ralstonia solanacearum*, y su difícil erradicación hace necesario la búsqueda de medidas mitiguen su diseminación; el uso de vitroplantas si bien no es garantía de inocuidad a lo largo del cultivo, sí puede brindar la seguridad de tener un material de siembra inicial libre de patógenos.

Por otro lado, pese al conocimiento de la existencia de este material, los agricultores no confían en su calidad para su uso, no solo por desconocimiento de su comportamiento sino también por su alto precio. Ahora bien, si se tiene en cuenta que para el uso del material micropropagado es indispensable pasar por la etapa de vivero, que puede incrementar sus costos de producción y homogeneidad del cultivo, el corto ciclo que va desde trasplante a sitio definitivo hasta la floración, puede compensar este incremento al disminuir los costos de manejo de dos semanas (deshoje, aplicaciones químicas para control de *Mycosphaerella fijiensis* y jornales de cosecha). También permite seleccionar aquellas plantas de características no deseables y descartarlas antes de su trasplante a sitio definitivo, logrando así que este material sea homogéneo, con buen vigor y libre de patógenos, como lo fue para el presente ensayo en el que se obtuvo un 100% de sobrevivencia y material libre de patógenos.

Finalmente, la reversión al clon dominico constituye una desventaja al comprometer la homogeneidad y calidad de la producción, fenómeno que aunque se presenta de manera natural en plantas propagadas por cormo comercial, el porcentaje de presentación es mayor cuando las plantas son obtenidas por cultivo *in vitro*. Otro factor que puede constituirse como una desventaja del uso de este material a nivel comercial son las variaciones somaclonales como el enanismo, la filotaxia inusual, la variación en el color de pseudotallo y peciolos, deformaciones en racimo, entre otras, porque pueden representar pérdida de plantas en cualquier edad, y de esta manera afectar la producción final.

## CONCLUSIONES

Se encontró que los tratamientos aplicados en este experimento, no presentaron diferencias sobre el crecimiento de las plántulas, lo que permite inferir que el uso de cualquiera de los tres abonos orgánicos en cultivos arrojará resultados similares. Así mismo, el comportamiento agronómico de plantas propagadas por cultivo *in vitro* frente a las propagadas por cormo o colino comercial, en términos generales es satisfactorio, en la medida en que se obtienen plantas a floración con mayor vigor.

Bajo las condiciones del experimento el material obtenido por cultivo *in vitro*, presentó características favorables de sobrevivencia y adaptación tanto en condiciones de vivero como en campo, en esta última fase mostró un mayor vigor expresado en una mayor altura y diámetro del pseudotallo frente al control.

Las plántulas procedentes de micropropagación *in vitro* presentaron un ciclo vegetativo más largo que plantas provenientes de cormo, y mayor número total de hojas emitidas; sin embargo, la tasa de emisión foliar no se vio afectada por esto, puesto la misma en los dos materiales no presentó diferencias.

Por otra parte la presencia de *Ralstonia solanacearum* sobre plantas micropropagadas confirma la susceptibilidad de este material al llegar a condiciones de campo, es decir, que la técnica de propagación por cultivo *in vitro*, no garantiza que el material sea tolerante a patógenos del ambiente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Belalcázar S.L. El cultivo del plátano (Musa AAB Simmonds) en el trópico. Instituto Colombiano Agropecuario, Armenia, Colombia. 376 p. 1991.
2. Curtis H., Schnek A. Invitación a la Biología. Ed. Médica Panamericana, Madrid, España. 600 p. 2006.
3. Delgado E., González O., Romero D., Moreno N. Comportamiento productivo de vitroplantas del clon plátano Hartón (Musa AAB) en los llanos occidentales de Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía. 29 285-294. 2003.
4. Espinal C.F., Martínez H.J., Peña Y. La cadena del plátano en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Observatorio Agrocadenas Colombia, Bogotá, Colombia. 38 p. 2006.
5. Hwang S., Chen C., Lin J., Lin H. Cultivation of banana using plantlets from meristem cultures. HortScience. 19 (2): 231-233. 1984.
6. MADR, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cadena de Plátano. MinAgricultura, Bogotá, Colombia. 28 p. 2011.
7. Martínez A. El cultivo del plátano en los llanos orientales. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA. Editorial Siglo XX, Villavicencio, Colombia. 59 p. 1998.
8. Nava C., Villarreal E. Efecto de los métodos de transporte y aclimatación sobre las características y rendimiento de las plantas de plátano Hartón (Musa AAB) originadas por cultivos de tejidos. Revista de la Facultad de Agronomía. 15 (2): 115-122. 1998.
9. Perez L., Acuña P., Sandoval J. Evaluación agronómica de los tetraploides FHIA 01 y FHIA 02. Corbana. 22 (47): 11-19. 1997.



10. Sandoval J.A., Tapia A.C., Müller L.E., Villalobos V.M. Observaciones sobre la variabilidad encontrada en plantas micropropagadas de Musa cv. Falso Cuerno AAB. Observations on the variability in micropropagated plants of plantain cv. False Horn AAB. *Fruits (Paris)*. 46 (5): 533-539. 1991.
11. Tapiero A.L. Epidemiología y manejo de enfermedades de cultivo de plátano en el piedemonte llanero. Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuaria, Villavicencio, Colombia. 40 p. 2008.
12. Vuylstake D., Swennen R., De Langhe E. Somaclonal variation in plantains (Musa spp. AAB group) derived from shoot-tip culture. *Fruits (Francia)*. 46 (4): 429-439. 1991.

## **Análisis socioeconómico de fincas en Zetaquirá, Boyacá Colombia**

### **Socioeconomic analysis of farms in Zetaquirá, Boyacá Colombia**

Durán Vargas Robinson<sup>1</sup>, Albarracín Pajón David<sup>1</sup> y Colmenares Carlos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>MVZ, Universidad de los Llanos y

<sup>2</sup>IA, MSc, Docente Universidad de los Llanos

[ccolmenares@unillanos.edu.co](mailto:ccolmenares@unillanos.edu.co)

Recibido 05 de Abril 2017, Aceptado 28 de Agosto 2017

### **RESUMEN**

En Colombia los problemas sociales de la población campesina se multiplican y agravan en las regiones rurales, donde existen agudos problemas de vivienda, desempleo y subempleo, escasez de servicios públicos, seguridad social entre otros, que influyen negativamente en el sector agropecuario, por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad de vida de los productores agropecuarios, características de los predios, componente tecnológico agropecuario de estas veredas, para abrir la posibilidad a nivel municipal de plantear alternativas de desarrollo agropecuario orientado hacia la adopción de políticas socioeconómicas que se ajusten al campesino de la zona y que contribuyan a mejorar los sistemas de mercadeo, distribución y procesamiento de los recursos disponibles con miras al incremento en los ingresos económicos al núcleo familiar, mejorando así la calidad de vida de los campesinos de la zona. La investigación que se desarrolló fue un estudio de caso aplicado a través de cuatro fases que implicaron: Un diagnóstico rápido y preciso, acerca de las prácticas de logística entre productores asociados a canales de comercialización de productos agroalimentarios en las veredas, sustentado en encuestas aplicadas a productores establecidos en cada Unidad Agropecuaria Familiar (UAF), análisis de los esquemas de operación e infraestructura logística entre la UAF y su entorno económico para hacer viable la economía campesina, exploración estratégica de la situación socioeconómica en las veredas, y formulación de bases aplicativas dentro de la encuesta. Posteriormente se diseñó un cuestionario de análisis que

cuantificó y cualificó las prioridades de información objetiva colectada de cada uno de los grupos encuestados. Se encontró que en las veredas Guanatá y Hormigas las condiciones socioeconómicas se basan en la agricultura y la ganadería intensiva con diferentes razas bovinas; donde el café es un cultivo que mantiene económica y socialmente dinámica la situación financiera de las familias de dichas veredas en un 60%, este producto es el más cultivado en las fincas, por el área cosechada, fácil acceso a créditos y apoyo técnico por su alto porcentaje en el valor de la producción agropecuaria y como generador de empleo; sin embargo, su participación en el mercado se ha venido reduciendo de manera notoria, lo cual ha impulsado el cultivo de perennes a base de frutales en un 40.21% de la producción total de la zona. Con respecto a la ganadería bovina se ha generado una dinámica sostenible en el tiempo con actividades de cría (56%), levante (32.65%) y ceba (11.22%), con una tendencia hacia la participación de la economía campesina en el sector lechero y cárnico a nivel regional, a cargo de unidades familiares que en su mayoría son propietarias de fincas con procesos tecnificados para el mantenimiento de los animales y la producción de lácteos y sus derivados.

**Palabras clave:** Seguridad alimentaria, producción campesina, ganadería, agricultura, cultivo.

### ABSTRACT

In Colombia the social problems of the rural population multiply and aggravate in rural regions, where exist acute problems of housing, unemployment and underemployment, scarcity of public services, social security among others, that negatively influence the agricultural sector, therefore, the objective of this work was to evaluate the quality of life of agricultural producers, characteristics of the farms, agricultural technology component of these trails, to open the possibility at the municipal level to propose alternatives for agricultural development oriented towards the adoption of socioeconomic policies that adjust to the farmer of the area and that contribute to improving marketing, distribution and processing systems of the available resources with a view to increasing the economic income to the family

nucleus, thus improving the quality of life of the farmers of the area. The research that was developed was a case study applied through four phases that involved: A quick and accurate diagnosis, about logistics practices between producers associated with marketing channels for agricultural products on the sidewalks, supported by surveys applied to producers established in each Family Farming Unit (UAF), analysis of the operation and logistics infrastructure schemes between the UAF and its economic environment to make viable the farmer economy, strategic exploration of the socioeconomic situation in the villages, and formulation of application bases within the survey. Subsequently, an analysis questionnaire was designed that quantified and qualified the priorities of objective information collected from each of the groups surveyed. It was found that in the villages of Guanatá and Hormigas the socioeconomic conditions are based on agriculture and intensive livestock with different bovine races; where coffee is a crop that maintains economic and socially dynamic the financial situation of the families of these villages by 60%, this product is the most cultivated in the farms, for the harvested area, easy access to credits and technical support for its high percentage in the value of agricultural production and as a generator of employment; however, its participation in the market has been reduced dramatically, which has driven the cultivation of perennials based on fruit trees in 40.21% of the total production of the area. With regard to cattle farming, sustainable dynamics have been generated over time with breeding activities (56%), release (32.65%) and fattening (11.22%), with a tendency towards participation of the farmer economy in the dairy and meat sector at the regional level, in charge of family units that in their majority are owners of farms with technified processes for the maintenance of the animals and the production of dairy and its derivatives.

**Keywords:** Food security, peasant production, livestock, agriculture, crop.

## RESUMO

Na Colômbia, os problemas sociais da população camponesa se multiplicam e agravam nas regiões rurais, onde há problemas agudos de habitação, desemprego e subemprego, escassez de serviços públicos, segurança social

entre outros, que influenciam negativamente o setor agrícola, portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de vida dos produtores agrícolas, características das fazendas, componente tecnológico agrícola dessas trilhas, para abrir a possibilidade no nível municipal de propor alternativas para o desenvolvimento agrícola voltado para a adoção de políticas socioeconômicas que se ajustem aos camponeses da região e que contribuam para melhorar os sistemas de comercialização, distribuição e processamento de recursos disponíveis com o objetivo de aumentar a renda econômica para o núcleo familiar, melhorando assim a qualidade de vida dos camponeses da área. A pesquisa que foi desenvolvida foi um estudo de caso aplicado através de quatro fases que envolveram: Um diagnóstico rápido e preciso, sobre as práticas de logística entre produtores associados a canais de comercialização de produtos agroalimentares nas aldeias, apoiado por pesquisas aplicadas aos produtores estabelecidos em cada unidade de agricultura familiar (UAF), análise da operação e esquemas de infraestrutura logística entre a UAF e seu ambiente econômico para viabilizar a economia camponesa, exploração estratégica da situação socioeconômica nas aldeias e formulação de bases de aplicação na pesquisa. Posteriormente, foi elaborado um questionário de análise que quantificou e qualificou as prioridades de informação objetiva coletada de cada um dos grupos pesquisados. Se encontrou que nas aldeias de Guanatá e Hormigas as condições socioeconômicas são baseadas em agricultura e gado intensivo com diferentes raças bovinas; onde o café é um cultivo que mantém econômica e socialmente dinâmica a situação financeira das famílias dessas aldeias em 60%, este produto é o mais cultivado nas fazendas, para a área colhida, fácil acesso a créditos e suporte técnico para sua alta porcentagem no valor da produção agrícola e como gerador de emprego; no entanto, a sua participação no mercado foi reduzida drasticamente, o que tem impulsionado o cultivo de plantas perenes baseadas com árvores frutíferas em 40,21% da produção total da área. No que diz respeito à pecuária uma dinâmica sustentável foi gerada ao longo do tempo com atividades de reprodução (56%), liberação (32.65%) e engorda (11.22%), com uma tendência à participação da economia camponesa no setor de produtos lácteos e de carne no plano regional,

encargado de unidades familiares que na sua maioria são proprietários de fazendas com processos tecnificados para a manutenção dos animais e a produção de lácteos e seus derivados.

**Palavras-chave:** Segurança alimentar, produção camponesa, pecuária, agricultura, cultivo.

## INTRODUCCIÓN

La situación actual del contexto social en las zonas rurales del país presenta características similares en varias zonas colombianas (Pérez, 2001), es por eso que se exige con urgencia una verdadera cruzada de reconstrucción nacional a partir de diagnósticos acordes al contexto actual, pero que en la actualidad son muy escasos y de gran demanda para plantear programas de desarrollo.

En Colombia los problemas sociales de la población campesina se multiplican y agravan con mayor énfasis en las regiones rurales, donde existen agudos problemas de vivienda, desempleo y subempleo, escasez de servicios públicos, seguridad social entre otros (Fajardo, 2002). Toda esta compleja problemática deriva en el sector agropecuario tradicional, con resultados adversos en su explotación y manejo, lo cual, no corresponde a las necesidades y expectativas de los oferentes del sector. Además, la apertura económica y la globalización han traído como consecuencia una gran crisis en todos los sectores en especial el agropecuario, y descenso en la producción, obligando a crear y desarrollar sistemas de producción a bajo costo con alto rendimiento (Pérez y Pérez, 2002); en busca de mejorar la calidad, productividad, rentabilidad y utilidad de los productos, mediante la evaluación y búsqueda de nuevas alternativas como son; valorar permanentemente la productividad de la finca, replanteando, innovando y adoptando tecnologías acordes a las necesidades de cada productor y generando propios recursos para la investigación. Sumado a lo anterior el sector agropecuario sufre una ausencia del Estado en cuanto a la falta de asistencia técnica por parte de las entidades gubernamentales encargadas de suplir las necesidades de los productores rurales (Arango y Pérez, 2014). Por lo anteriormente mencionado se

han realizado indebidamente prácticas de manejo como uso irracional del suelo, selección de razas de poco adaptadas a los ambientes tropicales y su manejo, afectando de esta manera la producción por sus bajos beneficios económicos.

Como en muchas zonas rurales de Colombia que han sido afectadas por la situación incierta del sector agropecuario las veredas de Guanatá y Hormigas del municipio de Zetaquirá en el departamento de Boyacá no son la excepción, todo esto representado en la desigualdad de la calidad de vida (Tabla 1), distribución y tenencia de la tierra y las políticas estatales, situación que se complementa con diversos factores adversos que afectan directamente al sector productivo del país. A raíz de lo anterior, el campesino ha desarrollado la empresa familiar como parte fundamental para la producción y mercadeo de sus productos, por esta razón es necesario la realización de un diagnóstico socioeconómico que permita conocer las condiciones actuales del sector rural de las veredas en cuanto a los aspectos económico, social, cultural, y los componentes ambientales que día a día ganan fuerza debido a la concientización por conservar los recursos naturales para las generaciones venideras; como un instrumento muy importante para el desarrollo de la comunidad rural de las veredas de Guanatá y Hormigas, se desarrolló una metodología sencilla y clara de forma participativa.

**Tabla 1.** Nivel socioeconómico de la población

<b>Indicador</b>	<b>Rural (%)</b>	<b>Urbano (%)</b>
Hogares con necesidades básicas insatisfechas	28.1	
Hogares con vivienda inadecuada	8.9	10
Hogares con servicios públicos inadecuados	4.3	2
Hogares con hacinamiento crítico	8.8	0
Hogares con ausentismo escolar	2.4	0
Hogares en la miseria	9.1	0

**Fuente:** Alcaldía Municipal Zetaquirá, (2011).

Por lo anteriormente planteado, el objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad de vida de los productores agropecuarios, características de los predios, el componente tecnológico agropecuario de estas veredas, para abrir la posibilidad a nivel municipal de plantear alternativas de desarrollo agropecuario orientado hacia

la adopción de políticas socioeconómicas que se ajusten al campesino de la zona y que contribuyan a mejorar los sistemas de mercadeo, distribución y procesamiento de los recursos disponibles con miras al incremento en los ingresos económicos al núcleo familiar, mejorando así la calidad de vida de los campesinos de la zona.

## **METODOLOGÍA**

El municipio de Zetaquirá está ubicado a 1665 msnm, cuenta con una superficie de 226 km<sup>2</sup>, y la temperatura oscila entre 18 y 29°C, situado a 67 km de la ciudad de Tunja, capital del departamento de Boyacá, limita al norte con Pesca, al sur con Miraflores, al oriente con Berbeo, San Eduardo y Aquitania y al occidente con Ramiriquí, Chinavita y Garagoa. El nombre de Zetaquirá proviene de la palabra muyskkubun (idioma muisca), y significa "Ciudad de la Culebra" Gobernación de Boyacá, (2010). El municipio cuenta con siete veredas dentro de las cuales están Hormigas y Guanatá, que son las de mayor producción cafetera y ganadera.

La investigación que se desarrolló fue un estudio de caso aplicado a través de cuatro fases que implicaron: un diagnóstico rápido y preciso (DRP), acerca de las prácticas de logística entre productores asociados a canales de comercialización de productos agroalimentarios en las veredas, sustentado en encuestas aplicadas a productores establecidos en cada Unidad Agropecuaria Familiar (UAF); análisis de los esquemas de operación e infraestructura logística entre la UAF y su entorno económico para hacer viable la economía campesina; exploración estratégica de la situación socioeconómica en las veredas; y formulación de bases aplicativas dentro de la encuesta. Se proporcionó una evidencia concreta acerca de los interrogantes que surgen a partir de analizar las causas y consecuencias que se plantean al obtener los resultados de las diferentes encuestas realizadas. Posteriormente se diseñó un cuestionario de análisis que cuantificó y cualificó las prioridades de información objetiva colectada de cada uno de los grupos encuestados.



La población estuvo conformada por 1178 habitantes que corresponden a la cantidad de personas que habitan en las dos veredas con acceso mediante sus actividades productivas a la economía campesina, lo cual corresponde a 275 familias constituidas por productores e intermediarios con los centros de abasto.

El muestreo aplicado a la población objeto de estudio fue estratificado por fijación proporcional óptima, al suponerse que la población de la cual se extrajo la muestra posee una distribución aproximadamente normal con una confiabilidad del 99%, se dimensionaron los valores con base en el algoritmo matemático:

$$n = \left( \frac{Z * \sigma}{d} \right)^2 \quad n = \left( \frac{n}{1 + \frac{n}{N}} \right)^2$$

**Muestra de Familias encuestadas:** Población de 275 UAF

$$n = \left( \frac{2,57 * 750}{225} \right)^2$$

**n**= 74 UAF. + 10 Familias de intermediación productiva. **nf** = 84 comerciantes. 84 Unidades Agropecuarias Familiares encuestadas.

Al obtener los resultados del estudio de caso se desarrolló una base de datos sistematizada, para facilitar su almacenamiento, acceso y estimación estadística, aplicándose estadística descriptiva, cuantificando previamente en porcentaje de incidencia los valores de aceptación según el caso, lo cual se tabuló en hojas de cálculo que facilitaron el diseño, generación de gráficos y tablas de acuerdo con la información colectada.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La información colectada sobre los recursos de inversión tanto técnica como financiera, con lo cual, se sostiene la UAF en el marco productivo de la economía campesina, se relaciona en un diagrama de flujo generado a partir de la información sistematizada (Figura1).



**Figura 1.** Diagrama de flujo de cadenas productiva del sector agropecuario en las veredas Guanatá y Hormigas (Zetaquirá, Boyacá)

En las dos veredas el desarrollo de las cadenas productivas del sector agropecuario se ve influenciado por una serie de actividades económicas que involucran el flujo de inversión y asistencia técnica por parte de organizaciones gremiales y bancos, y recursos propios procedentes del ahorro y las utilidades del ejercicio productivo en cada núcleo familiar. El destino de los recursos se designa por los productores, según la actividad económica de mayor relevancia para cada familia. Las actividades económicas de mayor trascendencia financiera para el flujo de la cadena productiva son el cultivo de café, la ganadería y el cultivo de frutales perennes, los cuales han convertido a la localidad en un nicho económico.

Al analizar la dinámica e interacción de los componentes de producción como sistema del municipio de Zetaquirá Boyacá en las veredas de Guanatá y Hormigas, se encontró que la influencia de los productos agropecuarios como el café, frutales perennes (cítricos), mora y pitahaya procedentes de la zona, así como el ganado Cebú, predominante en un 56% para cría y levante, son los elementos que dentro de la cadena productiva han permitido generar una sostenibilidad financiera y culturización de una economía campesina que es la base de muchas actividades económicas, sociales y culturales secundarias para la

población de las veredas, por su relevancia en el comportamiento individual y colectivo de los campesinos dentro del mercado local y regional.

### **Vivienda, educación, servicios públicos en los pequeños productores**

Se determinaron las condiciones de vida de las familias en cuanto a vivienda, educación y servicios públicos en las veredas de Guanatá y Hormigas, encontrando que según el análisis de las encuestas, el 87% llevan habitando el predio en que se ha establecido su familia 32 años en promedio, con un valor máximo de 50 años en algunos casos, y quienes tienen un tiempo más reciente lo han habitado durante un año, dichos datos presentan un comportamiento normal que con respecto a la incurrencia de la media aritmética se estima una desviación estándar de 11.7 años por encima y por debajo del promedio, para la mayoría de los pobladores de esta zona (Tabla 2). Cada familia en promedio se constituye por 4.3 miembros constituida en la mayoría de los casos por esposo, esposa e hijos, el valor máximo de miembros se estima en 5 personas y el valor mínimo en una persona por predio. El 99% de los habitantes de la vereda tienen 48.4 años de edad en promedio con una desviación estándar de 13.47 años con respecto al mismo, donde los mayores tienen 64 años y los menores son niños de un año. En dichas veredas es muy común encontrar habitantes de 24 años que es el dato de mayor frecuencia. Esta situación favorece mantener en vigencia programas enfocados en la economía campesina con el objetivo de mejorar los beneficios del sector a mediano y largo plazo trabajando con las familias de cada vereda hacia la progresiva producción y mercados de escala en cooperación entre familias.

El nivel educativo en un 82% de los núcleos familiares se considera en un nivel superior, relacionado sobre la base de la formación técnica y tecnológica, aunque de manera individual, se encuentra un 81% de pobladores que apenas tienen básica primaria, el 68% está cursando o tiene apenas bachillerato (Tabla 3). Esto permite que al integrar contenidos académicos con pedagogías accesibles a la comunidad se fomentará el liderazgo regional desde los productos que se ofrecen y las habilidades del recurso humano que se encuentra a disposición en el sector agropecuario en la región.

**Tabla 2.** Tiempo de permanencia de los pobladores en veredas Hormigas y Guanatá, Zetaquirá, Boyacá

<b>Estadístico</b>	<b>Tiempo que la familia ha habitado el predio (Años)</b>	<b>Número de miembros en la familia</b>	<b>Edad (años) de los miembros de la familia</b>
Porcentaje (%)	87	79	99
Media	32	4.3	48.4
Valor Máximo	50	5	64
Valor mínimo	1	1	1
Mediana	18	2	25
Desviación Estándar	11.7	1.15	13.47
Moda	23	2	24

**Fuente:** Los autores.

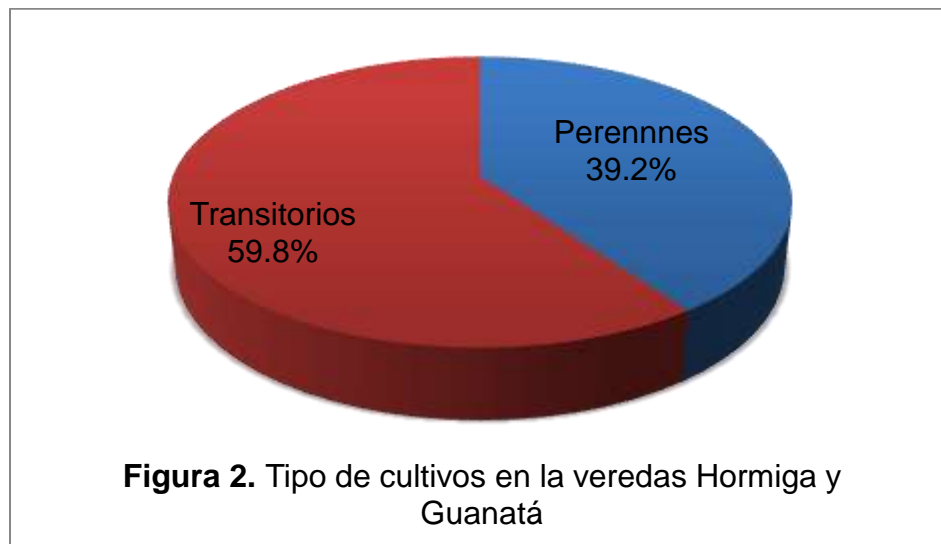
**Tabla 3.** Nivel educativo (%) de los miembros de cada familia y extensión del predio

<b>Estadístico</b>	<b>Primaria</b>	<b>Secundaria</b>	<b>Superior</b>	<b>Área de cada predio (Fanegadas)</b>
Porcentaje (%)	81	68	82	91
Media	1.6	2	0.4	34.9
Valor Máximo	50	5	64	200
Valor mínimo	0	0	0	12
Mediana	1	1	1	12
Desviación Estándar	0.83	1.03	0.58	28.29
Moda	1	1	0	12

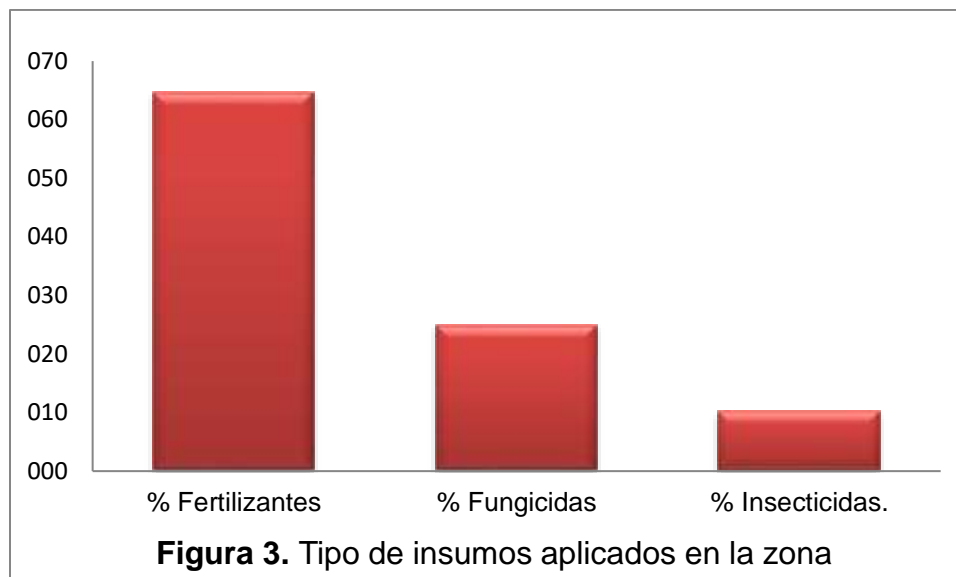
**Fuente:** Los autores.

El área en que se ha establecido cada predio se estima en 34.9 fanegadas de tierra en promedio, lo que equivale a 223.34 ha de extensión habitada por las familias encuestadas, en hectáreas el área máxima de una sola finca se encontró de 200 y la mínima de 12 fanegadas. El área promedio es competitivamente viable para fundamentar un ejercicio económico que integre a diferentes familias dentro de cadenas productivas derivadas de la asociación de predios.

El tipo de cultivo que han establecido las diferentes familias en la zona son en un 40.21% de longevidad económica perenne y semiperennes, siendo los más comunes, el café, caña de azúcar, plátano colicero y pitahaya, que son de gran incidencia económica para la región y el mercado agropecuario del país, lo que ha permitido la generación de políticas que favorecen la producción, comercialización y exportación de los mismos, por lo tanto se puede incursionar dentro de las estrategias de mercado para fomentar programas que beneficien a las familias campesinas de la región. Los cultivos de mayor tradición familiar son transitorios como la cebolla larga y cebolla cabezona de distintas variedades, así como el maíz, y el frijol, que se han establecido con mayor intensidad ocupando 59.79% del área sembrada (Figura 2).

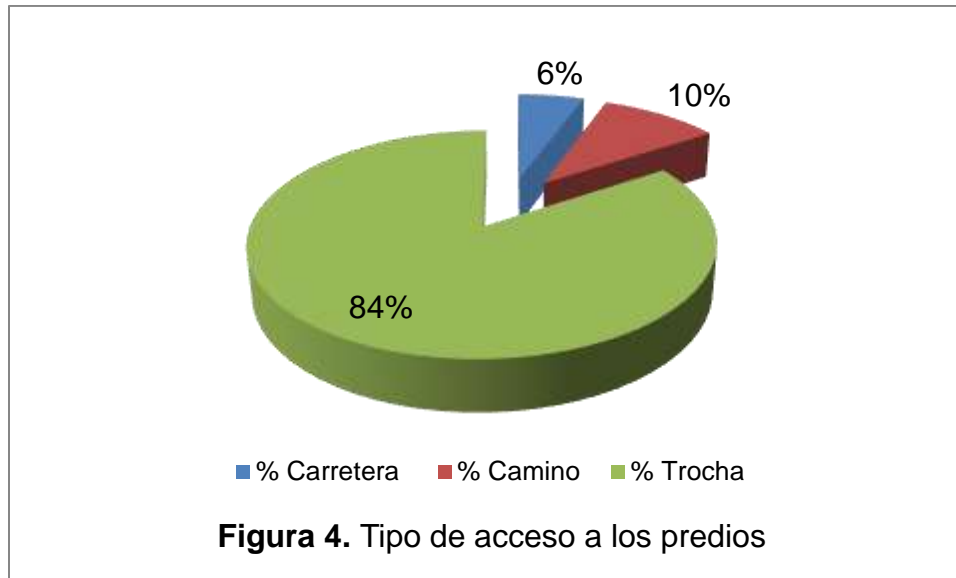


Para el mantenimiento de los cultivos en un 30.95% se recurre a insumos agrícolas, de lo cual, la tendencia cultural hacia el uso de fertilizante en 64.47%, seguido de fungicidas en un 25% e insecticidas 10.23% para evitar la incidencia de plagas y vectores de enfermedades (Figura 3). El mercado de fertilizantes es muy diversificado lo cual, se puede tomar como un punto a favor a la hora de realizar prácticas agrícolas con base en productos que impacten de manera sostenible con el ambiente y que sean competitivos económicamente, según los intereses de los productores en la región.



Para acceder a cada predio la vía de mayor acceso es la trocha, en la cual se encuentra el 84.27% de los predios encuestados, seguido de los caminos veredales en un 10.11%, empleándose mula o caballo para acceder o a pie, mientras que sólo un 5.62% tiene acceso por carretera (Figura 4). Los caminos aún son rústicos pero están georeferenciados, aunque el tipo de vehículos de carga se restringe a una serie de condiciones particulares para el acceso continuo en diferentes temporadas del año debido a las condiciones del terreno y a las características climáticas que son dadas por el régimen de humedad polimodal.

Las entidades que ejercen actividades de asistencia técnica a los productores son en un 57.14% la Federación de Cafeteros, seguida de agrónomos particulares de las distintas empresas de agroinsumos que visitan la zona. Estas asistencias técnicas en un 85.71% se hacen con el fin de promover la solución de problemas presentados en los cultivos; así como, capacitaciones para evitar los problemas, que representa el 14.29% de las asistencias técnicas (Tabla 4). El acompañamiento de instituciones y asociaciones de tipo agropecuario y fomento para el desarrollo está vigente con un buen campo de acción, lo que facilita la generación de una economía campesina estable y con buenas perspectivas para su desarrollo y evolución para abrir nuevos mercados.



**Tabla 4.** Asistencia técnica (%) en los predios de la zona

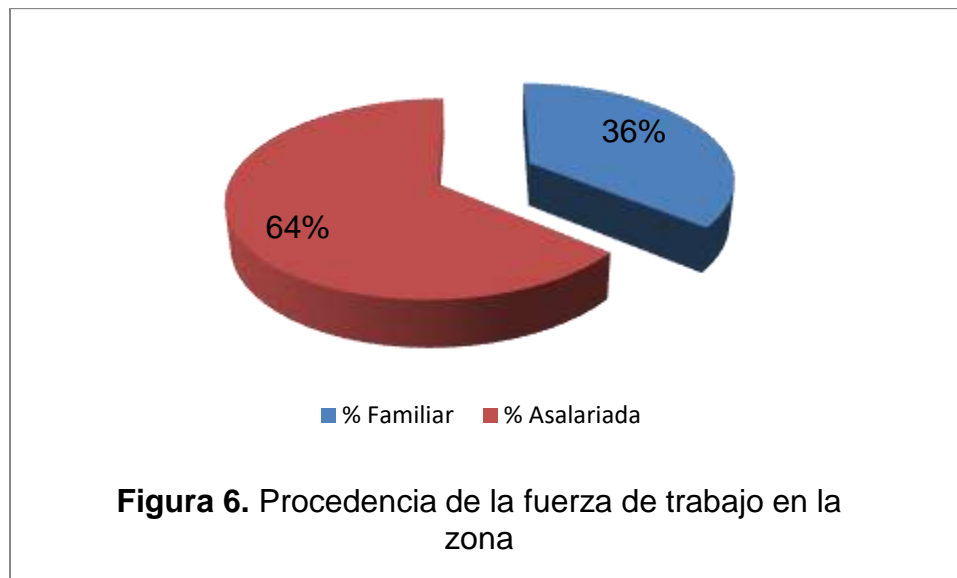
Entidades que prestan asistencia técnica		Contexto agropecuario de la asistencia	
Particular	Federación de Cafeteros	Solución de problemas	Capacitaciones
42.86	57.14	85.71	14.29

**Fuente:** Los autores.

El mayor interés de la población por la asistencia técnica está dada hacia el aumento de la producción en un 93.1%, seguido de las alternativas de comercio y el manejo de pasturas en un 3 y 4% respectivamente (Figura 5).

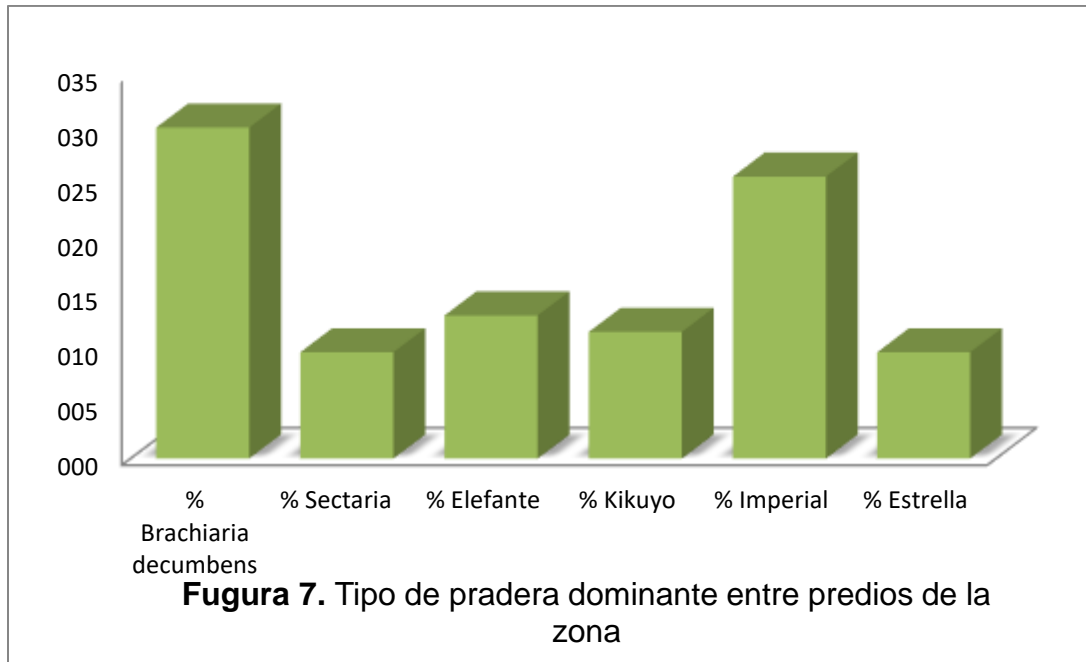


La procedencia laboral de la fuerza de trabajo es de origen asalariada o empleados de las fincas en un 64.04%, el 35.96% restante corresponde a recurso humano de origen familiar (Figura 6). El desarrollo de una economía campesina con bases de producción a escala debe mantener una cultura organizacional de contratación por salarios lo que en la panorámica regional es una realidad en la zona, esto ayuda al desarrollo de empresas y apertura de nuevos mercados en los que incide la formalización de la industria como prospecto de evolución parcial de la producción campesina.

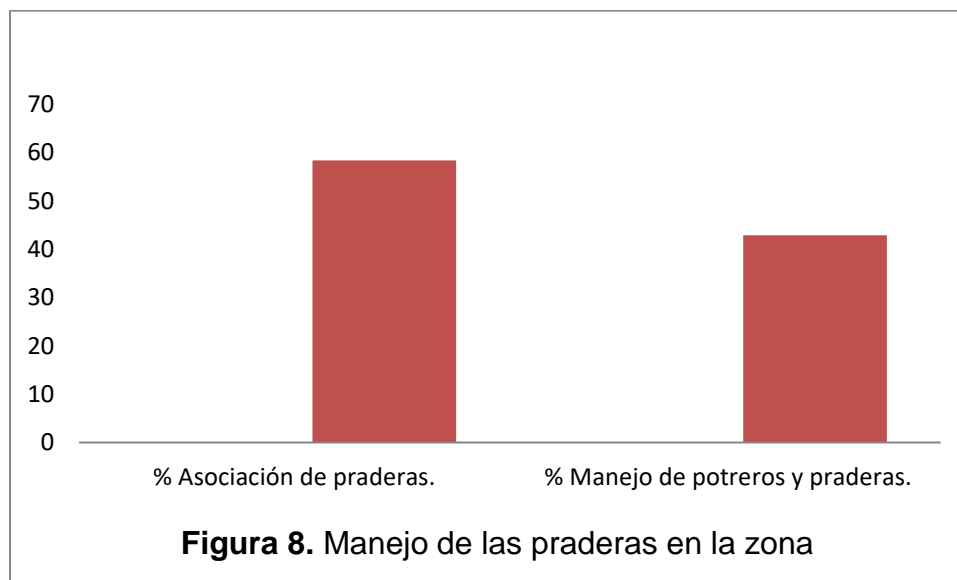


El tipo de pasto dominante entre los predios visitados es *Brachiaria decumbens* en un 30.22%, seguido de imperial (*Axonopus scoparius*) con 25.75%, elefante (*Pennisetum purpureum*) 13.06%, kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) 11.57% y estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y setaria (*Setaria viridis*) 9.7% (Figura 7). En las dos veredas el tipo de pradera que domina es *Brachiaria decumbens*, lo que facilita la interacción económica de las fincas en cuanto a comercio de insumos y semillas, además de los beneficios inherentes a la nutrición del ganado que permite un grado de similitud entre ganado de la misma raza y facilidad para ofertar los animales; además la uniformidad en el predominio e implementación de las praderas asegura una mayor concertación comercial en términos de precios.





La asociación de praderas se realiza en un 58.33% con respecto al 42.86% de manejo alterno (Figura 8), esto indica que predomina el uso de diferentes especies en asocio, lo cual facilita la disposición nutricional en la dieta de los animales que conviven en cada potrero, obteniendo mayor peso y resistencia a enfermedades, además de permitir la reducción de costos.



Las familias en un 42.86% obtienen recursos financieros a partir del acceso a créditos otorgados por las instituciones bancarias, de lo cual el 95.24% es

destinado para la ganadería y el 4.76% para la agricultura. La independencia financiera no es una característica a favor de la mayoría de los encuestados puesto que su bienestar económico depende del respaldo de las instituciones bancarias, lo cual reduce su autonomía y capacidad de tomar decisiones en la producción, por el sometimiento que implica la deuda y la necesidad de créditos continuamente entre los productores y los bancos.

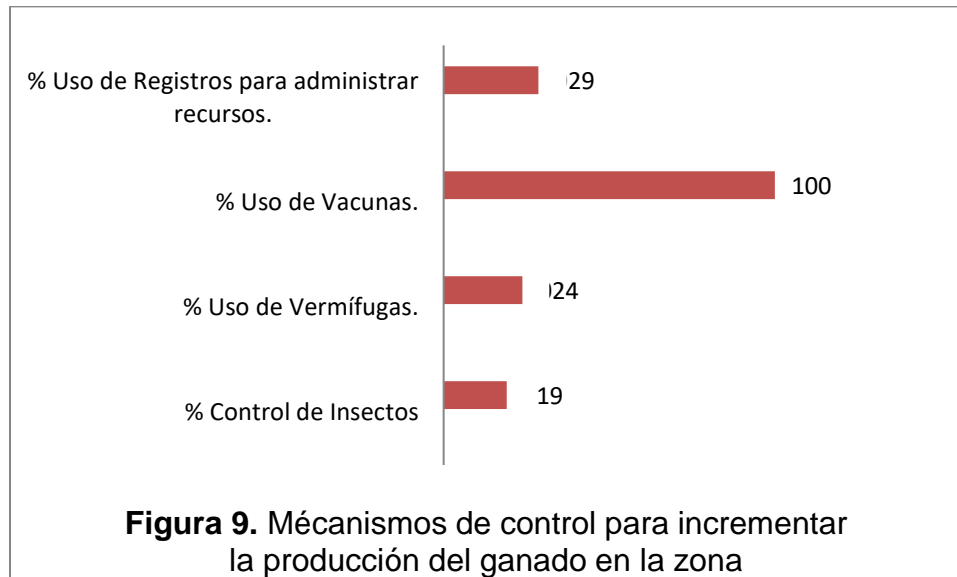
Los ganaderos de las veredas encuestadas tienen mayor propósito productivo por la cría de ganado, lo cual se estima en un 56.12%, el 32,65% para el levante y el 11.22% para la ceba. La producción encaminada a la cría de ganado permite una mayor cobertura socioeconómica entre oferentes y demandantes de cabezas de ganado, siendo una de las actividades que culturalmente tienen mayor inversión en las dos veredas, así como la puesta en marcha de proyectos alternos que dependen de dicha actividad para otorgar a los campesinos los insumos adecuados y la asistencia técnica subsidiada por el gobierno.

El tipo de raza dominante entre los distintos predios es cebú en un 42.16%, seguida de Holstein 28.11%, Normando 27.03% y Pardo Suizo 2.70%. La tradición familiar, las garantías de venta y los costos de implementación para el sostenimiento de la actividad ganadera ha permitido posicionar la raza cebú como una especie idónea y confiable para ejecutar emprendimientos en el ámbito pecuario, otorgando credibilidad y ganancias por encima del 40% de la inversión una vez se logra la venta de cada animal.

En el manejo del ganado, en lo referente al uso de insumos para alimentación se estimó que el 41.58% de los productores le dan sal mineralizada al ganado, el uso de vitaminas lo hacen el 33.66% de los ganaderos, mientras que el uso de arvenses que enriquecen la dieta animal, se usa en un 14.36%, y solo el 10.4% emplea concentrados para alimentar el ganado por su alto costo.

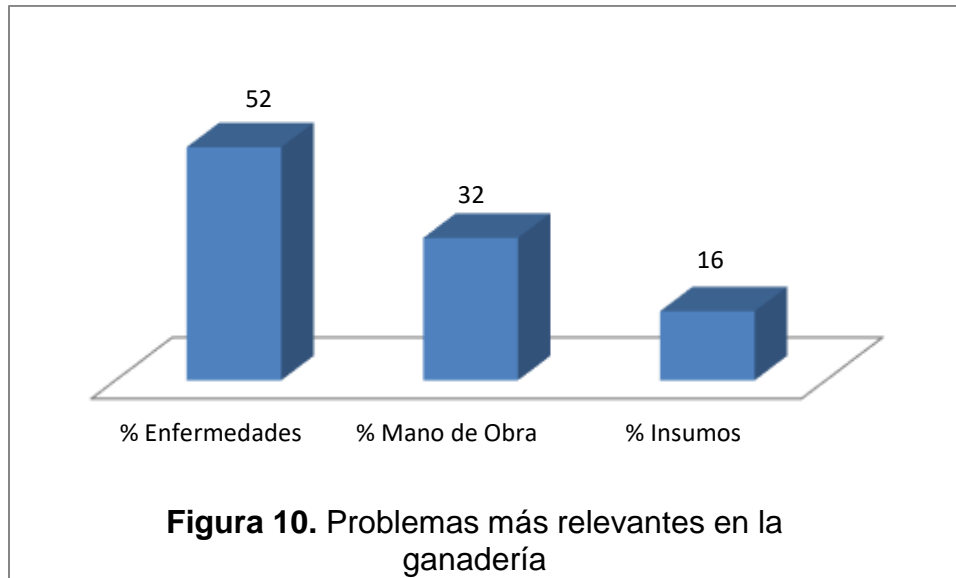
Para el cuidado sanitario del ganado se emplean vacunas cada 6 meses en todos los casos encuestados, alternativo con el uso de vermífugos cada tres a cuatro meses en un 23.81% y estrategias para el control de insectos en el 19.05% de los

productores; sólo el 28.57% de las familias encuestadas emplea registros para administrar sus recursos lo cual genera un cierto grado de eficiencia productiva con respecto a quienes no lo hacen, notándose un mejoramiento en el manejo de la finca (Figura 9).

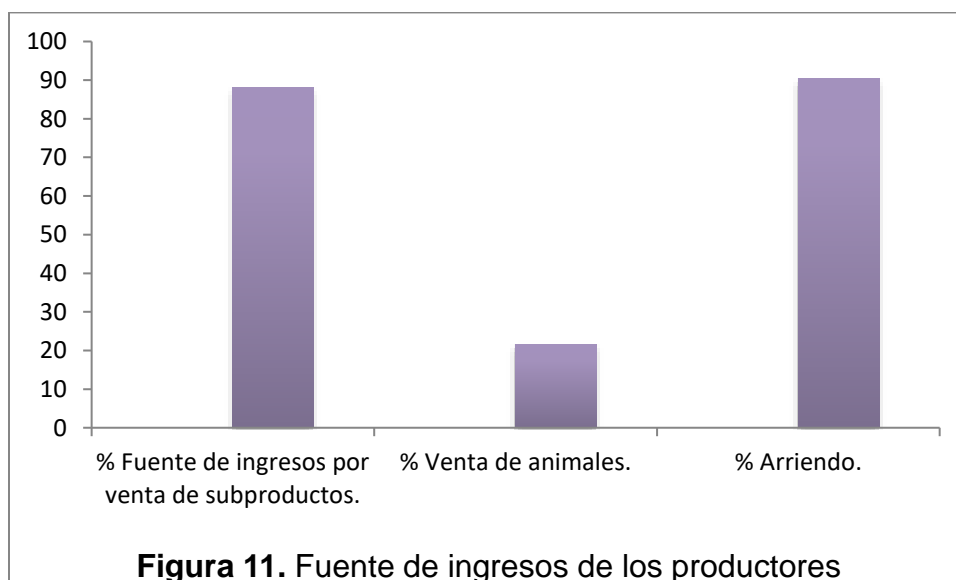


Los mayores problemas y dificultades es la presencia de enfermedades que abarca un 52.43%, seguido por la mano de obra con 32.04% que en temporadas altas de cosecha es difícil conseguir a un bajo precio, y finalmente el acceso a insumos en el momento oportuno (Figura 10), ya sea por falta de dinero o por no encontrar el insumo adecuado. La presencia de enfermedades virales son la mayor causa de mortalidad del ganado, sin embargo el control de agentes causales y vectores se hace con gran intensidad en ambas veredas conforme a los protocolos de control sanitario gestionado por las instituciones de fomento y extensión rural familiarizadas laboralmente con la zona.

Los ingresos relacionados para el sostenimiento de las familias encuestadas reflejan el favorecimiento por la venta de subproductos en un 88.1%, seguida por arriendo de parcelas en un 90.48%, y la venta de animales en un 21.43% (Figura 11), dichas cifras ponen en evidencia la participación en el mercado y las actividades económicas derivadas de cada predio frente al sector agropecuario.



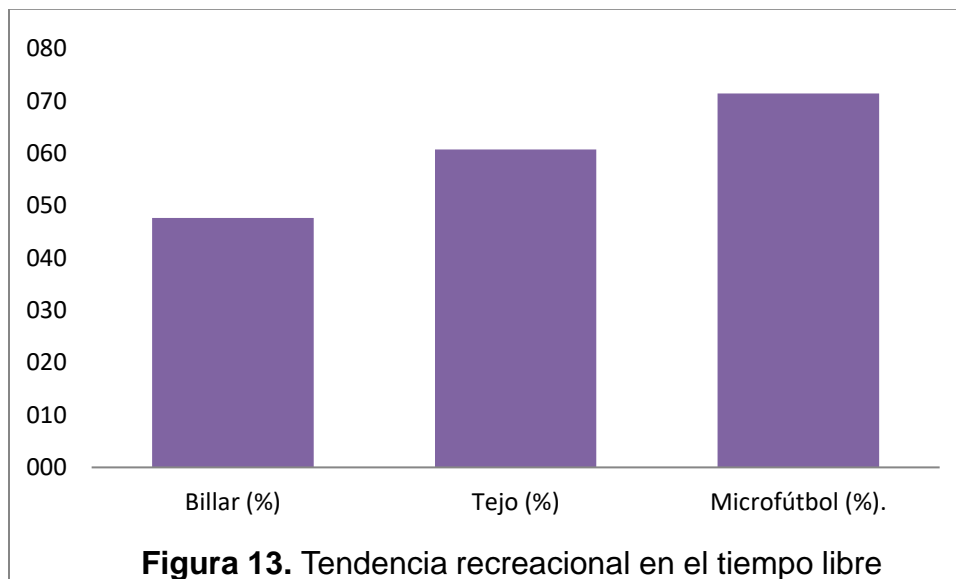
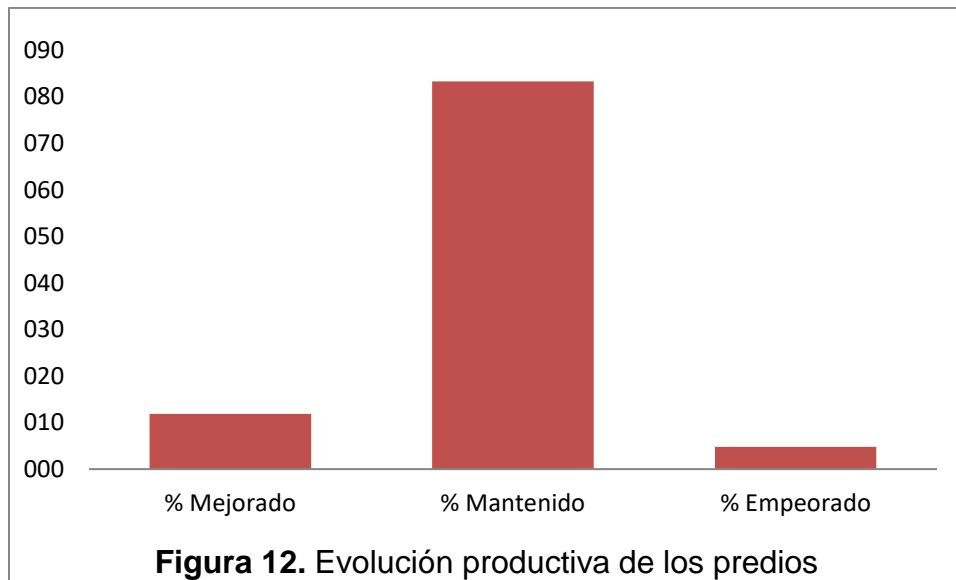
Con base en los ingresos a los que accede cada familia, el abastecimiento de las necesidades son en 92.86% consideradas como suficientes, mientras que para el 7.14% de las familias encuestadas es insuficiente para suplir sus gastos, esto genera subcontratación laboral al servicio de las familias de mayores ingresos por remuneración monetaria. Esto implica el surgimiento de nuevas estrategias de inversión agropecuaria y una estabilidad financiera en cuanto al monto de satisfacción presupuestaria por familia, que en el mediano plazo logra ampliar la cobertura de su negocio a otros municipios, bajo los principios de reinversión y ahorro mercantil frente a la oferta y la demanda de productos agropecuarios.



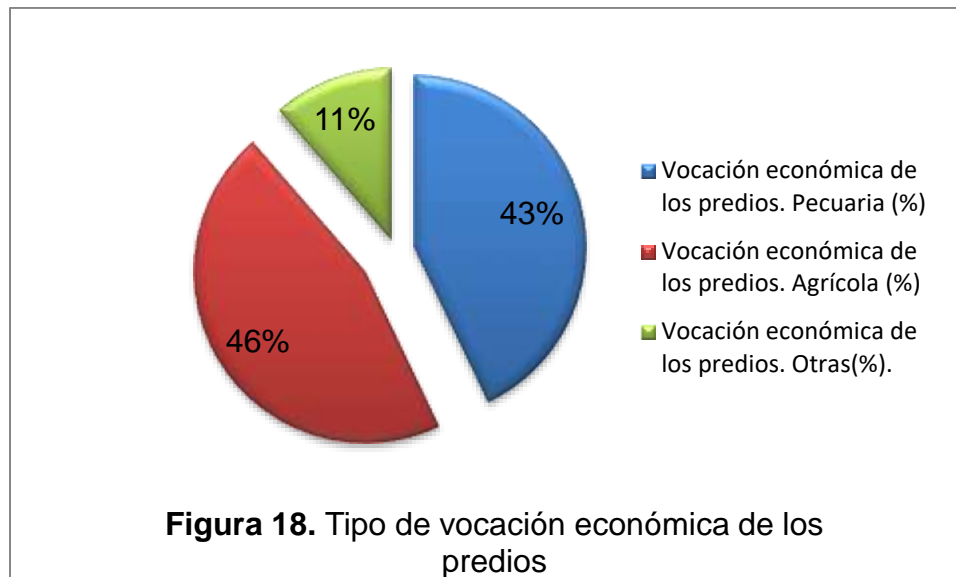
El 28.57% de los productores conocen con exactitud los ingresos de los cuales se hacen beneficiarios a partir de la producción de su predio, esto gracias a los registros de control financiero que han implementado dentro de sus fincas y a las capacitaciones que realiza la Federación de Cafeteros. Esto permite conceptualizar los ingresos hacia nuevas rutas de inversión con autonomía y liderazgo en la planificación productiva de cada predio y enfocar los procesos de mejora hacia la consolidación de estudios técnicos con base en el análisis del mercado y las posibilidades financieras que tienen disponibles para adquirir mayor cobertura en el medio agropecuario.

El 83.33% de las familias encuestadas consideran que se ha mantenido el nivel productivo de la finca, el 11.9% manifiesta que gracias al apoyo bancario y la exploración de nuevos mercados en centros urbanos la producción ha mejorado, mientras que el 4.76% considera que debido a las deudas y problemas familiares la situación ha empeorado relativamente dadas las circunstancias particulares (Figura 12). La evolución de las familias en cada predio desde su contexto económico ha sido respaldado significativamente por los bancos quienes a su vez han abierto nuevas expectativas de inversión para desarrollar proyectos agropecuarios en cada predio, haciéndolos más competitivos, generando mayor dinámica comercial de los nichos de mercado hacia la vereda y la incursión financiera en nuevas cadenas productivas bajo las pautas de contrapartida y dependencia que implica el préstamo bancario.

En las veredas existen áreas con establecimientos deportivos como canchas múltiples de microfútbol, baloncesto y voleibol, las cuales también se ven apoyadas por establecimientos privados en cuanto al aprovechamiento del tiempo libre como lo son locales con mesas de billar y canchas de tejo, lo que ha permitido que la población opte por aprovechar su tiempo libre en: microfútbol 71.43%, tejo 60.71% y billar 47.62% (Figura 13).



La vocación agrícola es la de mayor presentación en las dos veredas con un 46% de los casos, seguido de la actividad pecuaria con 43% (Figura 14), estos datos sitúan a la zona como un sector netamente agropecuario que goza de una plataforma de mercado bien estructurada y reconocida como nicho comercial con vocación del sector primario, incidiendo en una comunidad campesina con tradiciones laborales basadas en los cultivos perennes con base en el café y los subproductos de los frutales.



Analizando el diagnóstico de esta zona, la producción de frutales es variada en la zona y ha presentado una tendencia sostenible en la última década, puesto que por ser una cadena productiva regional y nacional, se ve fuertemente influenciada por demanda de otros productos procedentes de otras zonas de Colombia, lo cual se ha caracterizado por una mejora sustancial en la cotización de los precios y la tecnificación de los procesos agrícolas de precosecha, cosecha y poscosecha (García *et al.*, 2008). Con base en este análisis se podría implementar programas de seguridad alimentaria con miras a lograr una soberanía de estas dos veredas Guanatá y Hormigas en este sentido, puesto que los productores pueden definir sus propias políticas alimentarias que sean ecológica, social, económica y culturalmente apropiadas a sus circunstancias, teniendo en todo momento la posibilidad de producir suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades y la de los mercados (Medina y Ortegón, 2006; SNU y MADS, 2014).

Pero como se observa la mayoría de las familias de las veredas Guanatá y Hormigas no tienen independencia económica porque depende de los créditos de los bancos lo cual limita producir lo que les favorece a ellos como productores, porque están condicionados al pago de deudas y a las políticas gubernamentales, que muchas veces no son suficientes para apoyar ideas innovadoras de

producción agropecuaria (DNP, 2014). De otra parte, sería importante que se implementarán programas en la región en concordancia con los estudios de este trabajo puesto que se caracterizó a la población, su oficio y potencial competitivo como campesinos y empresarios, lo cual se ha logrado con base en los planteamientos teóricos del mismo, donde se establecieron los parámetros que interesan para llevar a cabo emprendimientos sociales dentro de la economía campesina de la región, que tienden a modelar nuevas tendencias de mercado asociativo del sector agropecuario con bases para ser más competitivo y de mayor alcance institucional (Ramírez *et al.*, 2006).

### **CONCLUSIONES**

Con base en observaciones y preguntas desarrolladas mediante la aplicación de 84 encuestas estructuradas a una población de 150 familias en interacción continua en un lapso determinado con los habitantes de las veredas Guanatá y Hormigas del municipio de Zetaquirá, en el departamento de Boyacá, se logró realizar un diagnóstico agropecuario del área rural, dando una estimación precisa de la dinámica socioeconómica y cultural de la zona. Con lo anterior se determinaron las condiciones de vida de las familias en cuanto a vivienda, educación y servicios públicos en las veredas mencionadas, e igualmente se documentaron las prácticas agropecuarias que utilizan las distintas familias para hacer más eficiente su producción.

En las veredas Guanatá y Hormigas las condiciones socioeconómicas se basan en la agricultura y la ganadería intensiva con diferentes razas bovinas, donde el café es un cultivo que mantiene económica y socialmente dinámica la situación financiera en un 60% siendo este producto el más cultivado por el área cosechada, fácil acceso a créditos y apoyo técnico por su alto porcentaje en el valor de la producción agropecuaria y como generador de empleo; sin embargo, su participación en el mercado se ha venido reduciendo de manera notoria, lo cual ha impulsado el cultivo de perennes a base de frutales en un 40.21% de la producción total de la zona.



Situaciones como el número de integrantes por familia, el área, tiempo de establecimiento de las fincas en la región, el folclor y la trascendencia de las costumbres laborales y económicas de la región facilitan la implementación de programas agropecuarios hacia un impacto positivo dadas las necesidades y el perfil de la comunidad frente a los desafíos de la economía campesina en la segunda década del siglo XXI.

### **RECOMENDACIONES**

En concordancia con el diagnóstico realizado en las veredas de Guanatá y Hormigas del municipio de Zetaquirá, departamento de Boyacá, es preciso aprovechar los datos estadísticos reportados en el presente trabajo como herramienta informativa permite atender las limitantes que los productores reportaron mediante las encuestas, según su criterio de observación sobre su propia realidad y los parámetros de acompañamiento con el fin de fortalecer el sector agropecuario en dicha región.

El uso de la tierra para los intereses agrícolas se debe fomentar de manera autosostenible con el aprovechamiento de estrategias de sustentabilidad a nivel planificado en la organización de labores en cada predio, teniendo en cuenta que la vocación agrícola y pecuaria debe ser complementada una con otra bajo el interés de las actividades de alimentación animal y abono vegetal, reduciendo costos y generando hábitos que procuren mantener el bienestar y la sanidad del ambiente.

La subvaloración es una de las tendencias de comportamiento a las respuestas que el campesino generalmente tiende a hacer de su economía, en la búsqueda de la asistencia estatal, esto se asume como un inconveniente para llevar a cabo proyectos basados en dichos datos para aplicar las políticas, lo cual se concluye en una incógnita para conocer realmente si la producción agropecuaria le genera a los campesinos ingresos tan precarios que los mantienen en la miseria, no vale la pena continuar apoyando esta actividad. Es preciso entonces hacer trabajos con profundidad para acercarse a la comprensión de los sistemas de producción de los

campesinos, puesto que estos sistemas de producción tienen un potencial productivo enorme y una gran capacidad de generación de ingresos, superior en muchos casos a otras actividades.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alvarez J.F. Economía campesina y sistema alimentario en Colombia: Aportes para la discusión sobre seguridad alimentaria, 2003. Recuperado 12 de Diciembre 2016. Disponible En: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/50262497/campesinadoysistemaalimentarioencolombia\\_JFORERO.pdf\\_unidad\\_1.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1512685857&Signature=HHZBK59erBMT8ccTK821eolvujk%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DECONOMIA\\_CAMPESINA\\_Y\\_SISTEMA\\_ALIMENTARIO.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/50262497/campesinadoysistemaalimentarioencolombia_JFORERO.pdf_unidad_1.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1512685857&Signature=HHZBK59erBMT8ccTK821eolvujk%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DECONOMIA_CAMPESINA_Y_SISTEMA_ALIMENTARIO.pdf)
2. AMZ, Alcaldía Municipal Zetaquirá. Historia veredal de Zetaquirá. 2011.
3. Arango B.L., Pérez F.D.I. El papel del Estado en el desarrollo de la agroindustria colombiana. Revista Panorama Económico. 22 129-140. 2014.
4. Boyacá G.d., Monografías de los pueblos de Boyacá. Gobernación de Boyacá, Tunja, Boyacá. p 47-69. 2010.
5. DNP, Departamento Nacional de Planeación. Bases del plan de desarrollo nacional, todos por un nuevo país, paz y equidad para la educación 2014-2018 Bogotá, Colombia. 783 p. 2014.
6. Fajardo D. La tierra y el poder político; la reforma agraria y la reforma rural en Colombia, 2002. Recuperado 10 de Diciembre 2016. Disponible En: <http://conectarural.org/sitio/reconociendo/pdf/13-Tierra-PoderPolitico.pdf>
7. García L., Sandval A., Floriano J., Salamanca G., Bernal J., Vasquez L., Gómez G. Calidad de mango criollo para la agroindustria. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Fondo de Fomento hortofrutícola y Corpoica, Bogotá, Colombia. 48 p. 2008.
8. Medina V.J., Ortegón E. Manual de prospectiva y decisión estratégica: bases teóricas e instrumentos para América Latina y el Caribe. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES), Santiago de Chile, Chile. 200 p. 2006.
9. Montoya L.A., Montoya I.A., Castellanos O. De la noción de competitividad a las ventajas de la integración empresarial. Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión. 16 (1): 59-70. 2008.
10. Pérez C.E., Pérez M.M. El sector rural en Colombia y su crisis actual. Cuadernos de desarrollo rural. 48 35-58. 2002.
11. Pérez E. Hacia una nueva visión de lo rural. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, Buenos Aires, Argentina. 17-31 p. 2001.
12. Ramírez D.C., Castellanos O., Torres L.M., Morales M., Domínguez K. Herramientas sistémicas de gestión tecnológica para la toma de decisiones: inteligencia tecnológica y roadmapping. México. 2006.

13. SNU, MADS, Sistema de Naciones Unidas y MADS, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Consideraciones ambientales para la construcción de una paz territorial estable, duradera y sostenible en Colombia. Insumos para la discusión. Bogotá, Colombia. 2014.

## **Camu camu (*Myrciaria dubia*) como posible alternativa productiva**

### **Camu camu (*Myrciaria dubia*) as a possible agricultural production alternative**

Ardila Ortiz Leonardo<sup>1</sup> y Yunda Constanza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero Agrónomo, Universidad de los Llanos y

<sup>2</sup>Ingeniera Agrónoma, MSc, Docente Universidad de los Llanos

[cyunda@unillanos.edu.co](mailto:cyunda@unillanos.edu.co)

Recibido 11 de Agosto 2017, Aceptado 19 de Octubre 2017

#### **RESUMEN**

En este artículo se presentan los aspectos técnicos-agronómicos del camu camu (*Myrciaria dubia*), y su ecología, además se analiza el potencial que tiene esta especie como cultivo comercial, teniendo en cuenta la demanda agroecológica de la especie y las exigencias agronómicas para establecerla como sistema productivo en condiciones del piedemonte llanero, puesto que Colombia tiene gran diversidad de frutas exóticas con alto contenido nutricional, especies nativas como la mencionada han sido consideradas y priorizadas como alternativas en investigaciones de CORPOICA como una de las frutas tropicales con alto potencial para el desarrollo agrícola, aunque en Colombia solo se registra en los departamentos de Amazonas y Vaupés, por esta razón es importante revisar la información generada sobre la especie y analizar el potencial de ésta como sistema productivo para las condiciones del piedemonte llanero. La especie es importante por su alto valor nutritivo, puesto que el fruto del camu camu tiene el más alto nivel de vitamina C conocido hasta ahora, superando en aproximadamente 1.5 veces a la acerola (*Malpighia marginata*) (1790 mg/100 g), en 13 veces al marañón (*Anacardeum occidentale*) (219 mg/100 g) y en 5 veces al limón (*Citrus limon*) (44,2 mg/100 g), en comparación con la naranja (*Citrus sinensis*) contiene 30 veces más vitamina C, 10 veces más hierro, 3 veces más niacina, 2 veces más riboflavina y 50% más fósforo.

**Palabras clave:** Fruto, vitaminas, cosecha, árboles, alimentos.

## ABSTRACT

This article presents the technical-agronomic aspects of the camu camu (*Myrciaria dubia*), and its ecology, in addition, the potential of this species as a commercial crop is analyzed, taking into account the agroecological demand of the species and the agronomic requirements to establish it as a productive system under the conditions of the foothills of the Plains, because Colombia has a great diversity of exotic fruits with a high nutritional content, native species such as the one mentioned have been considered and prioritized as alternatives in CORPOICA investigations as one of the tropical fruits with high potential for agricultural development, although in Colombia it only registers in the departments of Amazonas and Vaupés, for this reason it is important to review the information generated about the species and analyze the potential of this as a productive system for the conditions of the foothills of the Plains. The species is important for its high nutritional value, surpassing in approximately 1.5 times to acerola (*Malpighia marginata*) (1790 mg/100 g), 3 times to marañón (*Anacardeum occidentale*) (219 mg/100 g) and 5 times to lemon (*Citrus limon*) (44.2 mg/100 g), compared to orange (*Citrus sinensis*) contains 30 times more vitamin C, 10 times more iron, 3 times more niacin, 2 times more riboflavin and 50% more phosphorus.

**Keywords:** Fruit, vitamins, harvest, trees, food.

## RESUMO

Este artigo apresenta os aspectos técnico-agronômico do camu camu (*Myrciaria dubia*), e sua ecologia, além disso, o potencial desta espécie como cultura comercial é analisado, tendo em conta a demanda agroecológica das espécies e os requisitos agrônômicos para estabelecê-lo como um sistema produtivo sob as condições dos contrafortes das planícies do Piemonte, porque Colômbia tem uma grande diversidade de frutas exóticas com alto teor nutricional, espécies nativas como a mencionada têm sido considerados e priorizadas como alternativas nas investigações de CORPOICA como uma das frutas tropicais com alto potencial de desenvolvimento agrícola, embora na Colômbia apenas se registre nos

departamentos de Amazonas e Vaupés, por esta razão, é importante rever a informação gerada sobre a espécie e analisar o potencial deste como um sistema produtivo para as condições dos contrafortes das planícies do Piemonte. A espécie é importante por seu alto valor nutricional, superando em aproximadamente 1.5 vezes o acerola (*Malpighia marginata*) (1790 mg/100 g), em 13 vezes ao marañon (*Anacardeum occidentale*) (219 mg/100 g) e em 5 vezes o limão (*Citrus limon*) (44,2 mg/100 g), em comparação com a laranja (*Citrus sinensis*) contém 30 vezes mais vitamina C, 10 vezes mais ferro, 3 vezes mais niacina, 2 vezes mais de riboflavina e 50% mais de fósforo.

**Palavras-chave:** Frutas, vitaminas, colheitas, árvores, alimentos.

## INTRODUCCIÓN

El camu camu (*Myrciaria dubia*) es una planta originaria de la Amazonía donde crece en forma silvestre, con un amplio rango de adaptación a diferentes condiciones agroecológicas entre las que se destaca las del piedemonte llanero Colombiano, porque crece a temperatura máxima de 28-35°C y mínima de 17-22°C; requiere precipitaciones de 2800 mm/año y humedad relativa que oscile entre 78 y 82% (Justi *et al.*, 2000). El camu camu se presenta como una importante alternativa para establecer sistemas productivos en esta zona de piedemonte, se muestra como una especie promisoría para sobrellevar la coyuntura actual del sector agrícola, donde los cultivos tradicionales como el arroz, el maíz y la soya se han visto afectados por los altos costos de producción y las importaciones (Arias, 2009), lo que demanda la necesidad de estrategias de diversificación de los sistemas productivos. Por esta razón es necesario evaluar las características de esta especie, su ecología, los aspectos técnicos agronómicos y las alternativas de producción. Es imprescindible recopilar información acerca de las características, morfológicas y fisiológicas, requerimientos nutricionales, nivel de adaptación y alternativas para agroindustria, comercio interno y su exportación. El aprovechamiento de este cultivo en Colombia se limita en la mayoría de los casos a la recolección del fruto que realizan grupos indígenas en la región del Putumayo donde crece naturalmente en

las zonas inundables de los ríos (Peters y Vásquez, 2006), también hay algunos estudios genéticos y de comportamiento en Caquetá y Meta (Osorio, 2001; Rojas *et al.*, 2008).

En este artículo se presentan los aspectos técnicos-agronómicos de la especie y su ecología, además de analizar su potencial como cultivo comercial, teniendo en cuenta su demanda agroecológica y exigencias agronómicas para establecerla como sistema productivo en condiciones del piedemonte llanero, puesto que Colombia tiene gran diversidad de frutas exóticas con alto contenido nutricional, especies nativas como el camu camu han sido consideradas y priorizadas como alternativas en investigaciones con alto potencial para el desarrollo agrícola, por lo tanto es importante revisar la información generada sobre la especie.

### **ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN**

El camu camu es una especie nativa de la cuenca del Amazonas occidental, distribuida ampliamente en Perú, Colombia, Brasil y Venezuela. En Colombia se encuentran poblaciones naturales en los departamentos de Amazonas y Putumayo en las márgenes del río Putumayo (Hernández y Barrera, 2010).

El camu camu crece de manera natural en las orillas de los ríos de la Amazonía, indicando que la mayor concentración de poblaciones y de diversidad se encuentra en la Amazonía peruana (Imán *et al.*, 2011), se encuentra a lo largo del río Amazonas hasta el estado de Amazonas en Brasil, así como en la cuenca superior del río Orinoco, y en el estado de Rondonia, Brasil (Peters y Vásquez, 2006). En Colombia, se registra en el departamento de Amazonas en localidades de Amacayacú y Tarapacá; y en el Vaupés en Tabú sobre el río Vaupés (Hernández y Barrera, 2010).

### **CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS**

La planta es un arbusto que alcanza 4 m de altura, con una copa frondosa, irregular, con ramas delgadas flexibles y pendientes, el tallo es delgado con un diámetro de hasta 15 cm muy ramificado; el tallo y las ramas son glabros,

cilíndricos, lisos, de color marrón claro o rojizo y con corteza que se desprende de forma natural; también existe variabilidad morfológica, encontrándose plantas de tipo columnar u ortotrópica ramificándose a partir de 50 a 70 cm de la base del tallo y el tipo cónica o plagiotrópica (Imán *et al.*, 2011).

Osorio, (2001) asegura que la especie presenta raíces adventicias en el tallo y en las ramas, las cuales se desarrollan altamente en las zonas bajas sometidas a crecientes e inundaciones de las quebradas y ríos, las raíces pueden alcanzar 50 cm de longitud y están adaptadas para soportar la excesiva humedad; las hojas son simples, opuestas, peciolo cilíndrico de 5 mm de largo, limbo de 4 a 8 cm de longitud, de 3 a 4 cm de ancho, lanceolado, borde revuelto, membranáceo; haz de color verde lustroso y envés verde claro.

Los botones florales nacen en grupos en las axilas de las hojas de preferencia de las ramas mayores y también del tronco principal, en una misma yema pueden encontrarse desde 1 a 25 botones, flores hermafroditas, cáliz, corola con pétalos de color blanco que luego de la fecundación se tornan de color marrón (Imán *et al.*, 2011). Las flores son simples, tamaño mediano, cáliz con cinco sépalos soldados, libres, blanquecinos, de prefloración imbricada, descendente; estambres numerosos, finos, alargados y blanquecinos; ovario ínfero (Osorio, 2001).

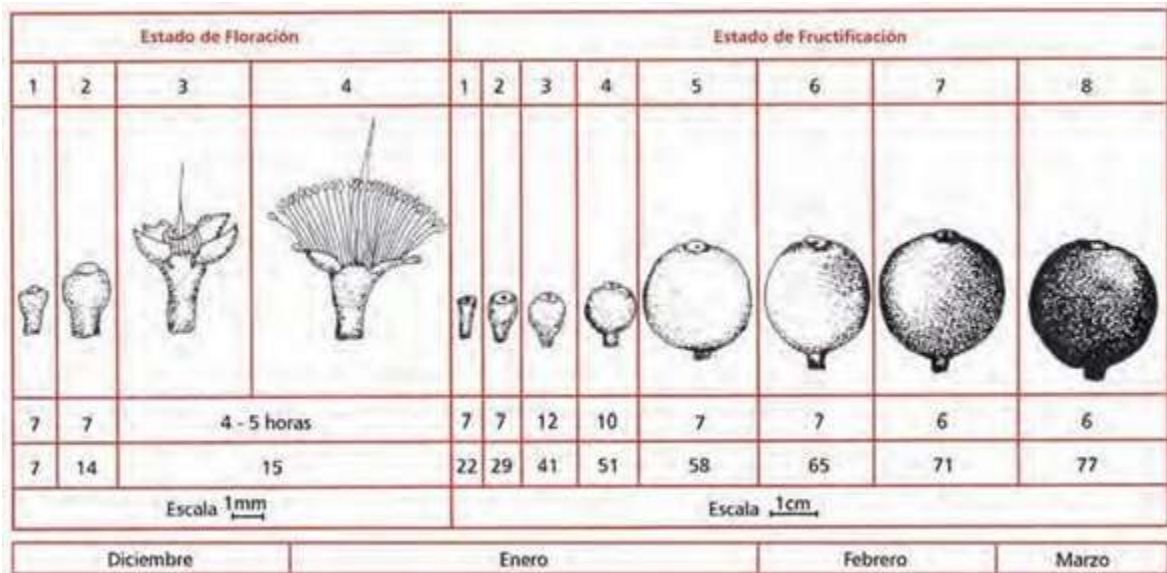
El fruto de camu camu es una baya globular con 3 cm de diámetro, cáscara de color negra violácea, pulpa jugosa, blanquecina o teñida de rosa, con suaves fibrillas, la cual es ligeramente ácida, aromática; con 2 a 4 semillas, excepcionalmente con una, tienen en promedio 1.48 cm de largo, 1.13 cm de ancho, 0.52 cm de grosor y un peso de 0.74 gramos (Osorio, 2001). En cuanto al color del fruto, este varía según el estado de maduración que va de verde a rojo, alcanzando el 100% de coloración rojiza (Imán *et al.*, 2011).

## **BIOLOGÍA FLORAL**

La floración generalmente empieza cuando la planta alcanza un diámetro basal de 2 cm, la cual no está sincronizada en cada planta, puesto que ocurren varios ciclos durante el año. Las yemas florales se producen primero en la parte distal de las



ramas más altas, y después que éstas han abierto y ha pasado la polinización, otras yemas salen de un lugar más próximo sobre la rama, por lo tanto, una planta puede presentar simultáneamente yemas florales, flores y frutos en varios estados de desarrollo (Figura 1). En cada nudo se observan hasta 12 flores; también se presenta formación de flores directamente en el tronco y en las ramas gruesas de los individuos grandes (Peters y Vásquez, 2006).



**Figura 1.** Descripción morfológica de la fenología de *M. dubia*.

**Fuente:** Inga *et al.*, (2001).

Cuando las flores están en forma individual son hermafroditas, la antesis ocurre temprano en la mañana siendo receptibles a la polinización por un período de cuatro a cinco horas; una vez sucede esto los estambres empiezan a marchitarse y la corola se seca y cae al día siguiente (Peters y Vásquez, 2006). La emergencia del estilo y los estambres dentro de una flor demuestra un protógino muy marcado; durante la antesis, el estilo sale primero y después los estambres. Peters y Vásquez, (2006) indican que este mecanismo es muy efectivo para evitar la autogamia; aparentemente en el momento que emergen los estambres para liberar polen, el estigma ya no está receptible a la polinización. Aunque *M. dubia* muestra dicogamia, no se descarta la posibilidad de autofecundación por

geitonogamia debido a la falta de sincronía floral, puesto que el polen de otras flores sobre la misma planta puede efectuar hasta 91% de polinización.

Peters y Vásquez, (2006) concluyen que el camu camu presenta alogamia facultativa pero no obligatoria, no se observa incompatibilidad genética, aunque parte de la polinización puede ser efectuada por el viento, otros polinizadores de la especie son pequeñas abejas. Las flores contienen néctares y exudan una fragancia dulce y agradable, por lo que en la mañana están cubiertas por abejas como *Melipona fuscopilara* y *Trigona portica*.

### CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL FRUTO

El fruto de camu camu tiene un buen porcentaje de pulpa aprovechable (Figura 2). El fruto es de forma globular, el color de su cascara varía con el estado de maduración, son verdes con menos del 25% de coloración rojiza; pintones 25 a 75% y maduros 100% de coloración rojiza. Estudios realizados a germoplasma de la especie reportan que el tamaño del fruto está ligado al peso; se consideran frutos pequeños con diámetro menores y peso menores a 2.5 cm y 9 g respectivamente, medianos diámetro entre 2.5 y 3 cm, y peso entre 9 y 13 g, frutos grandes para aquellos que miden más de 3 cm de diámetro y peso mayor a 13 g (Imán *et al.*, 2011).



**Figura 2.** Composición del fruto de camu camu. **Fuente:** Osorio, (2001).

Este fruto se destaca el alto contenido de ácido ascórbico en la pulpa (Tabla 1), alcanzando más de 2700 mg en 100 g de pulpa, siendo su concentración superior a la reportada en otras frutas tropicales. Por su alto contenido de vitaminas el fruto de camu camu ha sido reconocido como un alimento de excelente calidad nutricional (Pinedo y Paredes, 2011), porque supera en 1.5 veces el contenido de vitamina C a la acerola (*Malpighiae marginata*) (1790 mg/100 g), en 13 veces al marañón (*Anacardeum occidentale*) (219 mg/100 g) y en 5 veces al limón (*Citrus limon*) (44.2 mg/100 g), en comparación con la naranja (*Citrus sinensis*), el fruto del camu camu provee 30 veces más vitamina C, 10 veces más hierro, 3 veces más niacina, 2 veces más riboflavina y 50% más fósforo (Imán *et al.*, 2011).

**Tabla 1.** Valor nutricional de 100 g de pulpa de camu camu.

<b>Componente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Agua	G	94.4
Valor energético	Cal	17.0
Proteínas	G	0.5
Carbohidratos	G	47
Fibra	G	0.6
Ceniza	G	0.2
Calcio	Mg	27.0
Fósforo	Mg	17.0
Hierro	Mg	0.5
Tiamina	Mg	0.01
Riboflamina	Mg	0.04
Niacina	Mg	0.062
Ácido ascórbico reducido	Mg	2.780.0
Ácido Ascórbico Total	Mg	2.994.0

**Fuente:** Villachica. (1996)

## IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA Y AGROINDUSTRIAL

La mayor concentración del camu camu se encuentra en la Amazonía peruana y brasileña, siendo estos los únicos países que actualmente exportan productos en

base a esta fruta, en menor escala se le encuentra en Colombia, Venezuela y Bolivia. La producción, recolección y comercialización constituye una importante actividad económica y ecológica en la Amazonía, puesto que genera ocupación permanente del campesino ribereño (pescador, recolector y agricultor estacional) y disminuye la presión que podría producir en los bosques primarios (Peters y Vásquez, 2006). En Colombia, el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI), reporta el desarrollo de programas con el apoyo del estado, en los cuales se involucran las comunidades indígenas y población ribereña de los ríos donde se recolecta la fruta que crece de manera natural, principalmente en el departamento del Putumayo, actualmente varias familias se beneficiaban económicamente de dicha actividad (Hernández y Barrera, 2010).

El camu camu debe ser valorado como producto ancestral y una parte de la biodiversidad de varios países entre ellos Colombia, por su sabor ácido y exótico puede ser materia prima para la elaboración de diferentes productos para la industria alimenticia, puesto que con su pulpa se pueden preparar salsas, mermeladas, jugos, helados, néctares y concentrados (Osorio, 2001).

Por su alto contenido de vitamina C, antioxidantes, potasio y antocianinas, elementos importantes en la salud humana, la pulpa de camu camu puede ser utilizada para la producción de medicinas de origen natural (Muñoz *et al.*, 2007), siendo el ácido ascórbico, un importante antioxidante que ayuda en la prevención de cáncer, enfermedades del corazón, estrés y es energético; también es fundamental para gametogénesis, síntesis de proteínas en cartílagos, piel y sistema circulatorio, además contribuye al mantenimiento del sistema inmunológico y facilita la absorción de nutrientes, incluyendo el hierro (Alvis *et al.*, 2010). Castro *et al.*, (2013) han observado que esta fruta puede ayudar a la prevención del cáncer, el alzhéimer y a combatir el estrés por su alto nivel de antioxidantes, potasio y antocianinas. En la actualidad en países industrializados se producen capsulas de 1 g de vitamina C y la pulpa de camu camu puede ser usada como materia prima para este propósito mediante su liofilización (Vega, 2006).

## **EL CAMU CAMU (*Myrciaria dubia*) EN COLOMBIA**

Esta fruta nativa de la amazonia puede ser importante para impulsar el desarrollo rural, agroindustrial y agro exportador, en las regiones donde se adapta y crece naturalmente (Solís, 2015). A partir del 2004 cuando un grupo de mujeres líderes indígenas del municipio de Tarapaca (Amazonas) crearon una empresa para procesar y comercializar la pulpa de camu camu a nivel nacional, para el disfrute de todo el país. Las comunidades indígenas cosechan la fruta a mano, desplazándose en canoas en zonas inundadas donde los árboles forman plantaciones naturales (Evans, 2013).

Una alianza llamada Amazonas 2030 ubicada en Leticia, promueve el desarrollo de la Amazonía colombiana a través del monitoreo sistemático y periódico de los cambios en la calidad de vida, indicadores socio-ambientales y la sostenibilidad de la región, ha fijado su atención sobre esta especie nativa que entre Marzo y Abril comienza a florecer de manera silvestre, cerca de algunos lagos amazónicos; siendo este fruto la esperanza de progreso para las familias de Tarapacá (Amazonas) quienes pretenden mejorar su calidad de vida a través de la producción de mermeladas, pulpas deshidratadas, néctares y concentrados. 47 personas se dedican a la recolección del fruto en las zonas inundables de los lagos de Tarapacá, donde crece el fruto de forma natural (AMAZONAS-2030, s.f).

La dirección general del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, ejecuta un proyecto de aprovechamiento de la pulpa de camu camu en un Acuerdo para la Prosperidad, realizado en Leticia, además asegura que esta especie es importante y por tanto se debe promover su consumo y comercialización para beneficio económico. Para el procesamiento de pulpa de camu camu, en Tarapacá se cuenta con el registro sanitario del Invima y con el permiso de Corpoamazonia (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia), sobre la base de estudios de manejo de la especie, también se ha hecho un importante esfuerzo en la innovación y transferencia de la tecnología, hacia las mujeres, quienes quedaron con un centro de acopio dotado con equipos básicos agroindustriales; a través de este proyecto, se cuenta con una línea de

trabajo que promueve el uso de la biodiversidad desde el punto de vista sostenible y sustentable por parte de las comunidades (SINCHI, s.f) y se proyecta la exportación de sus productos hacia Europa.

### HÁBITAT DE LA ESPECIE

Villachica, (1996) asegura que a pesar de ser una especie nativa de las zonas aluviales inundables temporales, el camu camu prospera bien en los suelos con buen drenaje, siempre y cuando haya un adecuado suministro hídrico y también crece bien en condiciones de mal drenaje (Figura 3).



**Figura 3.** Hábitat de *Myrciaria dubia*. **Fuente:** Hernández y Barrera, (2010)

En cuanto a la altitud, se reporta que se adapta bien a alturas desde el nivel del mar hasta 800 msnm, con una radiación solar de 1300 a 2000 horas/año (Osorio, 2001).

### SISTEMAS DE PROPAGACIÓN DE LA ESPECIE

La especie se propaga normalmente por semilla, la cual se debe obtener de plantas sanas, vigorosas y con frutos de buen tamaño; puede tener un porcentaje de germinación cercano al 100%, la cual inicia aproximadamente a los 12 días después de la siembra, estando aptas para el trasplante a los 270 días de edad, tiempo tras el cual la planta alcanza un tamaño promedio de 40 cm; el trasplante al sitio definitivo debe hacerse a los 30 días después del trasplante a bolsa, cuando la planta tiene un tamaño mínimo de 15 cm y 7 hojas (Osorio, 2001).

El rendimiento del camu camu puede mejorarse a través de la injertación, se recomienda utilizar semilla de árboles obtenidos por reproducción sexual y los frutos deben ser cosechados maduros y de color violeta, actividad que principalmente se realiza entre los meses de Diciembre y Marzo. Se recomienda obtener las semillas de las árboles que produzcan más de 15 kg de fruta por planta con buen vigor y que estén libres de plagas y enfermedades, porque estas plantas producirán portainjertos más vigorosos, pues los mismos árboles de camu camu cumplen esta función (Enciso, 1992).

Las semillas limpias y seleccionadas deben ser colocadas en tratamientos de pregerminado, lavándolas y orándolas para posteriormente colocarlas dentro de bolsas de polietileno transparente (Chagas *et al.*, 2012); la germinación se inicia a los 20 días, lográndose también altos porcentajes; este método permite manipular mayor cantidad, sin necesidad de utilizar abundante sustrato, ni riegos adicionales. La desventaja es que las semillas germinadas deben ser trasladadas al almácigo antes que desarrollen raíces de 3 cm de longitud, caso contrario tienden a etiolarse fácilmente (Enciso y Villachica, 1993).

La cama de almácigo comúnmente utilizada para el camu camu tiene un desnivel (10 cm debajo del nivel del suelo), el cual permite retener humedad después de cada lluvia o riego favoreciendo el desarrollo de las plantas, que logran 0.7 m de altura en seis meses (Chagas *et al.*, 2012). En el terreno para almácigo se deben eliminar las malezas y todo el material grueso, luego trazar las camas de manera intercalada con caminos que serán utilizados para el desplazamiento del personal. El ancho de las camas es de un metro, con el largo de 10 m, y la profundidad de 40 cm, quedando las calles para personal con 50 cm de ancho; una vez preparadas las camas a desnivel, se agregan 40 a 50 kg de gallinaza más 10 kg de superfosfato triple por cada 10 m<sup>2</sup>, lo cual se mezcla hasta una profundidad de 30 cm, esto se puede realizar con facilidad cuando el suelo está ligeramente húmedo, empleando una pala recta o un trinche, es necesario quitar terrones hasta dejar el sustrato bien mullido y nivelado; a continuación utilizando un pequeño punzón se trazan y efectúan los hoyos en las camas, distanciados a 10

cm entre plantas y 10 cm entre hileras, en cada hoyo se coloca una semilla pregerminada de camu camu, cubriendo esta semilla con un cm de tierra (Enciso, 1992).

Las plántulas deben permanecer en el almácigo a desnivel por lo menos seis meses, generalmente hasta lograr una altura promedio de 80 cm y un diámetro del tallo entre 6 y 9 mm a 30 cm del suelo. En estas condiciones las plántulas están listas para ser injertadas (Enciso y Villachica, 1993). Todos los brotes que emerjan del tallo principal por debajo de 40 cm deberán ser eliminados porque el injerto se realizará a 30 cm sobre el nivel del suelo (Suguino, 2002). Para la cama de injertación se prefieren los suelos de textura franco arcillosa, por su mayor retención de agua, se deben emplear sólo aquellas plantas que muestren buen vigor, es decir aquellas que hayan logrado altura y diámetro superior a 70 cm y 7 mm respectivamente; la distancia de siembra es 60 cm entre hileras y 40 cm entre plántulas, con hoyos de 25 cm de profundidad y diámetro de alrededor de 15 cm. El trasplante debe efectuarse durante la época de lluvias, en caso debe contarse con riego, para asegurar mayor porcentaje de prendimiento. Las plantas de camu camu permanecerán allí diez meses hasta su trasplante al campo definitivo: dos meses desde el trasplante del almácigo hasta el momento del injerto y ocho más desde el injerto hasta el trasplante a campo definitivo, este período es requerido para lograr plantas con buen vigor para el trasplante (Enciso y Villachica, 1993).

La época más apropiada para el injerto del camu camu son los meses que corresponden a la época de mayor precipitación, porque existe buena humedad en el suelo para el transporte de sustancias en la planta y permite la cicatrización rápida de las heridas. El diámetro adecuado del tallo del patrón para realizar el injerto está entre 6 y 9 mm de grosor a 30 cm de altura sobre el suelo. Las plantas deben tener 0.7 a 1 m de altura, respectivamente a esos diámetros. Las yemas a emplearse para el injerto deberán provenir de ramas del año, de plantas adultas seleccionadas por sus buenas características. El método de injerto usado es el de astilla (Enciso, 1992), que consiste en realizar un primer corte que penetre en el portainjerto una cuarta parte del grosor del mismo, luego aproximadamente a 2 cm



más arriba se hace un segundo corte hacia abajo, hasta que conecte con el primero; después se coloca la yema con astilla en el portainjerto, y luego se realiza el amarre con la cinta plástica cubriendo toda la yema, el cual deberá permanecer durante 60 días hasta que las heridas de los cortes cicatricen bien. Después se procede con el corte a bisel del patrón 5 a 10 mm sobre el lugar del injerto, con la finalidad de estimular el brote y desarrollo de la yema del injerto (Enciso y Villachica, 1993).

El portainjerto empieza a emitir nuevos brotes debajo o cerca del injerto a los 10 días, siendo variable el número de brotes emitidos, según el vigor del patrón, pero todos ellos deben ser eliminados en forma continua, realizando estas podas hasta que el injerto logre la dominancia apical, momento en el que el patrón disminuirá la intensidad de emisión de brotes, lo cual favorece el desarrollo del injerto. Tan pronto el brote del injerto alcance 20 cm de longitud será conveniente colocar tutores para evitar su ruptura y facilitar el crecimiento recto, los cuales se deben mantener durante dos a tres meses hasta que el injerto pueda sostenerse por sí solo. Una vez que el injerto tenga un diámetro similar al patrón en la zona de unión, estará listo para ser llevado al campo definitivo. Las plantas injertadas pueden ser podadas a 30-40 cm sobre el injerto, con el objetivo de inducir la ramificación de la nueva planta e iniciar la formación de la copa a partir de esta altura (Enciso y Villachica, 1993).

### **REQUERIMIENTOS AGRONÓMICOS PARA EL CULTIVO DE CAMU CAMU**

Una vez seleccionado y muestreado el terreno, el área a sembrar deberá ser marcada de acuerdo con las distancias escogidas, haciendo hoyos de acuerdo con el tamaño de la planta a trasplantar, generalmente con un diámetro de 30 cm, y una profundidad de 30 a 40 cm. En suelos ácidos con más de 50% de saturación con aluminio se sugiere la aplicación de 50 a 100 g de cal molida y 50 a 100 g de roca fosfatada, al fondo del hoyo donde se ubicará la planta, las dos enmiendas deben aplicarse 15 días antes de sembrar el camu camu y ser cubiertas con 3 cm de tierra para que las raíces de la planta no entren en contacto directo con ellas (Enciso, 1992).

Aunque la distancia de siembra depende de varios factores, entre los cuales están la fertilidad del suelo, el nivel tecnológico, calidad genética y si esta se realiza en monocultivo o en asocio con maíz, yuca, arroz, caña de azúcar y bijao (Pinedo *et al.*, 2010); se sugiere que la distancia de siembra sea de cuatro metros entre hileras y tres entre plantas, para permitir una mayor eficiencia en el uso de la radiación solar cuando la plantación haya alcanzado su desarrollo pleno, además de facilitar la siembra de cultivos asociados y el uso de mecanización agrícola (Figura 4).



**Figura 4.** Plantas de camu camu en un sitio definitivo en estado vegetativo (izquierda) y fructificada (derecha).

Fotografías tomadas por Leonardo Ardila en CORPOICA la Libertad, (2013)

Es muy importante desde la etapa del almácigo empezar con la aplicación de los fertilizantes cuando las plántulas tengan 20 cm de altura, utilizando 50 g de urea más 25 g de cloruro de potasio por  $m^2$ , realizando tres fertilizaciones durante los seis meses que dura esta etapa; si se desea efectuar fertilización foliar, se puede realizar con urea (5 g/20 litros de agua) Villachica, (1996). En estudios realizados en la localidad de Pucallpa en Perú, en donde se analizaron muestras foliares con síntomas de deficiencia nutricional, haciendo la comparación con hojas normales, se encontraron niveles bajos de fósforo, potasio, nitrógeno, boro, magnesio y zinc (Tabla 3), aunque no se han realizado estudios sobre los requerimientos nutricionales del camu camu, se ha observado que es más susceptible a las deficiencias de fósforo y potasio cuando es cultivado en suelos ácidos con deficiencias de estos nutrimentos (Riva, 1994). La fertilización debe ser efectuada

en base a los resultados del análisis de suelo, además tener en cuenta que la fertilización con roca fosfatada y cal deben efectuarse al fondo del hoyo, por lo menos un mes antes del trasplante; los abonos de mantenimiento (nitrógeno, potasio y magnesio) se colocan en la prolongación de la copa, en una circunferencia de 5 cm de ancho por 5 cm de profundidad y se debe cubrir con tierra para evitar la volatilización del nitrógeno o la pérdida por escorrentía. Los abonos de mantenimiento se aplican antes de la floración y al cuajado de los frutos, lo cual disminuye las pérdidas por lixiviación y aumenta la eficiencia en el uso de nutrientes, sin embargo, el número de aplicaciones anuales que se efectúen depende de la disponibilidad de mano de obra para realizar esta actividad.

**Tabla 3.** Nivel de nutrientes en hojas jóvenes de camu camu normales y en hojas con deficiencias nutricionales

Nutriente	Unid	Hoja normal	Hoja deficiente	Def/Norm
N	%	3.16	2.49	0.79
P	%	0.27	0.12	0.44
K	%	1.03	0.44	0.43
Ca	%	0.50	0.48	0.96
Mg	%	0.18	0.15	0.83
Fe	ppm	98	97	0.99
Zn	ppm	47	39	0.83
Ca	ppm	9	8	0.89
Mn	ppm	764	868	1.14
B	ppm	90	68	0.76

**Fuente:** Riva, (1994).

El manejo de malezas está relacionado con la edad y desarrollo del cultivo, el cual puede realizarse manualmente, aplicando herbicidas con medios mecánicos o con la ayuda de coberturas. El control manual se efectúa tres a cuatro veces al año, dependiendo de la intensidad en el crecimiento de las malezas; la demanda de mano de obra disminuye conforme la planta de camu camu desarrolla su copa y produce sombra que inhibe el desarrollo de otras especies. Cuando no se tienen

cultivos asociados es posible el uso de herbicidas biodegradables o de maquinaria para el control de arvenses, lo cual se logra con el paso de rastras cruzadas o plateo manual alrededor de la planta (Villachica, 1996).

### RENDIMIENTO DEL CULTIVO

Los rendimientos de camu camu observados en plantaciones naturales pueden estimarse a partir de los datos presentados por Villachica, (1996) quien asegura que las plantas maduras con 12 cm de diámetro de tallo o más, rinden cerca de 30 kg de fruta cada una, asumiendo una copa de 3 m de diámetro, se tendría que la plantación equivalente sería de 625 plantas/ha, lo que resultaría en una producción de 18.44 ton/ha; si la densidad de siembra fuese de 833 plantas/ha, entonces la productividad resultante sería de 15.79 ton/ha. Pinedo, (2009) reporta rendimientos crecientes a través de 15 años de aprovechamiento de la plantación, en la región de Loreto en Perú, la cual inicia su edad productiva a los 3 años, con un rendimiento menor a una tonelada por hectárea; a los 8 años se incrementa a 9 toneladas y durante 15 años alcanza más de 28 toneladas por hectárea, lo cual se da porque el diámetro de su tallo se engrosa con la edad (Flores y Miranda, 2017) (Tabla 4).

**Tabla 4.** Rendimiento potencial de fruta de camu camu en función al diámetro del tallo de la planta

Diámetro (cm)	kg/Planta	Plantas/ha	Ton/ha
2-3.9	3.22	2400	7.73
4-5.9	4.80	1666	8.00
6-7.9	6.55	1333	8.73
8-9.9	11.36	1111	12.62
10-11.9	18.96	833	15.79
12-14.0	29.50	625	18.44

**Fuente:** Adaptado de Flores y Miranda, (2017).

## COSECHA Y POSCOSECHA

En Colombia uno de los territorios donde se aprovecha comercialmente el camu camu es en Tarapacá (Amazonas), Hernández y Barrera, (2010) reportan que la floración de la especie en esta localidad se da a comienzos de Octubre y durante los meses de Diciembre y Enero, por lo cual la cosecha se concentra en los meses de Febrero a Marzo; el botón floral dura 16 días aproximadamente, dando paso al estado de flor abierta que dura 4 días más, posteriormente se presenta engrosamiento de ovario que es cuando los frutos son muy pequeños, estado en el que dura desarrollándose 48 días, tiempo tras el cual se pueden identificar los frutos bien formados de color verde durando 10 días así, dando paso al fruto maduro el cual dura en la planta por un periodo de 10 días más. En total el ciclo completo desde botón floral hasta fruto maduro toma 85 días, empezando a finales de Diciembre y prolongándose hasta mediados de Marzo.

La cosecha en las plantaciones naturales ubicadas en las orillas de los ríos se efectúa utilizando canoas, los frutos se recogen dos veces por semana en la época de mayor producción y cuando empiezan a madurar, es decir cuando están en estado verde sazón (Hernández y Barrera, 2010).

Se reconoce el proceso de maduración porque la cáscara que es de color verde adquiere algunas pintas color rojizo; tres a cuatro días después de colectados los frutos toman un color rojizo intenso; si la fruta va a ser utilizada en la producción de ácido ascórbico, entonces la cosecha debe hacerse en estado verde para mantener su acidez cítrica (Villachica, 1996). Una vez cosechada la fruta debe ser colocada en recipientes de madera o en canastas con capacidad máxima de 10 kg, para evitar el deterioro por aplastamiento, resguardados en la sombra. La fruta menos madura tiene algo más de consistencia, en condiciones de plantaciones naturales se utilizan cajones de madera y canastas de fibra. No se tiene un flujo de proceso definido para el manejo de la fruta después de la cosecha, sin embargo, se sugiere que el transporte al lugar de procesamiento debe realizarse a la brevedad posible, con el fin de que la fruta sea lavada, oreada y seleccionada (Villachica, 1996).

## **PROCESO DE INDUSTRIALIZACION DE LA FRUTA**

La fruta de camu camu puede ser empleada para la fabricación de jugos, helados, concentrados, néctares, mermeladas y para la obtención de ácido ascórbico natural; el jugo y los helados de camu camu son producidos y consumidos de manera tradicional en las poblaciones donde se encuentra esta fruta, debido a su alto contenido de ácido ascórbico la pulpa tiene que ser diluida previamente a su consumo. Los concentrados no son preparados todavía, debido a la ausencia de materia prima, que no ha permitido desarrollar extensivamente la tecnología; sin embargo, algunas empresas privadas están efectuando ensayos para producir concentrados tipo pasta diluida o "squash" diluido, en los cuales se mantiene al máximo la vitamina C natural que posee la fruta. Recientemente se ha iniciado la producción de tabletas de ácido ascórbico natural en base a la extracción de este producto del camu camu; se producen tabletas de polvo deshidratado de camu camu, que contienen 50% de vitamina C, a las cuales se les agrega algún otro producto naturista para hacerlo más atractivo, como por ejemplo el propóleo producido por las abejas. Las cápsulas de vitamina C se recomiendan en este caso para situaciones de intensa actividad física, entre otros. Las investigaciones en el campo de la medicina han determinado que las personas con alto nivel de vitaminas antioxidantes en la sangre tienen menos posibilidad de desarrollar enfermedades degenerativas (Biocomercio Perú – PROMPEX / SUNAT, 2017).

## **ANÁLISIS**

El camu camu es una especie resistente a las inundaciones, capaz de permanecer por cerca de cuatro a cinco meses en condiciones de total anegación, esta característica si se analiza teniendo en cuenta la gran cantidad de suelos de vegas, de terrazas bajas y de sabanas inundables que se presentan en el piedemonte llanero, podría ser una alternativa de desarrollo agrícola para estas zonas, sustentada en la generación de conocimiento sobre los requerimientos agroecológicos de la especie en condiciones de piedemonte, tal como se observó en algunos estudios realizados en Caquetá, donde su comportamiento fue bueno.

En todo el piedemonte llanero la oferta hídrica es alta, en épocas de invierno son reconocidas las pérdidas de los productores agrícolas de cultivos convencionales como plátano, arroz, soya y algodón entre otros, por las inundaciones que se presentan, en este sentido el camu camu se convierte en una buena opción, mitigando las pérdidas económicas y ambientales del productor de la región. Adicionalmente a la oferta ambiental favorable para el desarrollo de este cultivo, es importante reconocer la importancia de la cercanía y facilidad de movilización que tiene el piedemonte llanero en el departamento del Meta, teniendo a Bogotá como el principal centro de acopio del país, lo cual facilita su comercialización, permitiendo que se pueda competir con la oferta proveniente de los departamentos de Amazonas y Putumayo.

Considerando sus condiciones ambientales particulares, es importante desarrollar alternativas productivas que no generen grandes impactos y que por el contrario se articulen de manera sostenible en lo económico, social y ambiental a las condiciones de la zona, en este sentido el reconocimiento de alternativas nativas con potencial de exportación como el camu camu por su gran demanda mundial, se convierte en una excelente opción para el desarrollo agrícola local.

## **CONCLUSIONES**

La fruta del camu camu, tiene condiciones de producción favorables por su alto contenido de ácido ascórbico, por lo cual es un producto que está ganando importancia a nivel mundial, puesto que son más de 10 países los que actualmente están importando la fruta.

La industria de la pulpa de fruta de camu camu vislumbra un horizonte promisorio por el cuidado de la salud y el creciente interés por el consumo de productos naturales libres de agentes químicos, puesto que el consumidor está dispuesto a pagar un valor agregado por productos de origen natural con alto valor nutritivo.

En Colombia la explotación del camu camu se limita a la recolección de los frutos y algún grado de procesamiento, los departamentos que han incursionado en dichas actividades son Caquetá, Putumayo y Amazonas, este último ha mostrado

resultados promisorios, con el apoyo del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI), el cual ha liderado con éxito el establecimiento de sistemas productivos con base en la recolección y el procesamiento de la fruta.

En Suramérica, Perú es uno de los mayores exportadores de la fruta a diferentes destinos, las condiciones agroecológicas son de trópico como nuestro país, los adelantos técnicos y tecnológicos de las explotaciones de camu camu en dicho país, pueden ser considerados para las condiciones del piedemonte llanero, puesto que el camu camu es una especie de desarrollo precoz que ha mostrado buena respuesta cuando se tiene en asociación y cuando se establecen sistemas agroforestales, convirtiéndola en una buena alternativa para la diversificación de los sistemas productivos en el piedemonte llanero.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alvis R., Pino J., Gonzáles J., Francia J.C., Shiga B. Efecto citoprotector del camu-camu *Myrciaria dubia* en tres líneas celulares de ratón expuestos in vivo a bromato de potasio. *Revista Peruana de Biología*. 17 (3): 389-392. 2010.
2. AMAZONAS-2030, Alianza para la sostenibilidad y la calidad de vida en la Amazonía colombiana. s.f. Recuperado 11 Diciembre 2016. Disponible En: <http://www.amazonas2030.net/articulo.html>
3. Arias F.J. Perspectivas del agro colombiano frente a la actual crisis financiera. *Revista Academia de Economía*. (112): 1-8. 2009.
4. Castro J.C., Gutiérrez F., Cinthya A., Cerdeira L.A., Tapullima A., Cobos M., Imán S. Variación del contenido de vitamina C y antocianinas *Myrciaria dubia* "camu camu". *Rev Soc Quím Perú*. 79 (4): 319-330. 2013.
5. Chagas E.A., Bacelar C.G., dos Santos A., Garcia M.I., Tadashi R., Camargo L. Propagação do camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) Mcvaugh). *Revista Agro@ambiente On-line*. 6 (1): 67-73. 2012.
6. Enciso R., Propagación de camu camu (*Myrciaria dubia*) por injerto. Informe Técnico N. 18. Programa de Investigación en Cultivos Tropicales. INIA, Lima, Perú. 17 p. 1992.
7. Enciso R., Villachica H. Producción y manejo de plantas injertadas de camu camu (*Myrciaria dubia*) en vivero. Informe Técnico N. 25. INIA, Lima, Perú. 20 p. 1993.
8. Evans T. Una sofisticada fruta llamada Camu Camu. *Revista Diners*, Bogotá, Colombia. 2013. Recuperado 15 Diciembre 2016. Disponible En: [http://revistadiners.com.co/articulo/24\\_809390\\_una-sofisticada-fruta-llamada-camu-camu](http://revistadiners.com.co/articulo/24_809390_una-sofisticada-fruta-llamada-camu-camu)



9. Flores J., Miranda E. Factores que influyen en la rentabilidad económica de la producción del cultivo de camu camu en la selva peruana. *Revista Tzhoeco*. 9 (1): 94-106. 2017.
10. Hernández M.S., Barrera J.A. Camu camu. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas "SINCHI", Bogotá, Colombia. 164 p. 2010.
11. Imán S., Bravo L., Sotero V., Oliva C. Contenido de vitamina C en frutos de camu camu *Myrciaria dubia* (HBK) Mc Vaugh, en cuatro estados de maduración, procedentes de la Colección de Germoplasma del INIA Loreto, Perú. *Scientia Agropecuaria*. 2 (3): 123-130. 2011.
12. Inga H., Pinedo M., Delgado C., Linares C., Mejía K. Fenología reproductiva de *Myrciaria dubia* McVaugh (H.B.K.) camu camu. *Folia amazónica*. 12 (1-2): 99-106. 2001.
13. Justi K.C., Visentainer J.V., Evelázio d.S.N., Matsushita M. Nutritional composition and vitamin C stability in stored camu-camu (*Myrciaria dubia*) pulp. *Archivos latinoamericanos de nutrición*. 50 (4): 405-408. 2000.
14. Muñoz A.M., Ramos D.F., Alvarado C., Castañeda B. Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. 73 (3): 142-149. 2007.
15. Osorio V.E., El cultivo del Camu-Camu *Myrciaria dubia* HBK Mc. Vaugh: manejo y utilización. Corpoica, Florencia, Colombia. 12 p. 2001.
16. Peters C., Vásquez A. Estudios ecológicos de Camu-Camu (*Myrciaria dubia*) producción de frutos en poblaciones naturales. *Folia amazónica*. 1 (1-2): 87-102. 2006.
17. Pinedo M. Camu camu innovación del agro en la Amazonia Peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Loreto, Perú. 55 p. 2009.
18. Pinedo M., Delgado C., Farroñay R., Del Castillo D., Iman S., Villacres J., Fachin L., Oliva C., Abanto C., Bardales R., Vega R. Camu camu (*Myrciaria dubia*, Myrtaceae); Aportes para su aprovechamiento sostenible en la Amazonía Peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú. 135 p. 2010.
19. Pinedo M., Paredes E. Evaluación preliminar de 108 progenies precoces de camu-camu *Myrciaria dubia* (Myrtaceae) en Loreto, Peru. *Folia Amazónica*. 20 (1-2): 77-82. 2011.
20. Riva R. Cultivo del camu camu en Pucallpa. Programa de Investigación en Estación Experimental Pucallpa. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Pucallpa, Perú. 19 p. 1994.
21. Rojas S., Rodrigues D., Lima M., Astolfi S. Desenvolvimento e mapeamento de microssatélites gênicos (EST-SSRs) de camu-camu (*Myrciaria dubia* [HBK] McVaugh). *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 9 (1): 14-21. 2008.
22. SINCHI, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. Programa de Fortalecimiento de Emprendimientos del Instituto SINCHI. s.f. Recuperado 12 Diciembre 2016. Disponible En: <https://www.sinchi.org.co/negocios/acerca-del-proyecto>
23. Solís C.C. Modelo de desarrollo para analizar las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas de la exportación de la fruta camu camu por parte de las empresas colombianas dedicadas a los agro negocios al mercado japonés,

- Administrador de Negocios Internacionales. Escuela de Ciencias Estratégicas, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia. 83 p. 2015.
24. Suguino E. Propagação vegetativa do camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh) por meio da garfagem em diferentes porta-enxertos da família Myrtaceae, Mgister en Agronomia. Escuela Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, Estado de São Paulo, Brasil. 63 p. 2002.
  25. SUNAT, PROMPERU, Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria y PROMPERU, Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo. Exportación de producto camu camu según sus principales mercados en kg 2012-2017. 2017. Recuperado 14 Junio, 2017. Disponible En:  
[http://www.siicex.gob.pe/siicex/apb/ReporteProducto.aspx?psector=1025&preorte=prodemprvolu&pvalor=1920](http://www.siicex.gob.pe/siicex/apb/ReporteProducto.aspx?psector=1025&preporte=prodemprvolu&pvalor=1920)
  26. Villachica L.H. El cultivo del camu camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) en la Amazonía peruana. Tratado de Cooperación Amazonia, Secretaria Pro-Tempore, 84 p. 1996.

## **Prácticas agronómicas para la siembra de un cultivo de caucho (*Hevea brasiliensis*)**

### **Agronomic practices for the sowing of rubber crop (*Hevea brasiliensis*)**

Herrera Betancourt Derly Xiomara<sup>1</sup>, Carmen Carrillo Nydia<sup>2</sup> y Echeverry Rodrigo<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>I.A., Universidad de los Llanos, <sup>2</sup>I.A., Esp. MSc. Docente Universidad de los Llanos, y <sup>3</sup>Gerente, Empresa Cauchopar S.A.

[ncarmen@unillanos.edu.co](mailto:ncarmen@unillanos.edu.co)

Recibido 06 de Septiembre 2017, Aceptado 19 de Octubre 2017

### **RESUMEN**

El cultivo de caucho natural en Colombia ha presentado un crecimiento notorio en los últimos años, debido a su gran participación en la industria transformadora siendo materia prima clave para una gran variedad de productos terminados que van desde aplicaciones especializadas tales como las llantas, hasta artículos de aseo de consumo masivo como los guantes, por lo cual este trabajo tuvo como objetivo dar a conocer el cultivo de caucho (*Hevea brasiliensis*) en sus etapas de vivero y establecimiento temprano en los municipios de Paratebuena (Cundinamarca) y Mapiripán (Meta), haciendo un recorrido por las distintas actividades que se desarrollan en la producción y mostrando algunos resultados obtenidos en las mismas, como diversas evaluaciones que se realizaron en el vivero como método de aprendizaje y posibles soluciones a los problemas que se presentan en un debido momento, finalmente se analizaron los resultados obtenidos de las actividades y evaluaciones, generando elementos y conocimientos que permiten profundizar en el tema. Se concluye que el vivero de caucho establecido en el municipio de Paratebuena, cuenta con las condiciones apropiadas para su crecimiento, no solo por su ubicación geográfica, sino también las buenas actividades agronómicas que se desarrollan como son la fertilización, riego en época de verano, control de arvenses y los monitoreos diarios del manejo integrado de plagas y enfermedades; además el vivero y la plantación de dos años de edad se encuentran en excelente estado, puesto que son constantes las

observaciones en el cultivo, con lo cual se logra evitar posibles daños de plagas y enfermedades, y corregir deficiencias nutricionales.

**Palabras clave:** Agronomía, recursos naturales, botánica, cosecha, árboles.

### ABSTRACT

The cultivation of natural rubber in Colombia has shown remarkable growth in recent years, due to its large participation in the processing industry being key raw material for a wide variety of finished products ranging from specialized applications such as tires, even toiletries for mass consumption as gloves, therefore, this work aimed to publicize the cultivation of rubber (*Hevea brasiliensis*) in its stages of nursery and early establishment in the municipalities of Paratebueno (Cundinamarca) and Mapiripán (Meta), making a tour by the different activities that take place in the production and showing some results obtained in them, as evaluations that were carried out in the nursery as a learning method and possible solutions to problems that arise in a timely manner, finally the results obtained from the activities and evaluations were analyzed, generating elements and knowledge that allow deeper into the subject. It is concluded that the rubber nursery established in the municipality of Paratebueno has the appropriate conditions for its growth, not only because of its geographical location, but also the good agronomic activities that develop such as fertilization, watering in summer time, weed control and daily monitoring of integrated management of pest and disease; in addition, the nursery and the two years old plantation are in excellent condition, because the observations in the crop are constant, with which it manages to avoid possible damage from pests and diseases, and correct nutritional deficiencies.

**Keywords:** Agronomy, natural resources, botany, harvest, trees.

### RESUMO

O cultivo de borracha natural na Colômbia mostrou um crescimento notável nos últimos anos, devido à sua grande participação na indústria de transformação

sendo matéria-prima chave para uma grande variedade de produtos acabados que vão desde aplicações especializadas como jantes, até artigos de higiene pessoal para consumo em massa, como luvas, portanto, este trabalho teve como objetivo divulgar o cultivo de borracha (*Hevea brasiliensis*) em suas fases de creche e estabelecimento inicial nos municípios de Paratebueno (Cundinamarca) e Mapiripán (Meta), dando uma olhada nas diferentes atividades que ocorrem na produção e mostrando alguns resultados obtidos neles, como avaliações que foram realizadas no berçário como método de aprendizagem e possíveis soluções para os problemas que surgem em um devido tempo, finalmente os resultados obtidos das atividades e avaliações foram analisados, gerando elementos e conhecimentos que permitem aprofundar o assunto. Conclui-se que a creche de borracha estabelecida no município de Paratebueno tem as condições adequadas para o seu crescimento, não só por causa de sua localização geográfica, senão também as boas atividades agronômicas que se desenvolvem como a fertilização, regando no horário de verão, controle de ervas daninhas e monitoramento diário de manejo integrado de pragas e doenças; além disso, o viveiro e a plantação de dois anos estão em excelente estado, uma vez que as observações na cultura são constantes, com o qual ele consegue evitar possíveis danos causados por pragas e doenças, e corrigir deficiências nutricionais.

**Palavras-chave:** Agronomia, recursos naturais, botânica, colheita, árvores.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de caucho natural en Colombia ha presentado un crecimiento notorio en los últimos años, debido a su gran participación en la industria transformadora siendo materia prima clave para una gran variedad de productos terminados que van desde aplicaciones especializadas tales como las llantas, hasta artículos de aseo de consumo masivo como los guantes (Espinal *et al.*, 2005), por tal motivo el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, quiere convertir al caucho en una opción para la sustitución de cultivos ilícitos; a pesar de que en Colombia existe un área de siembra de 30.400 hectáreas la producción existente es aún pequeña comparada con el consumo interno que de esta materia prima se reporta (Gómez

*et al.*, 2017). De lo anterior surge la importancia de realizar un manejo adecuado al cultivo, haciendo diversas evaluaciones en campo, buscando obtener resultados adecuados, para así lograr aumentar la disponibilidad de la materia prima y mejorar la calidad del producto en un corto plazo.

### **CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO DE CAUCHO**

Los árboles de Caucho (*Hevea brasiliensis*) son plantas de la familia *Euphorbiaceae*, de porte muy variable, en su estado silvestre puede alcanzar una altura hasta de 40 m y una circunferencia hasta de 5 m, se clasifica como una planta monoica, con polinización cruzada y alto nivel de segregación; su propagación se logra utilizando material injertado, logrando de esta manera una plantación homogénea en su desarrollo y de alta producción (Escobar *et al.*, 2004). De acuerdo a las características de la planta requiere de algunos factores edafoclimáticos tales como:

- Temperatura: El rango óptimo debe oscilar entre los 22 y 30°C, es decir por debajo de los 1300 msnm, puesto que temperaturas inferiores retrasa su crecimiento, y superiores a este rango, se observa pérdida de agua afectando la producción del látex.
- Precipitación: Puede oscilar entre los 1500 y 3000 mm anuales, y la humedad relativa debe estar entre el 70 y 80%.
- Horas luz solar: Este cultivo es exigente en este factor, por eso requiere de 1500 a 2500 horas de sol al año.
- Vientos: Velocidades superiores a 60 km/h son limitantes para el cultivo, porque causa daños mecánicos como la ruptura de las ramas (Olaya y Luengas, 2016).

Para el sistema de siembra, el monocultivo se realiza a una distancia de 8 x 2.5 m, manejándose de esta manera 500 árboles/ha y se siembra generalmente con cobertura de kudzú (Rincón, 1996); para el sistema agroforestal se siembra el caucho en surco doble a 3 x 2.5 m en triángulo dejando 13 m entre cada uno para establecer allí los cultivos asociados (Escobar *et al.*, 2004). Durante el crecimiento

de la plantación es indispensable labores como el control de malezas, el cual debe ser permanente el primer año de edad, debido a que el caucho es una planta muy susceptible a la competencia por luz y agua, y al ataque de insectos como trozadores, hormigas y comedores de hoja; las podas de formación son necesarias durante los dos primeros años de edad del cultivo, por lo cual no se debe dejar chupones ni ramas entre la base del tallo y los primeros 2.5 metros de altura. La fertilización depende del tipo de suelo, de la densidad y edad de la plantación (FEDECAUCHO, 2002). Como el principal objetivo de toda plantación es la extracción del látex, la cual se realiza mediante extracciones sucesivas, que consisten en remover o cortar cíclicamente un poco de corteza del árbol, con el fin de seccionar los vasos lactíferos.

### **AGRONEGOCIO E INDUSTRIA DEL CAUCHO NATURAL**

El mercado a nivel mundial está compuesto por el caucho natural y el caucho sintético proveniente del petróleo, el caucho natural posee características importantes como: elasticidad, resistencia al desgaste, a la fricción y ácidos, gran permeabilidad, bajo calentamiento interno, poder adhesivo y resistencia a la compresión, características que aún no son superadas por el de origen sintético, y que han permitido que el caucho natural sea preferido en la fabricación de productos que requieren de esta materia prima de tal manera que un 60% de su producción es utilizado para la fabricación de elastómeros y neumáticos. Se estima que un 93% de las plantaciones de caucho están localizadas en Indonesia (33%), Tailandia (22%), Malasia (12%) e India (6%), seguidos por África (5%) y América Latina (2%) (Uniamazonia, 1999; SENA, 2006).

En Colombia están cultivadas 23.760 hectáreas de caucho de los cuales el 90% está conformado por pequeños productores, quienes cuentan con menos de 20 ha plantadas y tan solo el 10% pertenecen a medianos y grandes cultivadores. Los beneficios de la plantación se encuentran en el siguiente eslabón de la cadena productiva donde se realizan los procesos de transformación del coágulo obtenido en campo, para la elaboración de materias primas derivadas de caucho natural como lámina lisa o crepe y/o caucho granular en bloque, estos productos se

comercializan en el mercado nacional, a través de empresas constituidas por sociedades que en la mayoría de los casos pertenecen los cultivadores de caucho, por lo tanto su capacidad de manejar volúmenes considerables es grande. Los productos comercializados van a dar al siguiente eslabón del agronegocio conformado por los industriales donde se fabrican llantas y guantes de látex (Espinal *et al.*, 2005).

## **ACTIVIDADES DESARROLLADAS**

### **Marco geográfico**

El trabajo se desarrolló en los municipios de Paratebueno y Mapiripán, Colombia, el primero está ubicado en la provincia de Medina, y se encuentra a 211 km de Bogotá; el municipio se caracteriza por tener un clima tropical húmedo, con temperatura promedio de 22°C, precipitación anual promedio de 3855 mm, caracterizada por tener un comportamiento bimodal. Mapiripán se encuentra en el departamento del Meta, su altitud es 250 msnm y temperatura media de 26.5°C, encontrándose a 350 km de Bogotá.

### **Fase de semillero**

El semillero contó con camas de siembra de un metro de ancho por 70 m de largo y un espacio entre camas de germinación de 30 cm (Figura 1), polisombra utilizada del 65% (Figura 2), sistema de riego de siete aspersores tipo senninger 2025 ubicados en la quinta cama de izquierda a derecha (Figura 3). Para la siembra de las semillas se aplicó una capa de aserrín donde fueron bien distribuidas y finalmente se cubrieron con otra capa de aserrín (Figura 4).

Al cabo de 20 días de sembrada la semilla, se pudo observar que las plántulas habían crecido lo suficiente para ser trasplantadas a campo y que su tamaño era el apropiado (Figuras 5 y 6).

Aunque el desarrollo en general de las semillas fue satisfactorio, su pérdida fue alta, no solo porque se observó semilla vacía (Figura 7), sino que además presentó ataque de gusano (Figura 8).





**Figura 1.** Camas de germinación



**Figura 2.** Polisombra del semillero



**Figura 3.** Sistema de riego en el semillero



**Figura 4.** Siembra de caucho en el semillero



**Figura 5.** Plántulas listas para el trasplante



**Figura 6.** Cama con buena germinación



**Figura 7.** Semilla en mal estado



**Figura 8.** Plaga de la semilla

### **Fase de campo**

La preparación de cinco hectáreas de terreno consistió en cuatro pases de rastra, encalamiento, y tres pases de cincel (Figura 9), los lotes medían 25 metros de ancho y la carretera tenía un ancho de tres, con el fin de facilitar la entrada del tractor para las fumigaciones, (Figura 10). Se realizó un drenaje con zanjadora de acople al tractor (Figura 11). El sistema de riego incluyó cuatro cañones los cuales se iban distribuyendo por todos los lotes sembrados (Figura 12).

Para el manejo agronómico de las plántulas en campo, que eran de origen genético certificado, se les realizó control de arvenses y control integrado de plagas y enfermedades; continuo a esto se llevó un registro de la cantidad de plantas establecidas en campo, para su comparación en la injertación al cabo de 5 o 6 meses. El trasplante se hizo entre 15 a 17 días de sembrado en el semillero, y las plántulas seleccionadas debían tener: raíz pivotante derecha o recta sin desprendimiento del embrión, no presentar malformaciones genéticas (albinismo, entre otras), ni plagas ni enfermedades (Figuras 13 y 14).

Para la siembra en campo se marcaron dos líneas por cada surco, separadas por 30 cm, con una distancia entre surcos de 70 cm; las plántulas se sembraron a una distancia de 20 cm (Figuras 15 y 16), teniendo en cuenta que el ahoyado fuera apropiado y que se dejara apretada la plántula (Figuras 17, 18, 19 y 20).



**Figura 9.** Preparación del lote para siembra



**Figura 10.** Calle ubicada en medio de dos lotes



**Figura 11.** Drenaje del lote de siembra



**Figura 12.** Sistema de riego por aspersión



**Figura 13.** Selección del material



**Figura 14.** Plántula apropiada para trasplante





**Figura 15.** Personal Laborando en siembra



**Figura 16.** Líneas para siembra



**Figura 17.** Ahoyado



**Figura 18.** Plantas en campo



**Figura 19.** Sembrando



**Figura 20.** Plántula trasplantada

### Control de arvenses

El control de las arvenses de gran tamaño se hizo de manera manual para evitar el daño de las plántulas y garantizar los nutrientes necesarios para su crecimiento, evitando competencia en este sentido (Figuras 21 y 22).



**Figuras 21.** Arvenses en campo



**Figuras 22.** Control manual de arvenses

También se realizó un control químico, debido al crecimiento rápido de las arvenses y su gran competencia por nutrientes para el desarrollo de las plantas de caucho, se hizo necesario realizar una aplicación con herbicida para su erradicación. Se utilizaron 50 ml de producto a base de Glufosinato de amonio mezclado con 100 g de urea en una bomba de 20 litros (Figura 23).



**Figura 23.** Control químico de arvenses

### Fase de campo

En el momento del trasplante se observó daño en las plántulas, por exceso de humedad, y por otro lado mala acomodación de la semilla (Figuras 24 y 25)



**Figura 24.** Semilla en buenas condiciones para siembra



**Figura 25.** Semilla en malas condiciones para siembra

El trasplante a campo se realizó después de los 20 días de establecido el semillero, siendo su prendimiento apropiado, posteriormente solo se hicieron labores de control de hormiga y arvenses, puesto que son factores persistentes en el cultivo.

### Inventario forestal del semillero

Se realizó el conteo de surco por surco, de aquellos que contaban con los 25 metros de altura, de los cuales se tomaron 30 datos y se calculó el promedio de todos los surcos. Según las estimaciones realizadas se obtuvieron aproximadamente 280.000 plantas, de lo cual se deduce que su pérdida fue alta, puesto que de acuerdo a la cantidad de semilla y área sembrada debería obtenerse 350.000 plantas (Tabla 1).

### Fertilización

- Se debe tener en cuenta que la fertilización en el vivero se debe realizar cada 45 días, el producto aplicado fue la mezcla de varios componentes en dosis de 3 g por planta (Tabla 2 y Figura 26).

La fertilización foliar, se llevó a cabo cada 10 días con dosis de 8 kg de urea y 2 kg de melaza, por bomba de 20 L (Figura 27).

**Tabla 1.** Inventario forestal del vivero

<b>Lote</b>	<b>Cantidad de plantas</b>
1	20426
2	28926
3	16413
4	46471
5	54934
6	75200
7	61300
<b>Total</b>	<b>303670</b>



**Figura 26.** Fertilización edáfica de los lotes



**Figura 27.** Fertilización foliar

- Primera fertilización, se realizó adecuadamente porque al cabo de 20 días el desarrollo de las plantas fue notorio, puesto que se comenzó a evidenciar un crecimiento acorde, y se observó un segundo piso de las plantas. Se debe tener en cuenta que las más grandes retrasan el crecimiento de las pequeñas.



**Tabla 2.** Composición química del fertilizante utilizado

Químico	Concentración (%)
Nitrógeno Total (N)	14
Nitrógeno amoniacal (N)	13
Nitrógeno nítrico (N)	1
Fósforo asimilable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	30
Potasio soluble en agua (K <sub>2</sub> O)	15
Azufre total (S)	0.4
Boro (B)	0.2
Zinc (Zn)	0.7

- Segunda fertilización, la dosis que se implementó no evidenció después de 20 días el crecimiento y grosor esperado, por lo cual se dedujo que la dosis había sido muy baja para el tamaño en el cual se encontraban las plantas de caucho en ese momento.
- La fertilización foliar de las plantas fue acorde a su corta edad, a pesar del daño ocasionado por el hongo *Mycrociclus ulei*.

### **Raleo o deschuponado**

Esta labor consiste en seleccionar el mejor tallo, dejando un solo por sitio (Figura 28), puesto que se observó en algunas plantas más de un tallo, por lo tanto con la ayuda de una navaja se realizó la actividad.

### **Manejo integrado de plagas y enfermedades**

- El control de hormiga arriera del género *Atta*, se realizó con un producto a base de fipronil, aplicando 250 ml/ha (Figura 29).
- Debido al ataque del hongo *Mycrociclus ulei*, se realizó cada 10 días una aplicación de un fungicida a base de macozeb en dosis de 4 kg por 400 L.

El control de la hormiga arriera fue constante, logrado realizarse sucesivamente en cada uno de los nidos que aparecieron, pero es difícil su erradicación.



La sintomatología del ataque del hongo *Mycrociclus ulei* fue evidente en algunos de los lotes en donde se realizaron aplicaciones curativas cada 10 días, a pesar de ello no fue posible erradicar el hongo (Figura 30), porque su ataque fue constante en aquellos lotes que se encontraban junto a la vegetación de monte, por lo tanto las fumigaciones lo controlaron pero no lo erradican, y en consideración a ello, en dichas áreas se aplicó una dosis alta.



**Figura 28.** Selección de los tallos



**Figura 29.** Hormiguero



**Figura 37.** Sintomatología del ataque del hongo *Mycrociclus ulei*

## CONCLUSIONES

Para un adecuado crecimiento de las plantas de caucho se debe contar con semilleros con condiciones apropiadas teniendo en cuenta no solo su ubicación geográfica, sino también las buenas actividades agronómicas como son la

fertilización, riego en época de verano, control de arvenses y los monitoreos diarios del manejo integrado de plagas y enfermedades.

Es importante tener en cuenta la altura de la planta al momento del trasplante, porque cuando unas plantas están más altas con referencia a otras, impide crecimiento rápido de la más pequeña, por lo tanto, se debe procurar el establecimiento de plantaciones homogéneas para optimizar el aprovechamiento de la luminosidad.

El semillero y la plantación de dos años de edad mostraron un excelente desarrollo, puesto que son constantes las observaciones en el cultivo, con lo cual se logra evitar posibles daños de plagas y enfermedades, y corregir deficiencias nutricionales.

### **RECOMENDACIONES**

En el momento de establecer un semillero se debe tener una estructura acorde a los requerimientos, es decir emplear tablas o si es posible concreto para que ayude a mantener las camas en excelente estado, esto con el objetivo de evitar pérdida de la semilla.

El riego es un sistema necesario para el buen desarrollo de los cultivos, pero en el caso del semillero no es recomendable usar aspersores de gran tamaño porque el golpe de la gota es muy fuerte, generando así aberturas en las camas y exposición de la semilla.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Escobar C.J., A Y.C., Trochez J.M., A C.C. El cultivo del caucho (*Hevea brasiliensis* Muell.) con enfoque agroforestal. CORPOICA, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria y PRONATA, Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria, Florencia, Colombia. 34 p. 2004.
2. Espinal C.F., Martínez H.J., Salazar M., Barrios C.A. La cadena del caucho en Colombia: una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), Bogotá, Colombia. 40 p. 2005.

3. FEDECAUCHO, Federación Nacional de Caucho. Caucho natural, módulos técnicos. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Bogotá DC. 49 p. 2002.
4. Gómez A.G., Ramos R., Salazar H.T. Aprovechamiento de las escamas de la industria acuícola en el departamento del Huila, Colombia. *Producción + Limpia*. 11 (2): 102-110. 2017.
5. Olaya I.E., Luengas J.C. Modelo de simulación para presupuestar el desempeño económico-financiero del cultivo del caucho (*Hevea brasiliensis* Muell), Economista. Facultad de Economía. División de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad Santo Tomas de Aquino, Bucaramanga, Colombia. 70 p. 2016.
6. Rincón O. Manual para el cultivo del caucho. CORDICAFE, Bogotá, Colombia. 194 p. 1996.
7. SENA, Servicio Nacional de Aprendizaje. El caucho natural. SENA, Bogotá, Colombia. 106 p. 2006.
8. Uniamazonia, Universidad de la Amazonia. Plan Nacional de Desarrollo Alternativo "PLANTE". Manual para el cultivo del caucho en la Amazonia. Centro de Multimedia Uniamazonia, Florencia, Colombia. 181 p. 1999.

## **Establecimiento de gramíneas en fincas ganaderas en zonas de trópico bajo**

### **Establishment of gramíneas in cattle farms in áreas of low tropical**

Zapata Sánchez Julián Alberto<sup>1</sup>, Moreno Torres Julio Cesar<sup>2</sup> y  
Figueredo Castañeda Luis Alejandro<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero Agrónomo, Universidad de los Llanos, <sup>2</sup>Ingeniero Agrónomo, Docente Universidad de los Llanos y <sup>3</sup>Gerente General, Empresa Semeagro LTDA

[jmoreno@unillanos.edu.co](mailto:jmoreno@unillanos.edu.co)

Recibido 21 de Febrero 2017, Aceptado 28 de Agosto 2017

### **RESUMEN**

Debido al creciente aumento de la población humana, se hace indispensable aumentar la producción de alimentos, mediante una eficiente maximización de los diferentes recursos agropecuarios. En este mismo sentido, en los departamentos de Meta y Vichada, Colombia, ubicados en trópico bajo, los rendimientos productivos son bajos y por lo tanto la rentabilidad es mínima o nula en el sector ganadero, condición que desde luego no estimula el incremento de la producción ni el establecimiento de gramíneas para pastoreo, en cambio, si hace que los terrenos que eran especialmente ganaderas se estén sembrando cultivos como: maderables, palma, caucho, caña, maíz y soya. Los pastos constituyen la fuente fundamental de alimentación de los rumiantes, se cultivan y manejan como cualquier otra planta, y bien establecidos, permiten abastecer gran cantidad de animales por unidad de superficie, situación que se consideró en la altillanura ondulada y serranía en los que se encuentran las fincas asistidas, siendo categorizados sus suelos como oxisoles, los cuales tienen en promedio un pH de 4.5, baja disponibilidad de Ca, Mg, K, P, saturación de aluminio mayor de 65% y son susceptibles a la degradación. Por lo anterior se decide utilizar una la enmienda recomendada para suelos deficientes en nutrientes y que contiene: cal dolomita, yeso y roca fosfórica. En el establecimiento y/o renovación de praderas, la supervisión y monitoreo fue constante a los lotes sembrados, lo cual ayudó a corregir los problemas que se presentaron durante dicha actividad, además

también permitió tomar decisiones a tiempo, porque en el establecimiento de las praderas se deben manejar imprevistos como lluvias, disponibilidad de maquinaria, y desarrollo de las plantas, entre otros, que deben solucionarse adecuadamente acorde con lo planeado evitando generar costos adicionales. La aplicación de enmiendas no tiene que ser solo para corregir los suelos con deficiencias, como son los de las fincas de esta zona, sino que además se incorporen minerales como constituyentes nutricionales, puesto que la cantidad, composición y calidad de la enmienda se verá reflejada a futuro en las praderas.

**Palabras clave:** Pastos, suelo, forraje, alimentación, bovinos.

### ABSTRACT

Due to the increase of the human population, it becomes indispensable increase food production, through an efficient maximization of the different agricultural resources. In this same sense, in the departments of Meta and Vichada, Colombia, located in low tropics, the productive yields are low and therefore the profitability is minimal or null in the livestock sector, condition that certainly does not stimulate the increase of production nor the establishment of grasses for grazing, on the other hand, if it makes the land that was especially cattle-raising, they are sowing crops like: timber, palm, rubber, cane, corn and soybeans. The pastures are the main source of food for ruminants, they are grown and managed like any other plant, and well established, allow to supply a large number of animals per unit área, situation that was considered in the high undulating plain and mountainous area in which the farms are assisted, being categorized their soils as oxisols, which have on average a pH of 4.5, low availability of Ca, Mg, K, P, aluminum saturation greater than 65% and are susceptible to degradation. Therefore, it is decided to use a recommended amendment for nutrient-deficient soils that contains: dolomite lime, gypsum and phosphoric rock. In the establishment and / or renewal of pastures, supervision and monitoring was constant to the lots planted, which helped to correct the problems that arose during this activity, it also allowed decisions to be made on time, because in the establishment of the prairies should be managed improvised as rain, availability of machinery, and development of

plants, among others, that must be properly resolved according to plan, avoiding generating additional costs. The application of amendments does not have to be only to correct soils with deficiencies, as are the farms in this area, but also incorporate minerals as nutritional constituents, since the quantity, composition and quality of the amendment will be reflected in the future in the prairies.

**Keywords:** Pastures, soil, forage, feed, cattle.

### RESUMO

Devido ao crescente aumento da população humana, torna-se indispensável aumentar a produção de alimentos, através de uma eficiente maximização dos diferentes recursos agrícolas. No mesmo sentido, nos departamentos de Meta e Vichada, Colômbia, localizados em trópico baixo, os rendimentos produtivos são baixos e, portanto, a rentabilidade é mínima ou nula no setor pecuário, condição que certamente não estimula o aumento da produção nem o estabelecimento de gramíneas para pastoreio, por outro lado, se faz com que as terras que eram especialmente pecuárias estejam semeando culturas como: madeira, palmeira, borracha, cana, milho e soja. Os pastos são a principal fonte de alimento para ruminantes, são cultivados e gerenciados como qualquer outra planta, e bem estabelecidos, permitem fornecer um grande número de animais por unidade de área, situação que foi considerada na alta e ondulante planície e região montanhosa em que as fazendas são atendidas, sendo categorizados seus solos como oxisóis, os quais tem um pH médio de 4,5, baixa disponibilidade de Ca, Mg, K, P, saturação de alumínio superior a 65% e susceptível à degradação. Portanto, é decidido usar uma emenda recomendada para solos deficientes em nutrientes que contenham: cal dolomítica, gesso e rocha fosfórica. No estabelecimento e/ou renovação de pastagens, a supervisão e monitoramento foi constante para os lotes plantados, o qual ajudou a corrigir os problemas que surgiram durante essa atividade, além disso, também permitiu a tomar decisões oportunas, porque no estabelecimento das pradarias deve ser gerenciado improvisado como chuva, disponibilidade de maquinaria e desenvolvimento de plantas, entre outros, que deve ser devidamente resolvido de acordo com o plano, evitando gerar custos

adicionais. A aplicação das emendas não tem que ser apenas para corrigir os solos com deficiências, assim como as fazendas nesta área, mas também incorporam minerais como constituintes nutricionais, uma vez que a quantidade, composição e qualidade da emenda serão refletidas no futuro nas praias.

**Palavras-chave:** Pastagens, solo, forragem, alimentação, gado.

## INTRODUCCIÓN

En los países con creciente población y en vía de desarrollo, se requiere de mayor producción haciendo más eficiente el uso de los recursos disponibles para el desarrollo de las empresas agropecuarias (Andrade, 2011). Es así que sector ganadero en los departamentos Meta y Vichada, Colombia la rentabilidad llega a ser mínima o nula, condición que desde luego no estimula el desarrollo de este renglón productivo; por lo tanto, tampoco se va a incrementar el establecimiento y mejoramiento de praderas para alimentar adecuadamente los animales, lo que ha conllevado a que las tierras que eran utilizadas para este propósito, se están destinando a cultivos como: maderables, palma, caucho, caña, maíz y soya para concentrados (Diaz, 2016). Es importante resaltar que praderas bien establecidas permiten una mayor calidad del forraje además de alimentar un mayor número de animales, lo que puede incrementar la producción por unidad de superficie (Rincón *et al.*, 2010).

## ESTADO ACTUAL

La Orinoquia colombiana es una región considerada de trópico bajo, integrada por los departamentos del Meta, Casanare, Arauca y Vichada, posee 26 millones de hectáreas, de las cuales 16 son aptas para sistemas de producción animal en pastoreo, de estas el 11% están localizadas en el Piedemonte llanero, el 63% en la Altillanura y el 25% en la Orinoquia inundable; la región cuenta con 4.200.000 cabezas de ganado y una capacidad de carga de 1 animal/ha en gramíneas introducidas y 0.3 cabezas/ha en praderas nativas (Bernal, 2010).

Los suelos de la Orinoquia son ácidos, poseen bajos contenidos de nutrientes con niveles altos de aluminio y la mayoría de las gramíneas nativas de estas sabanas bien drenadas de la altillanura son de baja producción y deficiente calidad nutritiva, constituyéndose en muchos casos como único recurso alimenticio de los hatos de cría conformándose una serie de sistemas de producción extensivos; mientras que en el piedemonte predominan praderas mejoradas con gramíneas introducidas del género *Brachiaria*, pero que aun así no suplen los requerimientos del ganado (Rincón *et al.*, 2010). Indudablemente el factor de los forrajes ha incidido en la baja producción de la ganadería de esta región.

La principal fuente alimenticia de los bovinos del trópico bajo son las gramíneas de origen africano y en pequeña proporción leguminosas, la selección de estos materiales es el resultado de largos procesos de investigación, que permitió el cambio de sistemas extensivos de producción en sabanas nativas a praderas de gramíneas mejoradas. Muchas especies de gramíneas naturales o cultivadas son excelentes productoras siendo la base de la alimentación de los bovinos, constituyéndose en la forma más económica para la producción de carne y leche. Desde la década de los sesenta, se han introducido a la región especies más productivas y de mejor calidad que la sabana nativa, lo cual ha permitido aumentar la productividad (Rincón *et al.*, 2010). En Colombia, la ganadería bovina está presente en las cinco grandes regiones biogeográficas: Andina, Amazonia, Caribe, Orinoquia y Pacífica, y en todas ellas se han transformado los ecosistemas naturales, siendo cuestionada esta situación por el sector ambiental (Mahecha *et al.*, 2002).

Con respecto a las actividades pecuarias por departamento de la Orinoquia: el 87% del total del área agropecuaria del Meta es para uso pecuario, en Casanare esta actividad alcanza el 89%, que al compararlos con departamentos de otras regiones como Córdoba, Sucre, Antioquia y Santander, con superficies considerables para la actividad pecuaria, más del 85%, sin embargo son zonas de menor extensión, por lo que en términos absolutos pueden ser superados por estos dos departamentos (SAGM, 2013).



Por lo anterior el objetivo de este trabajo fue establecer y prestar asistencia técnica en praderas en los departamentos de Meta y Vichada, para lo cual se planificó la preparación y aplicación de correctivos, antes de la siembra; se seleccionó el material teniendo en cuenta las condiciones y exigencias del suelo, determinando la cantidad de semilla utilizada para realizar la siembra, y finalmente se realizó un monitoreo de los lotes sembrados para garantizar un buen establecimiento de la pradera.

## ACTIVIDADES DESARROLLADAS

### Ubicación de las fincas

El trabajo fue realizado en cuatro fincas de las veredas Las Cristalinas (Figura 1) y Guanape ubicadas en los departamentos de Meta y Vichada, en el cual se identificaron los terrenos óptimos para establecer las praderas, se midieron los lotes, y se aplicaron los correctivos al suelo en la preparación para la siembra. La ubicación y medida de los lotes se realizó con un GPS, con ello se conoció con certeza las aéreas a trabajar, y así mismo se generan los mapas, determinando los sitios y las variedades a sembrar (Figura 2).



**Figura 1.** Ubicación de la vereda La Crsitalina.

Fuente: Adaptad de Espitia y Leiva, (2014).



**Figura 2.** Ubicación y medida de los lotes de la Hacienda Guatena, departamento del Vichada

Considerando que los lotes seleccionados para las siembras no habían tenido procesos anteriores de mecanización y por la cercanía de las finca presentaban el mismo paisaje denominado como altillanura ondulada y de serranía, es decir, dos formaciones que constituyen una franja extensa, que se encuentra al sur de la altillanura plana, con un paisaje de pequeñas colinas redondeadas, con pendientes del 1 a 30%; de la superficie total, con tres tipos de bajos: Secos en un 24%, húmedos 14% e inundables 7%, cada uno de los cuales tiene un uso potencial productivo particular (Rippstein *et al.*, 2001; Rodríguez, 2014).

### **Preparación de los lotes**

Para esta actividad se utilizaron rastras de 20 discos para darle vuelta al suelo de la sabana nativa, lo que en la agricultura tradicional se conoce como el primer pase (Figuras 3 y 4).

El segundo pase de rastra se efectuó después de aplicada la enmienda al suelo, en la que se consideró que la altillanura ondulada y serranía en los que se encuentran ubicadas las fincas presentan las mismas condiciones en sus terrenos,

siendo clasificados como oxisoles (Tropeptic Haplustox isohipertérmico), los cuales tienen en promedio un pH de 4.5, baja disponibilidad de Ca, Mg, K, P, saturación de aluminio mayor a 65% y son susceptibles a la degradación (Valencia y Ligarreto, 2010), se decide manejar una enmienda recomendada para suelos deficientes en nutrientes, compuesta por cal dolomita, yeso y roca fosfórica en una cantidad de 750 kilos/hectárea (Figura 5); la aplicación se realizó con una encaladora con capacidad para 500 kilos (Figura 6), posteriormente para dejar los lotes con el terminado adecuado, se procedió a pasar un pulidor de 20 discos (Figura 7).

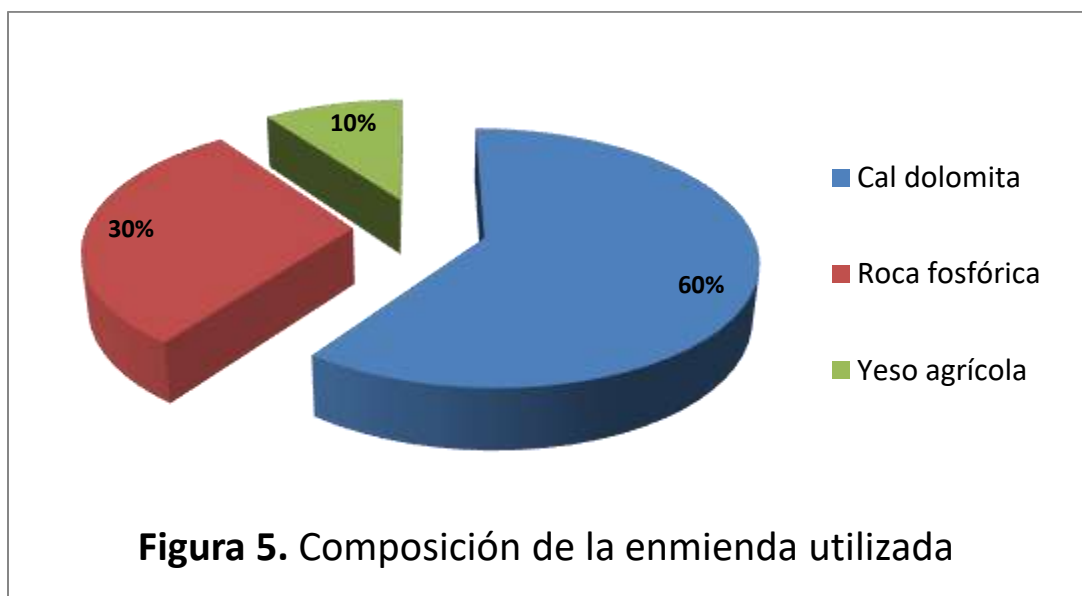


**Figura 3.** Rastra 16 discos



**Figura 4.** Primer pase de rastra

### Composición y aplicación de la enmienda



**Figura 5.** Composición de la enmienda utilizada



**Figura 6.** Encaladora usada para la aplicación de enmiendas

Se esperó un tiempo después de la pulida para la siembra, aprovechando que lluvias compactaran un poco el suelo, esto con el objetivo de evitar pérdida de semilla lo cual es frecuente en lotes que tienen el suelo muy mullido, puesto que se profundiza demasiado la semilla, afectando su germinación.



**Figura 7.** Pulidor en lote para siembra

Para la determinación de las variedades de pasto *Brachiaria* a sembrar en los distintos lotes, se tomó en consideración la existencia de terrenos bajos capaces de guardar más humedad en el suelo, unos terrenos altos y otros con presencia de cascajos (corazas petroferricas); también se previó la cantidad de kilos por hectárea de semilla y las mezclas de las variedades en los lotes (Tabla 1).



**Tabla 1.** Variedades de pasto sembrado en las fincas

Finca	Variedades sembradas	kg/ha	Áreas sembrada (ha)
Primera finca (Meta)	<i>B. humidicola</i> – <i>B. decumbens</i>	4	24
	<i>B. decumbens</i> – <i>B. dictyoneura</i>	4	24
	<i>B. dictyoneura</i> – <i>B. marandú</i>	4	67
Segunda finca (Meta)	<i>B. dictyoneura</i> – <i>B. marandú</i>	5	40
Tercera finca (Meta)	<i>B. decumbens</i> – <i>B. dictyoneura</i>	3-4	82
Guatena (Meta)	<i>B. dictyoneura</i> – <i>B. marandú</i>	3-4	148

En lotes bajos, una mezcla con pasto *B. humidicola*, asegura que en caso de presentarse exceso de humedad o inundación el pasto va perdurar en el sitio de siembra, puesto que es resistente a estas condiciones; al mezclar *B. dictyoneura* o *B. decumbens* con *B. Brizantha marandú* se asegura que las partes donde no hay prendimiento de *Brizantha marandú* que es el más susceptible a estas condiciones, sean ocupados por cualquiera de las dos variedades. La siembra se realizó con boleadoras de péndulo y manuales (chuchas), esto dependiendo de la disponibilidad de la maquinaria y transporte a las fincas; con la sembradora manual utilizando dos operarios al día se pudo sembrar 40 hectáreas (Figura 8).

**Figura 8.** Siembra de semilla de pasto

El monitoreo de las siembras en las cuatro fincas se realizó de manera periódica, evaluando la germinación y la densidad de plantas en los lotes (Figura 9), también se recomendó a los productores, el control de la hormiga arriera (*Acromyrmex*) (Figura 10), puesto que su presencia en los lotes provoca pérdidas de semilla, evidenciados en parches en los que no se encontraron rastros de la misma; por lo tanto en todas las fincas se resembraron algunos sitios que fueron menos del 4% del área total sembrada.

### PERSPECTIVA Y ANÁLISIS

Se cumplió el objetivo principal del trabajo, realizar una proyección técnica para transformar productivamente algunos lotes de sabana nativa, con el fin de hacerlos adecuados para ganadería, planificando todas las actividades como: selección de los sitios para el establecimiento, su preparación, aplicación de correctivos y finalmente la siembra, finalizando con la entrega de praderas aptas para la ganadería.



**Figura 9.** Pradera de *B. dictyoneura*



**Figura 10.** Nido de hormiga arriera

De acuerdo con las posibilidades económicas de los productores se decide sobre la cantidad de correctivo aplicado al suelo, muchas veces ignorando las recomendaciones del profesional, e igualmente pasa lo mismo con la cantidad de semilla utilizada, por lo cual el ingeniero agrónomo emite unas pautas teniendo en cuenta trabajos anteriores que han dado buenos resultados.

La selección y uso de la maquinaria agrícola en las distintas fincas se hizo considerando que en los suelos de la altillanura es necesario reducir su dureza con dos pases de rastra, utilizando también un cincel rígido, con el propósito de disminuir su compactación y permitir que la cal, los fertilizantes y el agua penetren fácilmente (Castro y Jaramillo, 2004).

Al no poseer análisis de suelos de los lotes, la referencia para la aplicación del correctivos se basó en la información de trabajos realizados anteriormente por (Rincón *et al.*, 2012), quienes especificaron que una mezcla que posea yeso agrícola triplica la cantidad de calcio y magnesio disponible en el suelo, y que con su utilización se mejora notablemente la producción de los cultivos, también ayuda en gran parte a la reducción de esa acidez, puesto que el yeso agrícola, que es un sulfato de calcio hidratado, reacciona con otras bases como el magnesio y el potasio, conduciéndolas a horizontes del suelo más bajos porque el sulfato es más soluble y cuando llueve se va a horizontes de profundidad más bajos, lo que hace que se mejore la productividad (Rincón *et al.*, 2012).

Las semillas sembradas en los lotes, son certificadas e importadas de Brasil por lo tanto se garantiza un excelente porcentaje de germinación superior al 90%, además los monitoreos constantes permitieron realizar los correctivos de manera adecuado y oportuna. La ubicación y cercanía de las fincas facilitó la siembra y el establecimiento de potreros utilizando los mismos modelos, teniendo en cuenta que los lotes elegidos presentaran buenas condiciones, y que sus suelos no tuvieran grandes impedimentos en su topografía para que no se afectara el proceso de mecanización.

## CONCLUSIONES

Muchos productores utilizan los pastos para mejorar los suelos de sus lotes, por lo tanto su establecimiento como cualquier otro cultivo ayuda al momento de tomar la decisión de cómo preparar el suelo para su siembra, teniendo en cuenta el uso y cantidad de semilla certificada, con el fin de disminuir el ataque de plagas que afecten el desarrollo de las praderas de las fincas.

La aplicación de enmiendas no tiene que ser solo para corregir los suelos, sino que además se incorpora como un constituyente nutricional, puesto que la cantidad, composición y calidad de la enmienda se verá reflejada a futuro en las praderas. Es importante resaltar que las supervisiones constantes ayudan a corregir los problemas que se presenten en las siembras y también a tomar decisiones a tiempo.

### **RECOMENDACIONES**

Consolidar un grupo sólido de trabajo el cual aporte y tome decisiones en conjunto para así mejorar los rendimientos de la siembra; además es importante tener los análisis de suelos de las fincas, para tener certeza de los verdaderos requerimientos de los mismos. Sembrar los lotes bajos primero puesto que la humedad del suelo dificulta el trabajo de los tractores. Profundizar en los estudios sobre las enmiendas utilizadas en la altillanura y su incidencia en estos suelos.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Andrade F.H. La tecnología y la producción agrícola. El pasado y los actuales desafíos. Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina, p 105-143. 2011.
2. Bernal J. Evaluación contextual de la ganadería bovina en el departamento del Vichada, Médico Veterinario y Zootecnista. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia. 54 p. 2010.
3. Castro S.X., Jaramillo C. Recomendaciones básicas para cultivar maíz en sistemas de rotación en la altillanura plana colombiana. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Villavicencio, Colombia. 20 p. 2004.
4. Diaz I.A. Paisajes palmeros en los Llanos colombianos: estado, nostalgia y trabajo en San Martín, Meta, Magister en Antropología Social. Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 180 p. 2016.
5. Espitia Y., Leiva D. Propuesta de formulación de un plan de desarrollo participativo para la vereda La Cristalina del municipio de Puerto Gaitán Meta que surja de las necesidades planteadas por la Comunidad. 2014.
6. Mahecha L., Gallego L.A., Peláez F.J. Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 15 (2): 213-225. 2002.
7. Rincón Á., Baquero J., Hernando F. Manejo de la nutrición mineral en sistemas ganaderos de los Llanos Orientales de Colombia. CORPOICA



- (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Villavicencio, Meta, Colombia. 164 p. 2012.
8. Rincón Á., Bueno G., Mauricio Á., Pardo O., Pérez O., Caicedo S. Establecimiento, manejo y utilización de recursos forrajeros en sistemas ganaderos de suelos ácidos CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria), Villavicencio, Meta, Colombia. 251 p. 2010.
  9. Rippstein G., Escobar G., Motta F.M. Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los Llanos Orientales de Colombia. Publicación CIAT N. 332. CIAT, Cali, Colombia. 302 p. 2001.
  10. Rodríguez I. Despojo, baldíos y conflicto armado en Puerto Gaitán y Mapiripán (Meta, Colombia) entre 1980 y 2010. Estudios Socio-Jurídicos. 16 (1): 315-342. 2014.
  11. SAGM, Cadenas agropecuarias. Informe de coyuntura. Gobernación del Meta, Villavicencio, Colombia. 2013.
  12. Valencia R., Ligarreto G.A. Mejoramiento genético de la soya (*Glycine max* [L.] Merrill) para su cultivo en la altillanura colombiana: una visión conceptual prospectiva. Agronomía Colombiana. 28 (2): 155-163. 2010.