

**EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LABORES AGRONÓMICAS PARA
MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD, EN EL CULTIVO DE BANANO
(*Musa* AAA Simmonds) TIPO EXPORTACIÓN EN GRUPO AGROSiete S.A.S.**

JOSE ENRIQUE PATERNINA RAMOS

**Trabajo de grado en la modalidad práctica empresarial, presentado como
requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo.**

**ASESOR DOCENTE:
AMIR DAVID VERGARA CARVAJAL, Ing. Agrón., MSc.**

**ASESOR DE LA EMPRESA:
EVER JOSÉ CAUSIL PASTRANA, Ing. Agrón., Cand. MSc.**

GRUPO AGROSiete S.A.S

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

MONTERÍA

2022

Nota de aceptación

Amir David Vergara Carvajal Ing. Agrón., MSc.

Ever José Causil Pastrana Ing. Agrón., Cand. M. Sc. y Jurado

Jose Luis Barrera Violet Ing. Agrón., M. Sc., PhD. y Jurado

Montería, diciembre de 2022

DEDICATORIA

A Dios por darme todas las ganas y fortaleza para salir adelante, por nunca desampararme, por ser tan bueno conmigo, por darme perseverancia y nunca desfallecer.

A mis padres; Bety Ramos y Jose Paternina, que fueron siempre mi inspiración, por todo el apoyo, por cada momento que estuvieron conmigo en las dificultades y por creer en mí.

A mis hermanos; Wilson y Delcy Paternina y a mis sobrinos Erick, Santiago y Luciana.

A mis compañeros de este bonito e importante viaje: Alejandra Díaz, Max Díaz, Miguel Martínez, Carlos Delgado, Adriana Parodi e Ingris Torres, por acompañarme en cada batalla, por apoyarme y guiarme.

Jose Enrique Paternina Ramos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Córdoba por inicialmente darme la oportunidad de estudiar en tan prestigioso claustro y ayudarme en mi crecimiento personal y profesional.

A la Facultad de Ciencias Agrícolas y todo el cuerpo de docentes que participaron con su aporte en mi formación como estudiante y que me ayudaron a forjar mi carácter y criterios.

A los Ingenieros Ever José Causil y Amir Vergara Carvajal por ser mis asesores, por todo el apoyo en cada proceso y por la contribución en mi aprendizaje, por cada espacio que sacaron para ayudarme y corregirme.

A Grupo Agrosiete S.A.S (Carlos Trujillo, Catalina Londoño, Gabriela Trujillo, Ever Causil y Carlos Alcaraz), por brindarme todo su apoyo, por creer en mí, y por darme la oportunidad de realizar mis prácticas empresariales y de aprender de tan prestigioso equipo.

A todo el personal administrativo de Grupo Agrosiete, como jefes de finca, coordinadores de campo, coordinadores de empacadora, Certificaciones - SST, Área de suministros, y todo el equipo operativo que sacaron parte de su tiempo e hicieron parte de mi formación práctica.

A mis amigos y compañeros de batalla que compartieron conmigo, que me acompañaron en las buenas y malas y que son testigos de las luchas constantes para sacar adelante este gran proyecto de vida.

Jose Enrique Paternina Ramos.

CONTENIDO

RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
INTRODUCCIÓN.....	13
1. RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA.....	15
1.1 MISIÓN.....	16
1.2 VISIÓN.....	16
2. OBJETIVOS.....	17
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	17
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3. MARCO TEORICO.....	18
3.1. HISTORIA, ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL BANANO.....	18
3.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL BANANO.....	18
3.3. IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO.....	19
3.3.1. Producción mundial y regional.....	19
3.3.2. Producción en Colombia.....	19
3.4. ECOFISIOLOGÍA DEL CULTIVO DE BANANO.....	19
3.4.1. Clima.....	19
3.4.2. Altitud y latitud.....	20
3.4.3. Requerimientos hídricos.....	20
3.4.4. Brillo solar.....	20
3.4.5. Humedad relativa.....	20
3.4.6. Viento.....	20
3.4.7. Suelos.....	21
3.4.8. Nutrición.....	21
3.5. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL.....	22
3.6. LABORES DEL CULTIVO.....	23
3.6.1. Embolse e identificación de fruta.....	23
3.6.2. Desmane.....	24
3.6.3. Eliminación de dedos laterales o Desdede.....	24
3.6.4. Deshije o desmache.....	24
3.4.5. Desflore.....	25
3.4.6. Protección de manos.....	25
3.4.7. Amarre.....	25
3.4.8. Deshoje y protección.....	26
3.4.9. Control manual de Sigatoka.....	26
3.4.10. Protección de fruta.....	26
4. ACTIVIDADES REALIZADAS.....	27
4.1. Evaluación de Labores.....	27
4.1.1. Fertilización.....	27
4.1.2. Desmache o deshije.....	28
4.1.3. Deshoje.....	28
4.1.4. Protección de fruta.....	28

4.1.5. Manejo integrado de Sigatoka.....	29
4.1.6. Embolse	29
4.1.7. Amarre	30
4.1.8. Control cosecha	30
4.2. EVALUACIÓN DE LA LONGITUD BASAL Y APICAL DEL RACIMO Y LA INFLUENCIA DE ALGUNOS FACTORES EN SU CRECIMIENTO Y DESARROLLO.....	30
4.2.1. Toma de datos en campo.....	30
4.2.2. Toma de datos en barcadilla	31
4.2.3. Análisis de los datos recolectados.	¡Error! Marcador no definido.
4.3. AUDITORÍAS EN FINCAS EN LA LABOR DE EMBOLSE E IDENTIFICACIÓN DE FRUTA.....	35
4.4. SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO EN ÁREAS AFECTADAS POR MOKO (Ralstonia solanacearum Raza 2)	35
4.5. UTILIZACIÓN DE BASE DE DATOS (SIOMA) COMO BASE PARA UNA AGRICULTURA DE PRECISIÓN	37
5. CONCLUSIONES	40
6. RECOMENDACIONES.....	41
BIBLIOGRAFÍA.....	42
ANEXOS.....	47

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Niveles críticos de propiedades químicas de suelos para el cultivo de banano en la zona de Urabá (Gauggel, 2018).....	22
Tabla 2. Extracción de nutrientes en kg ha ⁻¹ año ⁻¹ según Gauggel (2018)	22
Tabla 3. Promedio de datos colectados en campo y en barcadilla de todas las semanas en fincas del Grupo Agrosiete.....	33
Tabla 4: Variables: pesos constituyente de cada dedo en el racimo, peso por cada cm de circunferencia del pseudotallo y tasa de senescencia de las hojas desde desmane hasta cosecha del racimo.....	35

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Zona de aplicación de fertilizantes en banano.....	26
Figura 2. Desvío incorrecto de racimo.....	29
Figura 3. Lista de verificación para la inspección de protocolo de bioseguridad.....	36
Figura 4. Evaluación de labores registradas en Sioma.....	37
Figura 5. Ventana principal de Sioma donde se observa el resumen.....	38
Figura 6. Vista de embolse en plataforma Sioma.....	38
Figura 7. Datos de embolse por lote.....	39

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Relación entre la circunferencia del pseudotallo y el número de manos en fincas de Grupo Agrosiete (A, B, C y D).....	31
Gráfica 2. Relación entre el peso del racimo vs el número de hojas promedio....	33
Gráfica 3. Relación entre el peso del racimo vs el número de hojas promedio....	33
Gráfica 4. Relación directamente proporcional entre el peso del racimo – productividad con el pH.....	34

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. items contenidos en Sioma para evaluación de la fertilización.....	47
Anexo B. Evaluación de la labor de fertilización a través de Sioma.....	47
Anexo C. Items de evaluación de la labor de Deshoje que contiene el aplicativo de Sioma.	48
Anexo D. Sectorización de lotes de acuerdo a su productividad.	48
Anexo E. Marcación de racimos.....	49
Anexo F. Medición de longitud apical en campo.....	49
Anexo G. Datos colectados en campo y en barcadilla, finca Altavista. Muestreo #10, semana 12.	58
Anexo H. Datos colectados en campo y en barcadilla, finca Altamira. Muestreo #10, semana 12.	58
Anexo I. Datos colectados en campo y en barcadilla, finca Altagracia. Muestreo #10, semana 12.	58
Anexo J. Datos colectados en campo y en barcadilla, finca Altamar. Muestreo #10, semana 12.	59

RESUMEN

El cultivo y exportación del banano Cavendish es una de las actividades económicas agrícolas más tradicionales en Colombia. Originalmente establecida en el departamento de Magdalena, y se extendió y fortaleció en la región del Urabá antioqueño, con destino a mercados internacionales. La producción de banano tipo exportación representa para Colombia ventas por US\$700 millones al año, el 3% de las exportaciones totales. En la actualidad, en la zona de Urabá se realizan las evaluaciones de desempeño en las labores agronómicas en el cultivo de banano; técnicas aplicadas para mayor control de sus operarios de cada una de las labores que se realizan en fincas. Estas evaluaciones de desempeño y capacitaciones dan un apoyo a mejorar la calidad de labor que realizan los operarios, optimizar la fruta y por consecuente, ser más productivos. El objetivo de este informe fue mostrar los seguimientos que se llevaron a cabo, en labores culturales como embolse, amarre, deshoje, protección, fertilización y desmache y el apoyo continuo que se le dio al personal operativo, en la que se logró una mejora en la calidad de las ejecuciones, gracias a las retroalimentaciones constantes. Adicional a eso, se le hizo seguimiento por medio de mediciones al crecimiento que tiene la mano basal y la mano apical del racimo, desde que se ejecuta el desmane, hasta que se cosecha la fruta, encontrando datos de crecimiento de alrededor de 4.0" en la mano basal y de 3,6" en la mano apical, en promedio en las fincas de Grupo Agrosiete. Con estos datos colectados, también se generaron datos como la tasa de senescencia de las hojas, que fue de aproximadamente 0,5 hojas por semana. También se muestra el seguimiento que se le hizo al control de la enfermedad llamada Moko (*Ralstonia solanacearum* Raza 2), en donde se evidenció, gracias al buen seguimiento que se le hizo a los focos; una disminución de los casos desde el mes de febrero en finca Altavista, y desde el mes de enero en finca Altamar.

Palabras claves: Labores, Crecimiento, Seguimiento, Sioma.

ABSTRACT

The cultivation and export of Cavendish bananas is one of the most traditional agricultural economic activities in Colombia. Originally established in the department of Magdalena, it expanded and strengthened in the Urabá region of Antioquia, destined for international markets. Export-type banana production represents sales for Colombia of US\$700 million per year, 3% of total exports. Currently, in the Urabá area, performance evaluations are carried out in agronomic work in banana cultivation; techniques applied for greater control of their operators of each of the tasks that are carried out on farms. These performance evaluations and training give support to improve the quality of work carried out by operators, optimize the fruit and consequently, be more productive. The objective of this report was to show the follow-ups that were carried out, in cultural tasks such as bagging, tying, defoliation, protection, fertilization and stripping, and the continuous support that was given to the operational personnel, in which an improvement was achieved in the quality of the executions, thanks to constant feedback. In addition to that, the growth of the basal hand and the apical hand of the bunch was monitored by means of measurements, from the time the dismantling is carried out until the fruit is harvested, finding growth data of around 4.0" in the basal hand and 3.6" in the apical hand, on average in the Grupo Agrosiete farms. With these collected data, data such as the senescence rate of the leaves was also generated, which was approximately 0.5 leaves per week. It also shows the monitoring that was done to control the disease called Moko (*Ralstonia solanacearum* Race 2), where it was evidenced, thanks to the good monitoring that was done to the foci; a decrease in cases since February at the Altavista farm, and since January at the Altamar farm.

Keywords: Labors, growth, monitoring, Sioma.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de banano (*Musa* AAA Simmonds) se produce en más de 130 países en la zona intertropical. Estas regiones tropicales y subtropicales concentran la producción mundial de banano, porque, cumplen con las condiciones que requiere el cultivo. Para tener un sistema exitoso en la producción comercial del banano, una de las principales condiciones es que el sitio donde se desee establecer cumpla con los requerimientos climáticos (latitud y altitud, temperatura, precipitación, viento, luz) y edafológicos (textura, pH, materia orgánica, profundidad, contenido de nutrientes) que la planta requiere (Intagri, 2018).

El cultivo y exportación del banano Cavendish es una de las actividades económicas agrícolas más tradicionales en Colombia. Originalmente establecida en el departamento de Magdalena, esta cadena productiva se extendió y se fortaleció en la región del Urabá antioqueño, en sus eslabones de producción y comercialización de fruta fresca, así como los servicios de apoyo pertinentes (ej. transporte, logística, control fitosanitario, manejo ambiental, entre otros); con destino a mercados internacionales. La producción de banano para exportación representa para Colombia ventas por US\$700 millones al año, el 3% de las exportaciones totales, el 7.67% del PIB agropecuario y el 0,4% PIB total. En el año 2020, el área sembrada alcanzó las 51.454 hectáreas, lo que representó un aumento del 0,5% respecto al año 2019 (AUGURA, 2021), donde se generan alrededor de 28.000 empleos directos y 84.000 indirectos (Finagro, 2018).

En Colombia se cultiva a nivel comercial y con fines de exportación en el Urabá Antioqueño, Magdalena y La Guajira, siendo algunos países miembros de la Unión Europea y Estados Unidos, los principales mercados para esta fruta (Legis, 2022; Finagro, 2018). En la actualidad, en la zona de Urabá se realizan las evaluaciones de desempeño en las labores agronómicas realizadas en el cultivo de banano; técnicas aplicadas para mayor control de sus operarios de cada una de las labores que se realizan en fincas, pero adicional a esto, el operario es capacitado para claridad a la hora de realizar su labor y que se haga de manera eficiente. Día tras día las empresas productoras de banano compiten por la sostenibilidad en el mercado y además de esto, con la calidad del producto final. Estas evaluaciones de desempeño y capacitaciones dan un apoyo a mejorar la calidad de labor que realizan los operarios, optimizar la fruta y por consecuente, ser más productivos (Causil, 2020).

En el cultivo de banano, es necesario realizar con eficiencia las labores, debido a que con un buen manejo agronómico se garantiza la calidad y el rendimiento del cultivo (Torres, 2012). El objetivo principal del trabajo fue realizar seguimiento de las labores agronómicas implementando estrategias que ayuden en la eficiencia y eficacia de cada labor, para el mejoramiento de la calidad de la fruta. Por eso fue necesario evaluar y hacerle seguimiento a aquellas labores que influyen de manera directa en la calidad de la fruta exportable. Los seguimientos y mediciones se desarrollaron en base al ciclo del cultivo y la influencia de cada labor en la

calidad del racimo, las mediciones en campo se hicieron ordenadamente según el cronograma. Finalizado esta etapa práctica se evidencia que una mejoría en cada labor ejecutada y que se le hizo seguimiento. Estrategia que sirve para que haya un buen aprovechamiento de la fruta y por consecuente, de cajas exportables, evitando mermas.

1. RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA

La empresa, Trujillo - Gómez y Cía. fue fundada por los señores José Trujillo y Martha Ivonne Gómez, padres de Carlos Aníbal Trujillo, en el año 1979. En este período la empresa incluía únicamente la Finca "Plantaciones América" (Sociedad en Comandita). En el año 1983, a raíz de amenazas, la familia Trujillo Gómez es obligada a trasladarse a Bogotá. Solo a partir de 1997, Don José y su hijo Carlos Trujillo pueden regresar ocasionalmente a las fincas. Fallecido Don José, en 1998; su hijo Carlos decide establecerse nuevamente en Urabá con su familia y encargarse de la gestión de la empresa. En 1991 la empresa adquiere la Finca "Miramar". La Finca Japonesa, cultivada de plátano, fue adquirida en 1979, sin embargo, no hacía parte de la sociedad. En 1998, antes de morir, el señor José Trujillo la incluye en la sociedad. En el año 2000, la sociedad se convierte en "Las Américas S.A.", los socios son la señora Martha Gómez, su hijo Carlos y sus dos hermanas. En 2002 un vendaval tumba el 70% de las plantas de plátano de la finca Japonesa, así que deciden establecerse el cultivo de banano.

El 1 de julio de 2011 la empresa Las Américas S.A. vende y entrega las fincas a la empresa GRUPO AGROSiete S.A.S., y a partir de esta fecha las fincas cambian de nombre de la siguiente forma: la finca Japonesa se denomina hasta la actualidad Altamar, la finca Plantaciones se denomina Altamira y la finca Miramar se denomina Altagracia. Los trabajadores dan por terminado su contrato con la empresa Américas S.A., con el correspondiente pago de las vacaciones, sin embargo, los trabajadores conservan su antigüedad y esta es asumida por la empresa GRUPO AGROSiete S.A.S. lo cual se ve reflejado en los nuevos contratos. GRUPO AGROSiete también decidió conservar la certificación Fairtrade y la gerencia la toma José Lileardo Toro. En marzo del 2012 toma la gerencia el Señor Carlos Trujillo Gómez, quien continúa a la fecha.

El 09 de julio de 2014 se presenta un fuerte vendaval que afecta 2 de las 3 fincas de la empresa; Altagracia en un 70% y Altamira en un 50%, lo que arroja una pérdida estimada para el año 2014 de 60.000 cajas. Para la recuperación de aproximadamente 70 ha que quedaron arrasadas, se hizo una inversión estimada de \$9.000.000/ha. Con este evento se estudió la posibilidad de suspender algunos contratos de trabajo debido a que no habría labores que ejecutar.

Para el 2016, la gerencia a raíz de validar fallas en los procesos internos, reorganiza todo su organigrama y aparecen nuevas áreas tales como dirección de operaciones, dirección administrativa, asistencia técnica, coordinación de Salud y seguridad y normas de certificaciones, Producción, compras e insumos y auxiliar administrativa. Por medio de la dirección administrativa y operativa se lidera la creación de manuales de procesos y procedimientos por áreas, así como también se reorganiza el manual de labores y perfil de personal operativo; la coordinación

en salud y seguridad procede a la planeación de todo el sistema de gestión salud y seguridad en el trabajo bajo la normatividad vigente.

En octubre de 2018 se establece un contrato de arrendamiento con la entidad Promotora Trípode SAS para GRUPO AGROSIEETE adquirir en comodato la finca Altavista, antes llamada Al Este del Edén, esta finca tiene 89 hectáreas en área bruta y 86 en área neta, la cual la conforman 47 trabajadores operativos.

Actualmente cuenta con 4 fincas en plena producción (Finca Altavista con 87ha brutas, Altamira con 38,5ha brutas, Altagracia 42,2ha brutas y Altamar con 31,2ha brutas).

1.1 MISIÓN

El Grupo Agrosiete S.A.S es una empresa dedicada a la producción agroindustrial de banano tipo exportación con altos estándares de calidad, comprometidos con la responsabilidad social y ambiental, el progreso de nuestro personal; creando valor económico y social.

1.2 VISIÓN

Para el año 2023 seremos pioneros en diseño de una estructura organizacional flexible que permita adaptarse a los cambios del entorno y requerimientos del mercado, logrando el reconocimiento por el trabajo realizado, la protección del medio ambiente, manteniendo una cultura innovadora y de emprendimiento que contribuya al mejoramiento de la competitividad del sector.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar y monitorear labores agronómicas para el mejoramiento de la productividad, en el cultivo de banano (*Musa AAA Simmonds*) tipo exportación en la empresa grupo AGROSIEETE S.A.S.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el desempeño de las labores de campo a operarios involucrados en la producción de banano de la empresa Grupo Agrosiete S.A.S.
- Determinar la influencia de algunos factores en el aumento de la longitud basal y apical del racimo y su grado, en fincas de la empresa.
- Realizar auditorías en las labores de embolse e identificación de fruta en fincas y comparar datos con aplicaciones utilizadas por la empresa (SIOMA.app).
- Indicar la utilidad de la implementación de bases de datos (SIOMA) que promueven la agricultura de precisión en fincas del grupo.

3. MARCO TEORICO

3.1. HISTORIA, ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL BANANO

Existe una gran diversidad de bananos alrededor del mundo, sin embargo, las variedades comerciales que se consumen hoy día son resultado de un proceso de domesticación; es decir, resultado de la constante selección de características deseables que permitió transformar frutos llenos de semillas, en frutos partenocárpicos carentes de las mismas y que se desarrollan en ausencia de polinización. El centro de origen del banano silvestre se extiende desde la India hasta Papua Nueva Guinea e incluye Malasia e Indonesia. Dentro de esta área, algunos diploides, posiblemente híbridos, adquirieron la capacidad de producir más pulpa y se quedaron progresivamente sin semillas. La intervención humana pudo haber desempeñado un papel importante en la generación de bananos comestibles, pues, los informes sobre el cultivo de bananos en asentamientos cercanos a los bosques en Papua Nueva Guinea describen diploides sin semillas que crecen en los jardines de los asentamientos (INIBAP, 1996). Su domesticación tuvo lugar en el cinturón tropical húmedo que se extiende desde la India hasta las Islas Salomón, Nepal, y el norte de Australia, área de distribución natural de las especies silvestres de plátanos que pertenecen al género *Musa* (*Musa acuminata* y *Musa balbisiana*). La evidencia arqueológica más antigua de plátanos domesticados es de Papúa Nueva Guinea y se ha datado al menos 7,000 años antes del presente (Enríquez y Valencia, 2021).

Históricamente, las especies y los genotipos de *Musa* han sido creados por la migración de poblaciones humanas y la interacción entre los grupos que ayudaron en el intercambio de genotipos. Estas interacciones crearon la introducción de especies y ayudaron a generar más híbridos naturales, que son diploides o triploides partenocárpicos. Algunos de estos cultivares híbridos fueron ampliamente adoptados y dispersados por preferencia o por casualidad. Un grupo de triploides, quizás debido a la adaptabilidad ambiental y la naturaleza triploide, podría haberse dispersado por propagación clonal en vastas áreas.

3.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL BANANO

Según Nadal (2007), las plantas de banano son monocotiledóneas de porte alto, originadas de cruza intra e inter-específicas entre *Musa acuminata* Colla (genoma A) y *Musa balbisiana* Colla (genoma B) que pertenecen a la familia Musaceae. Estas especies diploides provienen de los genomas A y B, respectivamente (Simmonds y Shepherd, 1955; Simmonds, 1962). En orden de importancia económica, existen bananos triploides (AAA, AAB y ABB), diploides (AA y AB) y tetraploides (AAAA, AAAB y AABB). Los principales cultivares comerciales son triploides, altamente estériles, partenocárpicos y propagados asexualmente (Simmonds y Shepherd, 1955; Simmonds, 1962; Ortiz y Vuylsteke, 1996).

3.3. IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO

El papel que juega el banano dentro de la seguridad alimentaria en los países en desarrollo permite ubicar este producto en uno de los cuatro cultivos más importantes a nivel mundial, después del arroz, el trigo y maíz; representando aproximadamente el 15% de producción mundial de frutas (Min et al., 2016). El banano es un alimento básico y un producto de exportación. Es un cultivo tropical de gran importancia por su valor económico y aporte a la seguridad alimentaria. Se considera, además, una importante fuente de empleo e ingresos para quienes los cultivan y producen sus frutos en numerosos países del mundo (Cuartas, Medina y Torres, 2017).

3.3.1. Producción mundial y regional. Según Faostat (2021), en el año 2020, se cultivó una superficie de alrededor de 5,2 millones de hectáreas, con un rendimiento en promedio de 23 t/ha año⁻¹, con una producción de 119.833.677 de toneladas. En cuanto a la producción del continente americano, la producción fue de 31.500 toneladas, con un área cosechada de 1,36 millones de hectáreas, y un rendimiento de 23,16 toneladas t/ha año⁻¹

3.3.2. Producción en Colombia. El área establecida de banano en Colombia en el año 2021 fue 52.270, ha aumentado en 816 hectáreas con respecto al año 2020 cuando fueron 51.454. Este crecimiento se notó especialmente en la región del Magdalena, Guajira y Cesar. Las exportaciones de banano en el año 2021 sumaron US 898 millones, con un total de 111 millones de cajas, decreciendo un 2% en valor y aumentando un 1 % en volumen frente a lo exportado en el año 2020. Las exportaciones de banano en el año 2021, desde la región de Urabá fueron de 69,7 millones de cajas por valor US \$548 millones, inferiores en un 2,5% en volumen, y 5,9% en valor, respecto al año 2020 (Augura, 2022).

3.4. ECOFISIOLOGÍA DEL CULTIVO DE BANANO

3.4.1. Clima. Es un hecho suficientemente probado que las condiciones ambientales en que se cultivan los bananos afectan a la productividad, duración del ciclo y calidad de la fruta que son los principales factores condicionantes del cultivo en términos de beneficio para los productores, seguridad de alimentaria y suministro a los mercados (Ramírez et al., 2011). El cultivo de banano requiere temperaturas relativamente altas, que varían entre los 21 y 29,5 °C y su máxima de 37,6 exposiciones a temperaturas mayores y temperaturas por debajo de los 21 °C causan

deterioro y lentitud en el desarrollo, además de daños en la fruta. (Ganry, 1973) citado por (Soto, 2001).

- 3.4.2. Altitud y latitud.** La latitud concentra a las mejores producciones a 15° al norte y sur del ecuador terrestre, pero es posible encontrar buenos rendimientos hasta los 30°. La altitud máxima recomendada para este cultivo es de 2000 metros sobre el nivel del mar; la mayoría de las plantaciones comerciales se localizan entre 400 y 600 msnm. Es importante señalar que la altitud puede retrasar un mes el ciclo vegetativo por cada 100 metros adicionales de altitud por encima del nivel del mar (Intagri, 2018). El cultivo de banano se desarrolla hasta 2000 msnm, pero se recomienda la siembra en zonas donde la altura varía de 0 a 300 m.s.n.m., se debe tener en cuenta que en suelos a nivel del mar no deberán ser inundables y cuenten con un buen sistema de drenaje (Távora, 2020).
- 3.4.3. Requerimientos hídricos.** La planta de banano por su estructura botánica requiere de una gran disponibilidad de humedad permanente en los suelos para realizar todos sus procesos fisiológicos de manera adecuada. Y así obtener racimos con buen peso y buena conformación de dedos y manos. Se considera suficiente suministrar de 100 a 180 mm de agua por mes (Soto, 2001). Según Guarín (2011), la planta de banano disminuye su crecimiento y la producción drásticamente cuando aumenta la distancia entre riegos o lluvias y cuando la humedad del suelo cae por debajo del 35% del total de agua disponible en condiciones de alta evaporación (5 a 6 mm/día).
- 3.4.4. Brillo solar.** El cultivo de banano requiere de alta luminosidad, un promedio de 4 horas de brillo solar por día, los valores óptimos varían de 1000 a 1500 horas luz de brillo solar por año (Távora, 2020).
- 3.4.5. Humedad relativa.** El cultivo de banano se desarrolla mejor en climas húmedos, se debe tener en cuenta que una humedad relativa superior a 80% favorece el desarrollo de enfermedades, especialmente las fungosas. Se ha podido determinar que en hojas de plátano Dominicó – Hartón, sometidas a estrés hídrico presentaron una reducción en las tasas de fotosíntesis, transpiración y conductancia estomática, cuando se evaluó la humedad relativa se determinó que con humedad relativa media la tasa fotosintética fue mayor y presentó una reducción del 50% cuando ésta aumentó o disminuyó (Cayón, 2004), citado por (Guarín, 2011).
- 3.4.6. Viento.** El cultivo de banano es muy sensible a los fuertes vientos, la ausencia de ellos favorece a las plantaciones ya que se evitan los volcamientos, es por esto por lo que se recomienda el establecimiento en zonas donde los vientos no superen los 30 km/h (Távora, 2020). En todas las regiones productoras, uno de los daños más comunes y generalizado es

el rasgado de las láminas foliares y la pérdida de sectores del limbo por vientos fuertes (velocidades superiores a 50 km.h⁻¹). Los daños ocasionados por vientos de intensidad media (20-50 km h⁻¹) se pueden considerar parciales, incidiendo directamente en el peso y calidad de los racimos, que para su llenado requieren que la planta tenga una superficie foliar activa entre 7,0 y 8,0 m². El rasgado de las hojas por acción del viento es un fenómeno de ocurrencia común en las musáceas que, si no implica desprendimiento y pérdida del área foliar activa, no representa un riesgo para el desempeño funcional y productivo de la planta. La supervivencia térmica durante la estación seca y el aumento de la productividad, cuando el agua del suelo es suficiente, parecen ser efectos benéficos del rasgado de las hojas. De hecho, el rasgado de los semilimbos del banano es considerado un factor para la reducción del daño térmico en las hojas (Taylor y Sexton 1972). Según Raschke (1956), en un ambiente expuesto a insolación las hojas más pequeñas transpiran menos y están a menor temperatura que una hoja más grande. La fotosíntesis neta de las musáceas es afectada por la dimensión de la hoja y la resistencia a la difusión del vapor de agua (Taylor y Sexton 1972).

3.4.7. Suelos. Los bananos de los cultivares (cv) Valery y Gran enano base del comercio mundial exportable, son muy exigentes en suelos por su elevado potencial de productividad y solo producen económicamente en las mejores condiciones. Las plantas de estos clones, para desarrollar el máximo potencial de productividad, requieren de suelos planos, profundos y bien drenados, con buen contenido de nutrimentos bien balanceados. Los suelos más utilizados son los aluviones de Centro América, Colombia y Ecuador como las cenizas volcánicas de las antillanas francesas y Costa Rica. Las condiciones de un suelo bananero son de pH de 6,5. Ya a este grado en la reacción se asimila más fácilmente el K, debido a que el Mg no interfiere, es indudable que un pH de 8,0 o mayor es evidencia de altos contenidos de Ca, Mg y Na que pueden resultar perjudiciales en la asimilación del K por desequilibrio. (Soto, 2001).

3.4.8. Nutrición. Los análisis de suelos y material vegetal (foliares), han demostrado ser buenas herramientas de diagnóstico a través de los años. La experiencia ha mostrado que la interpretación de los análisis foliares no debe tenerse en cuenta solamente un nutriente, sino más bien se deben tener en cuenta las relaciones entre nutrientes. Además, es necesario tener en cuenta que en ciertas ocasiones se presentan factores que pueden afectar la normal absorción de nutrientes las cuales son muy comunes en los suelos bananeros por la mala utilización durante años. Condiciones como la salinidad, el drenaje o compactación pueden confundir el diagnóstico. (Espinosa y Mite, 2002). En la tabla 1 están detallados los niveles bajos, niveles medios y niveles altos de cada uno de los elementos químicos que interfieren en la producción de banano.

Tabla 1. Niveles críticos de propiedades químicas de suelos para el cultivo de banano en la zona de Urabá (Gauggel, 2018).

ELEMENTO	SÍMBOLO	UNIDADES	BAJO	MEDIO	ALTO
Reacción del suelo	pH		< 5.0	5.0 – 6.0	> 6.0
Aluminio	Al		< 0.1	0.1 – 0.5	> 0.5
Potasio	K	(meq/100 g)	< 1.0	1.0 – 1.5	> 1.5
Calcio	Ca		< 10.0	10 – 15	> 15.0
Magnesio	Mg		< 5.0	5.0 – 7.5	> 7.5
Fósforo	P		< 10.0	10 – 25	> 25.0
Azufre	S		< 20.0	20 – 30	> 30.0
Hierro	Fe	(ppm)	<100.0	100 – 300	>300.0
Cobre	Cu		< 2.0	2 – 6	> 6.0
Zinc	Zn		< 10.0	10 – 15	> 15.0
Manganeso	Mn		< 80.0	80 – 90	> 90.0
Boro	B		< 0.5	0.5 – 1.0	> 1.0

Tabla 2. Extracción de nutrientes en kg ha⁻¹ año⁻¹ según Gauggel (2018)

N	P	K	Mg	S	Fe	Cu
350 - 450	40 - 70	550 - 1200	100 - 200	40 - 70	F	F

Fuente: Gauggel (2018).

3.5. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

El valor nutricional que contienen los bananos es alto, el principal mineral que se encuentra en altos porcentajes es el potasio, el cual sirve para controlar el equilibrio electrolítico del organismo, la función muscular, la transmisión de impulsos nerviosos y el buen funcionamiento del corazón y riñones, también es beneficiosa para las personas que sufren de hipertensión arterial, enfermedades del corazón y de los vasos sanguíneos. Por ser una fruta que contiene magnesio, es muy recomendable para las personas que sufren de nerviosismo, estrés, insomnio, calambres musculares, etc. (Yamamoto, 2015).

Entre las cualidades del banano, se puede indicar que 100 g de pulpa de fruta madura contiene 70 g de agua, 0,3 g de grasa, 27 g de carbohidratos, 1,2 g de

proteínas, 0,5 g de fibra y puede producir aproximadamente 90 calorías. Además, posee magnesio (30-35 mg 100 g⁻¹), potasio (385-500 mg 100 g⁻¹), fósforo (22-30 mg 100 g⁻¹), calcio (3-8 mg 100 g⁻¹), hierro (0,42-0.6 mg 100 g⁻¹) y zinc (0,18 mg 100 g⁻¹). Es rico en vitamina C (10-20 mg 100 g⁻¹), riboflavina (0,04-0,07 mg 100 g⁻¹), tiamina (0,04-0,08 mg 100 g⁻¹), ácido pantotenina (0,26 mg 100 g⁻¹) y piridoxina (0,51 mg 100 g⁻¹) (Hapsari & Lestari, 2016). Posee además varios antioxidantes como la galocatequina y la dopamina (Kanazawa & Sakakibara 2000; Someya et al., 2002) y bajo contenido de colesterol y sal (Anyasi et al., 2013; Zomo et al., 2014).

3.6. LABORES DEL CULTIVO

3.6.1. Embolse e identificación de fruta. Consiste en proteger el racimo con una funda o bolsa plástica de polietileno del ataque de plagas y de efectos abrasivos causados por hojas o productos químicos y también resguardarlos de los cambios bruscos de temperaturas. Esta labor tiene una frecuencia de dos ciclos por semana. El embolse se realiza de acuerdo con dos criterios, dependiendo el estado de desarrollo de la fruta (Graciela, 2019).

3.6.1.1. Embolse prematuro. A partir del momento en que la planta tenga la bacota en posición colgante y sin brácteas abiertas a hasta máxima tres brácteas abiertas, el embolsador debe estimar el largo de bolsa que debe cortar para ese racimo y amarrarla por encima de la cicatriz que deja la hoja placenta, con la cinta del color que corresponde a esa semana para su identificación (Torres, 2012).

3.6.1.2. Embolse presente. Se realiza cuando la bacota tenga más de tres brácteas abiertas, el embolsador debe estimar el largo de la bolsa que debe cortar para ese racimo y amarrarla por encima de la cicatriz que deja la hoja placenta, con la cinta del color que corresponde a la semana anterior para su identificación.

En la realización de esta labor se debe tener en cuenta (Torres, 2012):

- El corte de la bolsa plástica debe tener el largo adecuado para cubrir completamente el tamaño del racimo.
- No torcer la bolsa al momento de colocarla al racimo, la bolsa debe colgar libremente en las manos superiores.
- Limpiar las brácteas que quedan entre las manos del racimo.
- El amarre con la cinta de identificación debe quedar por encima de la cicatriz de la hoja placenta.
- La bolsa debe quedar en buen estado, sin ningún tipo de rotura.

3.6.2. Desmane. Consiste en la eliminación de la última mano o mano falsa seguidas de algunas manos apicales, el tipo de desmane lo define la época de seca o lluviosa o la necesidad del mercado. La operación se realiza manualmente, sin ninguna herramienta, cuando se retira la mano falsa se deja un dedo (puntilla) para evitar la pudrición de vástago. Existen técnicas comúnmente usadas como el desmane falsa + 3, que tiende a realizarse en época seca, donde la planta no tiene los recursos hídricos suficientes para el llenado del racimo de acuerdo con las especificaciones del mercado a tiempo de corte, se elimina la mano falsa más tres manos apicales. Falsa + 2: se utiliza en época lluviosa, donde la planta tiene la capacidad de llenar el racimo a especificaciones de mercado a tiempo de corte, se elimina la mano falsa más dos manos apicales. Con el desmane se obtiene mejor calidad de fruta y mayor largo y grado de los dedos en menor tiempo. (Belalcázar et al., 1991; Torres et al., 2012).

Cuidados de las labores en campo:

- Realizar el desmane cuando el racimo haya abierto completamente, para evitar el desgarre de los dedos.
- Dejar en la mano falsa un dedo (puntilla) para evitar la pudrición de vástago.
- Realizar el desmane establecido de acuerdo con la época. (Alboboreira, 1994).

3.6.3. Eliminación de dedos laterales o Desdede. La actividad consiste en eliminar los dedos extremos de la fila exterior a partir de la tercera mano del racimo de arriba hacia abajo; y se realiza al momento del desflore. Con esta práctica se consigue mejor calidad, ya que estos dedos son muy curvos y dificultan el empaque. Es una práctica usada principalmente para liberar a la mano de la presión de los dedos terminales, permitiendo que la mano se pueda desarrollar de una manera más abierta y los dedos alcancen mayor calibre en promedio. Antes de realizarla se debe observar la mano en el racimo, ya que por lo general presenta un número de dedos impar o también dos dedos laterales separados de los demás en el mismo lado. Para ello, se recomienda eliminarlos, puesto que durante el proceso de selección en las empacadoras estos dedos son descartados (Quezada, 2010).

3.6.4. Deshije o desmache. El principio básico de la labor de deshije consiste principalmente en seleccionar el mejor hijo de una cepa para darle continuidad a la unidad de producción (madre, hijo y nieto). Los hijos que se seleccionen deberán ser los más desarrollados y vigorosos y que se encuentren en posición adecuada con la planta madre y plantas vecinas. A cada planta madre se debe dejar un hijo próximo y este a su vez una yema activa (nieto) que será una unidad de producción, con el fin de dejar la siguiente generación de plantas. Muchos autores lo definen como una práctica cultural cuyo interés es controlar la densidad poblacional adecuada

por unidad de superficie, seleccionando los mejores hijos con el mejor espacio entre plantas, sin dañar la distribución. Un buen deshijado o desmache incide en el aumento de la producción durante su ciclo. Para la realización eficaz de esta práctica, es necesario tener en cuenta aspectos como el sistema de siembra usado, densidad de la plantación, la orientación del hijo, etc... (Velásquez, 2015), citado por (Torres, 2012)

3.4.5. Desflore. El desflore consiste en eliminar manualmente el perianto, los estambres y el estilo terminal que persisten adheridos al fruto. En banano esta labor se realiza durante los primeros 15 días, después de haber emergido el racimo por el boquete floral. En esta etapa la remoción de los rudimentos foliares es más fácil y los exudados no manchan el fruto (Sandoval y Pérez 1998). Diversos autores recomiendan el desflore en el campo para disminuir la incidencia de lesiones en el racimo debidas al crecimiento de los frutos (Robinson 1996, Soto et al. 1992), también para ejercer un poco de control a plagas y enfermedades (Robinson 1996). Además, Sandoval y Pérez (1998) y Sandoval et al. (2000) indican que los frutos con desflore en el campo presentan un mayor peso promedio del racimo y mayor calibración que aquellos no son desflorados.

3.4.6. Protección de manos. La protección de manos consiste en colocar un protector (guantelete o yumbolón) al racimo mano por mano de arriba hacia abajo para evitar el contacto entre manos que producen cicatrices de crecimiento. En el caso del guantelete, las manos quedan cubiertas completamente con una funda plástica, y con el yumbolón o medio disco las manos quedan separadas (Mocoa, 2002).

3.4.7. Amarre. Las plantas del subgrupo Cavendish se caracterizan por un crecimiento inclinado si se comparan con plantas del clon Gros Michel, producen un fruto de gran peso y un pobre sistema radicular en las plantas paridas, es de ahí donde se da la necesidad de dar un apoyo a las plantas para poder conseguir cosecha, esta labor consiste en amarrar un nylon en sentido contrario a la inclinación de la planta, se amarra el pseudotallo en su parte superior, en el punto donde la inflorescencia emerge. El amarre debe hacerse de manera que la cuerda no corte o apriete en forma excesiva los peciolos de las hojas hasta el punto en que puedan romperse, con pérdida innecesaria de área foliar.

Se recomienda el amarre en la base de los peciolos entre la tercera y cuarta hoja. El extremo libre se amarra en la base de otras plantas o en estacas clavadas en el suelo; o que por ángulo de ubicación constituyen los puntos de soporte más convenientes. Existen varias formas de fijar el material en la base de la planta sostén, se recomienda un tipo de amarre que no permita que la cuerda deslice hacia arriba con pérdida de tensión; para lo cual, lo más conveniente es, que una vez hecho el nudo, se use la

vaina más vieja sobre la misma, ya sea hacia el interior o hacia el exterior, otro método utilizado es el nudo corredizo que se conoce como nudo “ahorcado” que evita que la cuerda se deslice hacia arriba. Un sistema más práctico que no es el conveniente es pasar el extremo de la cuerda a través de la vaina o vainas más viejas mediante el uso de una machetilla. Esta metodología tiene el impedimento de usarse donde existen enfermedades infecciosas como el moko (*Ralstonia solanacearum* Raza 2) (Soto, 2001).

3.4.8. Deshoje y protección. El deshoje se realiza con el objetivo de eliminar aquellas hojas que ya hayan cumplido su ciclo, es decir, aquellas hojas senescentes que ya no son funcionales o aquellas que estén interfiriendo con la salida de la bacota o el desarrollo del racimo y que puedan influir en la calidad de la fruta. También aquellas que por algún factor externo (viento, daños mecánicos, afectación por plagas) se hayan doblado o perdido funcionalidad o capacidad fotosintética. El corte de la hoja se debe hacer lo más cercano posible a la madre, sin dejar tocones. Se ha mostrado que una planta de banano requiere al menos 8 hojas funcionales para el llenado de un racimo. Según Cuello, Díaz y Torregrosa (2005), una planta puede soportar pérdida de hasta el 50% de sus hojas sin que ello afecte el desarrollo, calidad y peso del racimo.

3.4.9. Control manual de Sigatoka. El control manual de sigatoka es la eliminación sanitaria de hojas, o partes de ellas, infectadas con Sigatoka negra. La sigatoka negra (*Pseudocercospora fijiensis* Morelet) es la enfermedad más importante que afecta la producción comercial de bananos y plátanos (*Musa* spp.) en la mayoría de las regiones productoras del mundo (Stover, 1980; Marín *et al.*, 2003). Las hojas de banano son la única fuente de inóculo de la Sigatoka negra; el hongo produce más ascosporas en las hojas vivas que en las hojas que se han cortado y caído al suelo. Para el control de Sigatoka se realizan prácticas como el despunte, el cual consiste en cortar solo la porción de las hojas que tengan afectación por el hongo. Es una práctica que se hace regularmente cada semana.

3.4.10. Protección de fruta. Esta práctica se realiza posterior a las otras prácticas de cuidado de la fruta, que de hecho si no se cumplen, no se logran los objetivos de productividad, debido a que en el campo es donde se debe producir la calidad y en la cosecha y poscosecha mantener esa calidad y transformar el fruto para satisfacer las necesidades de los consumidores. El desmane se realiza con la finalidad de obtener racimos mejor formados que favorecen a un óptimo aprovechamiento del racimo.

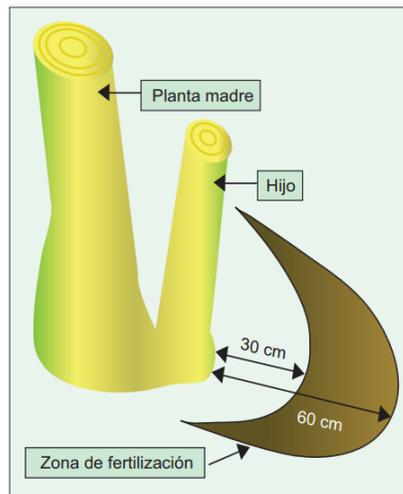
4. ACTIVIDADES REALIZADAS

4.1. EVALUACIÓN DE LABORES

Las evaluaciones se realizaron en las 4 fincas del grupo por medio de la aplicación Sioma (Una aplicación web creada para mejorar los estándares agrícolas mediante el uso de la tecnología), la cual contiene criterios de evaluación de todas las labores evaluadas, siendo los de mayor porcentaje, aquellos ítems que inciden directamente en la calidad de la fruta y/o productividad. En las evaluaciones se escogieron 20 plantas al azar y se calificó la ejecución de la labor de labores como:

4.1.1. Fertilización. En base a los análisis tanto foliar como edáficos que se hacen en fincas del grupo anualmente, la Asistencia Técnica diseña planes de fertilización en las que seleccionan elementos y dosis a aportar tanto edáficos como foliar. Por la importancia del aporte puntual a cada planta y su dosis, fue necesario hacerle seguimiento a la labor de fertilización, en la que, a partir de los ítems contenidos en Sioma, se hizo evaluación de la labor ejecutada por el operario (**ver anexo A**), se verificó la dosis recomendada por asistencia técnica, si esta se hacían las aplicaciones correctamente (**Figura 1**), si se utilizaba el insumo adecuado y si fertilizaba la totalidad de las plantas del lote.

Figura 1. Zona de aplicación de fertilizantes en banano.



Fuente: (López y Espinoza, 1995).

A través de la aplicación de Sioma, se hicieron evaluaciones de calidad de la fertilización, las cuales quedaban georreferenciadas en el mapa automáticamente se iban registrando (ver anexo B).

- 4.1.2. Desmache o deshije.** Se evaluó de acuerdo con los ítems contenidos en el aplicativo Sioma; como: si se hizo una buena distribución o selección del hijo de sucesión, si la elección no generó enfrentamientos, si hay hijos rastreros sin cortar, plantas en las que se eliminaron yemas buenas o se caparon, rebrotes, y si el operario hizo el desguasque. Adicional si se ejecutaba la labor a cada planta dentro del lote. En las auditorías o evaluaciones realizadas se evidenció que los operarios tenían claridad para la selección del mejor hijo con buen espacio, basado en la fenología de la planta. Se encontraron falencias en los cortes en yemas que aún no tenían el anillo característico, donde la planta indica el traslado del punto de crecimiento de la yema, a la parte externa del cormo, situación que generó rebrotes. En los seguimientos posteriores al corte de yemas, se logró mejorar la calidad de esta labor. Adicional, se les hizo retroalimentación con respecto a los recorridos ya que se evidenció que se dejaban plantas sin desmachar.
- 4.1.3. Deshoje.** En la labor del deshoje se hizo seguimiento de acuerdo a los ítems establecidos en Sioma (ver Anexo C.) con el fin de que no se hicieran cortes excesivos de hojas, en las que solo se cortaran hojas no funcionales debido al necrosamiento por la sigatoka, hojas agobiadas, hojas que le generaban daño al racimo por roces, que el operario no dejara tocones y que los residuos fueran dispuestos, de manera que, a la hora de hacer la fertilización, no hubiera residuo en la zona de plateo o área de fertilización. Se tenían oportunidades de mejora en algunos lotes donde los operarios dejaban hojas no funcionales sin cortar y mal recorrido, por lo que fue necesario hacerles retroalimentación sobre cómo hacer los recorridos y posteriormente se evidenció la mejora en los lotes.
- 4.1.4. Protección de fruta.** La labor de protección de fruta se evaluó mediante el aplicativo Sioma, teniendo en cuenta si se desviaba correctamente el racimo para no generar daños por roces o cicatrices. La protección de fruta fue una de las labores que más presentó falencias a la hora de ejecutarla, porque no se hacía un correcto desvío del puyón o del racimo, generando retrasos en el retorno en el momento de realizar el desviar el puyón o roces con hojas al desviar incorrectamente el racimo (**ver figura 2**), por lo tanto, se le hizo el seguimiento para mejorar la práctica, debido a que, es uno de los defectos que incide directamente en la calidad de la fruta, afectando la productividad. Se encontró una mejora importante en finca Altagracia, donde se tenía problema con la protección de fruta.

Figura 2. Desvío incorrecto de racimo.



Fuente: propia.

- 4.1.5. Manejo integrado de Sigatoka (*Pseudocercospora fijiensis* Morelet).** En la labor de MIS, se le hizo seguimiento a los operarios, para que no realizaran el despunte o deslamine excesivo, que solo se hiciera corte del tejido necrosado afectado por Sigatoka, es decir, hacer cirugía en la hoja para eliminar tejido no funcional. Se encontró que algunos operarios hacían un corte deficiente del tejido necrosado, por lo que fue necesario retroalimentar el proceso, haciendo énfasis en la importancia del control oportuno para evitar la presión del hongo. Fue un trabajo constante, puesto que, los operarios no fueron constantes en la mejora de la ejecución de la labor. Sin embargo, hubo una mejora importante en el control del patógeno en algunos sectores críticos.
- 4.1.6. Embolse.** En esta labor se evaluaba la identificación, la colocación correcta de la bolsa, la ubicación correcta de la hoja placenta para que no se generara daños por hojas, tamaño adecuado de la bolsa de acuerdo con el tamaño del racimo. En las evaluaciones se encontraron ciertas desviaciones con respecto a la identificación de la fruta, pues, los operarios no tenían claridad sobre la manera de identificar el estado de desarrollo del racimo según el número de brácteas abiertas, por lo que se les hizo la

capacitación y se logró una buena mejora en la ejecución de la labor. Se retroalimentó el proceso respecto al criterio de identificación de una bacota en presente y prematuro, según los criterios de identificación de la comercializadora Unibán.

4.1.7. Amarre. En esta labor se tuvo en cuenta ítems como: planta sin amarrar, mala orientación, amarre flojo o sin freno, anclaje a una resiembra o puyón, roce de nylon con racimos, saque o viento entre 3 y 4 hoja, el desperdicio de nylon y amarre cercano, basado en los ítems del aplicativo Sioma. En la auditoría se encontró que había oportunidad de mejora en la orientación del amarre de la planta, y se evidenciaba por el volcamiento de estas. Se hizo seguimiento a la orientación, que fuera de 45° – 60° de inclinación y opuesto a la caída natural de la planta y no se generara algún roce de nylon.

4.1.8. Control cosecha. En el seguimiento de la labor se buscaba que no se cosecharan racimos en mal estado, que se hiciera la calibración correcta con el calibrador apropiado de acuerdo a instrucciones de corte de fruta de la empresa, que el puyero hiciera un buen recorrido en forma de “U” en cada botalón del lote, que al momento de la calibración del racimo rompiera la bolsa levemente, y que al momento de cortar el racimo soportara la planta y no generar daños a plantas vecinas.

Se identificaron algunas falencias en las actividades del puyero con respecto al soporte de la planta. Se encontró en los recorridos, daños a plantas vecinas identificadas por una mala cosecha, por lo que fue necesario retroalimentar al personal que ejecutan actividades de puyero, acerca de la importancia de conservar las hojas de las plantas vecinas. También se apoyó en la ejecución correcta de la calibración de racimos, debido a que se evidenció que llegaban a barcadilla racimos con baja calibración, es decir, fuera de las instrucciones de corte, por lo tanto, fue necesario retroalimentar a toda la cuadrilla de cosecha. Posteriormente se evidenció una mejora de la ejecución de la labor y fue muy poco frecuente encontrar plantas vecinas con daños, cercanas a plantas cosechadas y la llegada de racimos cosechados con baja calibración.

4.2. EVALUACIÓN DE LA LONGITUD BASAL Y APICAL DE LAS MANOS DEL RACIMO Y LA INFLUENCIA DE ALGUNOS FACTORES EN SU CRECIMIENTO Y DESARROLLO.

4.2.1. Ensayo de evaluación de desmane F+1. En campo, el muestreo se realizó en las 4 fincas de Grupo Agrosiete. Los datos recolectados en campo fueron: número de hojas, circunferencia del pseudotallo, número de manos y longitud basal y apical del racimo. Estos datos se recolectaban

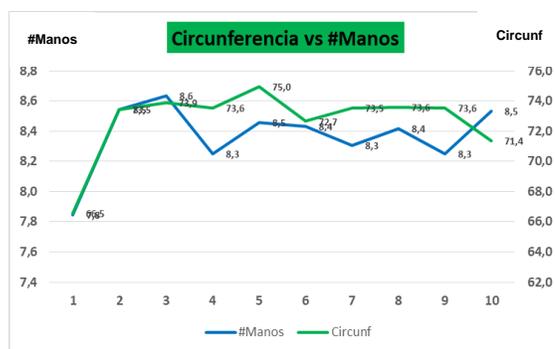
semanal, para este fin se eligió un lote por finca. En Finca Altavista se tomó el lote 5; finca Altamira en el lote 5; finca Altagracia en el lote 1 y finca Altamar en el lote 3. Lotes que tenían desmane F+1. Se tomaron 15 plantas al azar en los lotes mencionados de cada finca, correspondiente a la cinta en la que se realizó la actividad del desmane; cada semana se tomaban los datos en zigzags en todo el lote. Estos datos se tomaron desde la semana 03 hasta la semana 13 del año 2022 (ver anexo F y G.). Los datos en campo se tomaron con un flexómetro, una medida de longitud y cada racimo era marcado con un sello con el número de cada repetición. **Toma de datos en barcadilla.** Los datos tomados en barcadilla fueron de los racimos anteriormente marcados en campo y que fueron cosechados por haber cumplido la calibración, en la que se le tomaron datos de: longitud del dedo basal y del dedo apical (en pulgadas); grado o grosor del dedo basal y apical del racimo, número de dedos totales del racimo y peso del racimo.

4.2.2. Resultados del ensayo de evaluación del desmane F+1.

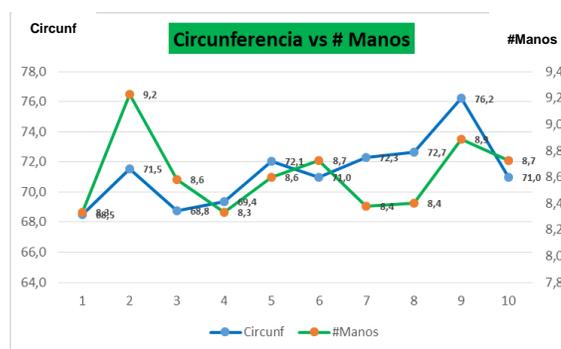
En la gráfica 1A, B, C Y D, se observa una relación directamente proporcional entre la circunferencia del pseudotallo y el número de manos. A medida que aumenta la circunferencia del pseudotallo, aumenta el número de manos. Esto indica, que este aspecto morfológico del pseudotallo, puede ser un indicador adecuado del vigor de la plantación, que se va a reflejar en la productividad.

Gráfica 1. Relación entre la circunferencia del pseudotallo y el número de manos en fincas de Grupo Agrosiete (A, B, C y D).

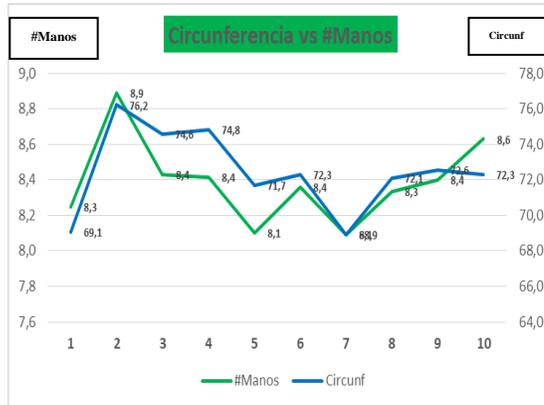
Finca Altavista (A)



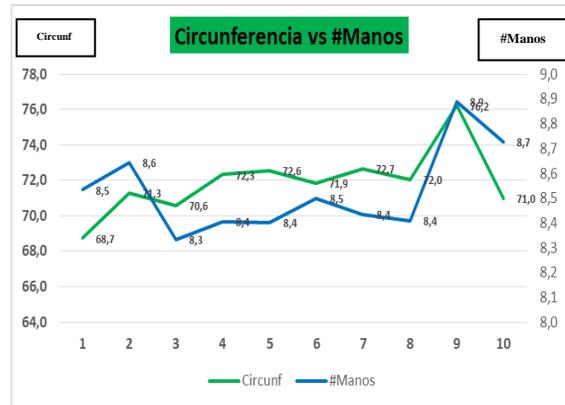
Finca Altamira (B)



Finca Altagracia (D)



Finca Altamar (E)



4.2.2.1. Promedio ponderado de las variables evaluadas.

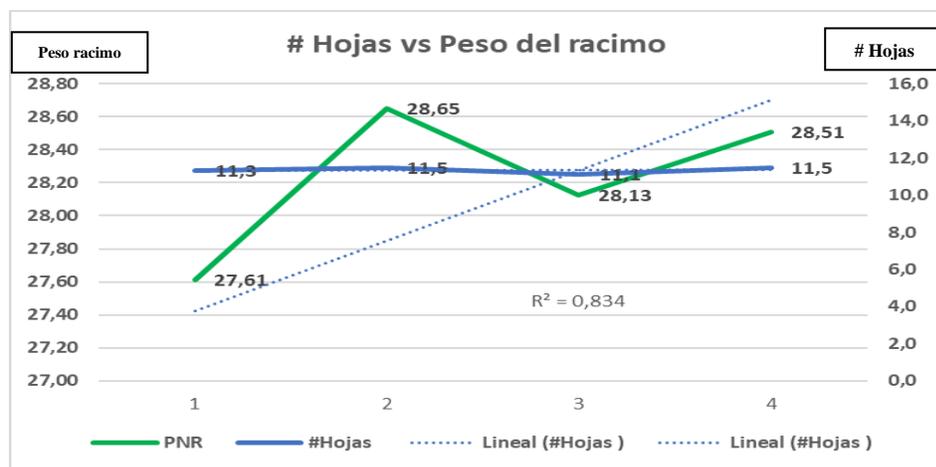
En la tabla 3, se muestra el resultado de todas las variables medidas en el ensayo; la finca que presentó el mayor vigor o circunferencia del pseudotallo fue finca Altavista y Finca Altagracia con 72,7cm y 72,5cm respectivamente. Históricamente finca Altagracia es la que presenta el mayor crecimiento longitudinal de las manos de las cuatro fincas evaluadas, debido a las condiciones del suelo; que concuerdan con la mayor ganancia en el crecimiento de la fruta, a partir de la realización del desmane F+1 hasta cosecha del racimo, con un promedio ponderado de 4,3 pulgadas de longitud de la mano basal, y 3,7 pulgadas de longitud de la mano apical. La ganancia general observada en Grupo Agrosiete con la aplicación del desmane F+1, fue de 4,0” de la mano basal y 3,6” en la mano apical.

Tabla 3. Promedio de datos colectados en campo y en barcadilla de todas las semanas en fincas del Grupo Agrosiete.

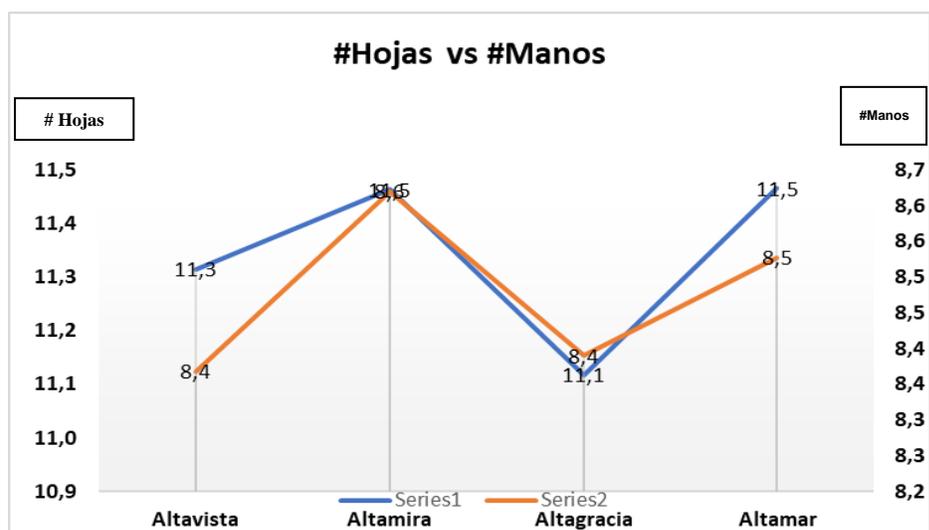
ACUMULADO MEDICIONES DE CRECIMIENTO EN RACIMOS - GRUPO AGROSIEETE S.A.S.															
Finca	Circunf	#Hojas	#Manos	# Dedos	LB-C	LB-B	LA-C	LA-B	Gr. B	Gr. A	PNR	Hcos	E-Cos	E-CAM	Lote
Altavista	72,7	11,4	8,4	135,5	6,1	9,9	4,8	8,4	13,9	9,4	27,61	5,3	11,6	2	5
Altamira	71,3	11,5	8,6	139,9	5,8	9,8	4,6	8,3	13,6	9,2	28,65	6,2	11,2		5
Altagracia	72,5	11,3	8,4	138,1	5,8	10,1	4,6	8,3	14,1	9,5	28,13	6,1	11,7		1
Altamar	71,9	11,5	8,5	135,2	6,1	10,0	4,8	8,2	13,7	9,2	27,51	5,3	11,3		3
Promedio	72,1	11,4	8,5	137,2	6,0	10,0	4,7	8,3	13,8	9,3	27,97	5,7	11,5		
Ganancia longitudes (in)						4,0		3,6							

En la gráfica 2, se observa una relación directamente proporcional entre el número de hojas y el peso del racimo, a medida de que las plantas conservaron mayor número de hojas, se obtuvieron racimos de mayor peso. Según Turner, (1980); Swennen y De Langhe, (1985); Stover y Simmonds, (1985), citado por Barrera, Cayón y Robles (2009), el área foliar está estrechamente relacionada con la acumulación de materia seca y, por tanto, ha sido utilizada para evaluar la capacidad fotosintética y predecir el desempeño productivo de las plantas. Igualmente, para la variable número de manos por racimo, se observó la misma tendencia para todas las fincas en relación con el número de hojas (ver gráfica 3).

Gráfica 2. Relación entre el peso del racimo vs el número de hojas promedio.



Gráfica 3. Relación entre el número de manos vs el número de hojas promedio.



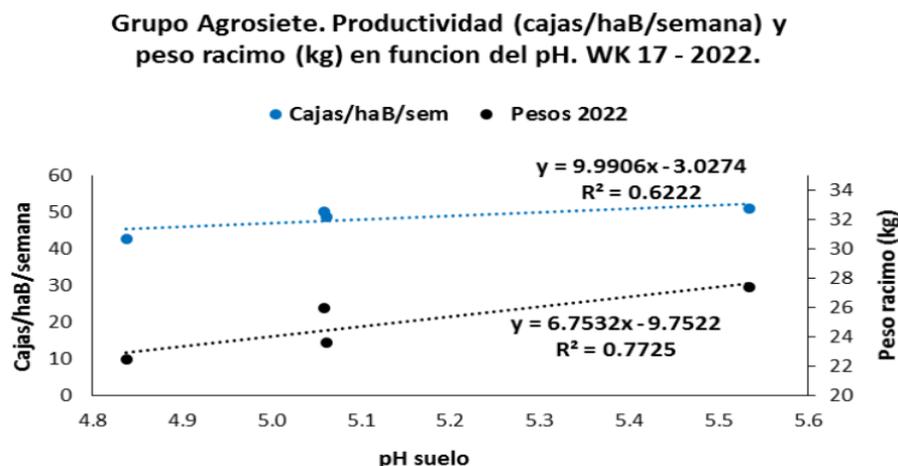
En la **tabla 4**, se observa que, la participación individual de cada dedo en la conformación del racimo fue de 0,204kg, en Grupo Agrosiete. Estos valores indican que por cada centímetro de incremento en la circunferencia del pseudotallo, se obtiene una ganancia en peso del racimo de 0,388kg. La tasa de senescencia estimada para los racimos durante el periodo de muestreo (desde la semana 03 hasta la semana 12), fue de 0,496; aproximadamente 0,5 hojas por semana.

Tabla 4: Variables: pesos constituyente de cada dedo en el racimo, peso por cada cm de circunferencia del pseudotallo y tasa de senescencia de las hojas desde desmane hasta cosecha del racimo.

Fincas	Wdedos C/U (kg)	CvsW (kg)	Tasa senescencia
<i>Altavista</i>	0,204	0,380	0,53
<i>Altamira</i>	0,205	0,402	0,47
<i>Altagracia</i>	0,204	0,388	0,44
<i>Altamar</i>	0,203	0,382	0,54
Promedio	0,204	0,388	0,496

Se observó un incremento en el peso del racimo con el incremento en el pH del suelo (ver gráfica 4). Es importante en el manejo agronómico del cultivo, este parámetro del suelo por su influencia directa en la productividad

Gráfica 4. Relación directamente proporcional entre el peso del racimo – productividad con el pH.



4.3. AUDITORÍAS EN FINCAS EN LA LABOR DE EMBOLSE E IDENTIFICACIÓN DE FRUTA

Las auditorías de la labor de embolse se hicieron cuando los jacos; los cuales son un tracker (rastreador) de labores que tiene un GPS de alta precisión que permite conocer el área recorrida de los operarios en campo y llevar automáticamente el inventario de fruta (SIOMA, 2022), con los que se hace el embolse en fincas, en días nublados, presentaban algún fallo al no ubicarse con el GPS o simplemente por fallas del dispositivo, por lo que a veces se encontraban diferencias entre lo que embolsaba el operario con el jaco, con los inventarios de fruta y la fruta cosechada, por lo tanto, fue necesaria hacer la auditoría para tener datos concretos.

La auditoría se realizó en lotes que presentaron alguna diferencia según la fruta cosechada y el inventario de fruta. Los lotes fueron escogidos al azar en todas las fincas. Se hizo recorrido en forma de “U” en cada botalón o correa, por todo el lote, buscando la fruta con la edad en que se tenía la duda en los inventarios, hubo la necesidad de llevar los datos con contador manual, y cada planta contada fue marcada con un sello que la identificaba. Terminado el conteo en los lotes, se comparó con los datos que se tenía en Trópico, (portal referenciado de Unibán, donde se tiene información o dónde se registran todas las actividades asociadas a la producción de banano de tipo exportación, la cual es dependencia de la comercializadora Unibán, con la cual trabaja la empresa para la venta de la fruta producida. Se encontraron algunas diferencias en lotes con respecto a los inventarios y lo registrado por los jacos, diferencias no significativas pero que incidían en la recuperación de la fruta.

4.4. SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO EN ÁREAS AFECTADAS POR MOKO (*Ralstonia solanacearum* raza 2 Smith, 1896)

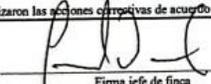
En dos fincas del Grupo Agrosiete se tiene presencia de la enfermedad causada por la bacteria *Ralstonia solanacearum* Raza 2, enfermedad comúnmente conocida en la zona como moko; fue necesario hacerle seguimiento basado en el protocolo de Manejo integrado del Moko, establecidos en la empresa por la Asistencia Técnica del grupo, por esta razón, en cada visita de la finca se hizo recorrido por los lotes con afectaciones o presencia de la bacteria y se hacían verificaciones de los casos, a través de una lista de verificación para inspección de protocolo de bioseguridad (ver figura 3), y las medidas fitosanitarias que debían cumplir.

El seguimiento que se hizo basado al protocolo de manejo integrado del moko, y los recorridos semanales que se hacían en las 4 fincas del grupo, haciendo las verificaciones con el check list. Se encontraron falencias en algunas prácticas, como el control de malezas de los focos, en los que, según el protocolo (ver Anexo G), las áreas afectadas debían estar completamente libre de malezas y/o material vegetal, por ser hospederas de la bacteria. Se encontró que algunos pediluvios no se encontraban activos con la solución desinfectante, la cual eran determinadas

con un medidor de concentración (**ver anexo H**). Las verificaciones que se hicieron durante todo el tiempo de la práctica contribuyeron a la disminución de casos en las dos fincas, pues también se hacían verificaciones al personal operativo de que estuviera haciendo desinfección de herramientas y del calzado, por lo que fue una estrategia importante para mitigar la dispersión de la bacteria. Todos estos seguimientos que se hacían eran informados al jefe de finca y asistente técnico, el cuál tomaban las acciones correctivas de las desviaciones encontradas y así aunar fuerzas para el control de la enfermedad.

Figura 3. Lista de verificación para la inspección de protocolo de bioseguridad.

CT-FI-035 Version 01 Fecha Elab: Enero 2022 Cultivo Basico- Variedad Casañudo		LISTA DE VERIFICACION PARA INSPECCIÓN DE PROTOCOLO BIOSEGURIDAD			
Finca: <u>Altamira</u>		Ubicación: <u>V. San Pablo</u>		Fecha: Día: <u>16</u> Mes: <u>03</u> Año: <u>2022</u>	
				Responsable: <u>Yusiel Osario</u>	
ITEMS	PARAMETROS	CUMPLE		OBSERVACIONES	
		SI	NO		
1	Se tiene control de ingreso de personal en la entrada de la finca, empacadora y area de cultivo.	X			
2	Las barreras entre area sucia y area limpia se encuentran en buen estado (Incluye broches en buen estado y completamente cerrados)	X			
3	El calzado de la finca esta ubicado correctamente (Sucios - Limpios)				
4	Los stand y el area de pediluvio se encuentran en perfectas condiciones de orden, aseo y seguridad (bajo llave)	X			
5	Las mangueras y pistolas estan en buen estado.	X			
6	Hay disponibilidad de agua en el pediluvio y con buena presión.	X			
7	La solucion desinfectante se encuentra activa en todos los pediluvios		X		
8	Todos las personas cumplieron adecuadamente los protocolos de bioseguridad	X			
9	Se encuentra actualizado y correctamente diligenciado el registro de preparacion desinfectante Fusarium R4T	X			
10	Hay disponibilidad de calzado para visitantes	X			
11	Se lleva control de ingreso de visitantes (Registro de visitantes y capacitacion en higiene, bioseguridad, seguridad y salud)	X			
APLICA PARA FINCAS CON PRESENCIA DE MOKO.					
12	Se encuentran los focos activos de moko(<i>Ralstonia solanacearum</i>) libres de malezas		X		
13	Estan bien delimitadas las areas de prevencion de moko(<i>Ralstonia solanacearum</i>)	X			
14	Se esta haciendo la desinfeccion adecuada en las areas de prevencion	X			
15	Se encuentran demarcados cada uno de los focos de moko(<i>Ralstonia solanacearum</i>) (Fecha, n° plantas afectadas y eliminadas)	X			
16	Se disponen herramientas especificamente para areas de moko(<i>Ralstonia solanacearum</i>)	X			
17	Se hace desinfeccion de herramientas antes de ingresar a campo	X			
18	Las recomendaciones realizadas durante la visita fueron atendidas				
19	Se realizaron las acciones correctivas de acuerdo al resultado de la visita anterior				


 Firma jefe de finca


 Firma responsable inspeccion

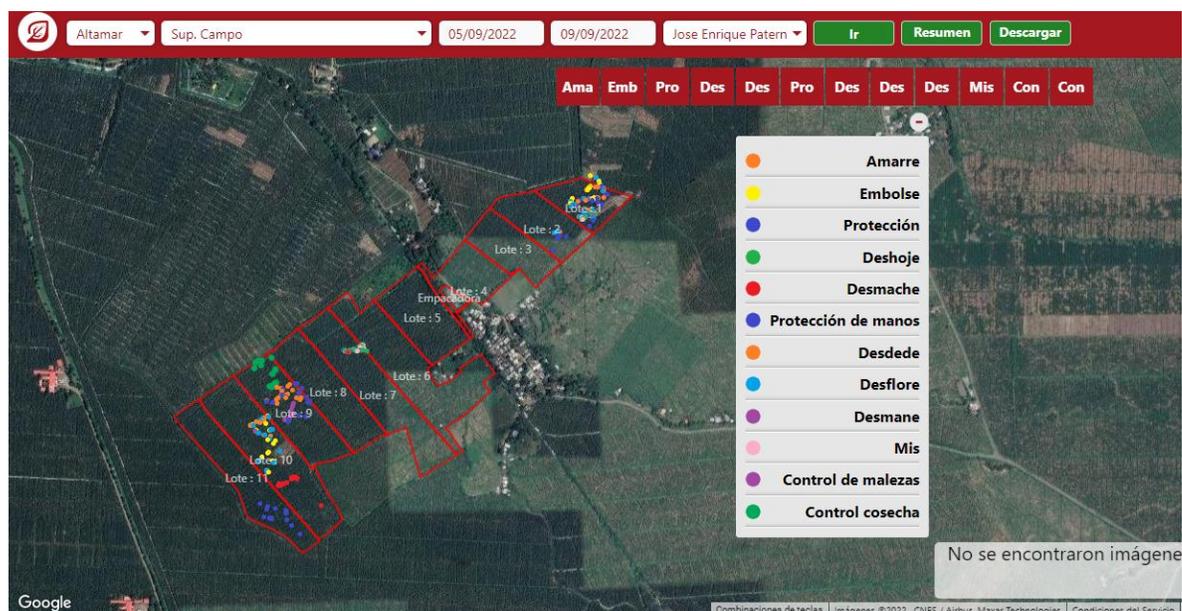
Fuente: propia.

4.5. UTILIZACIÓN DE BASE DE DATOS (SIOMA) COMO BASE PARA UNA AGRICULTURA DE PRECISIÓN

La aplicación Sioma fue desarrollada por una empresa dedicada a crear tecnología de agricultura de precisión enfocada en banano y palma de aceite. Desarrollan hardware y software para que cada agricultor pueda obtener datos de sus fincas en un sistema de Big Data y tome decisiones en el momento adecuado (Tabares, 2016).

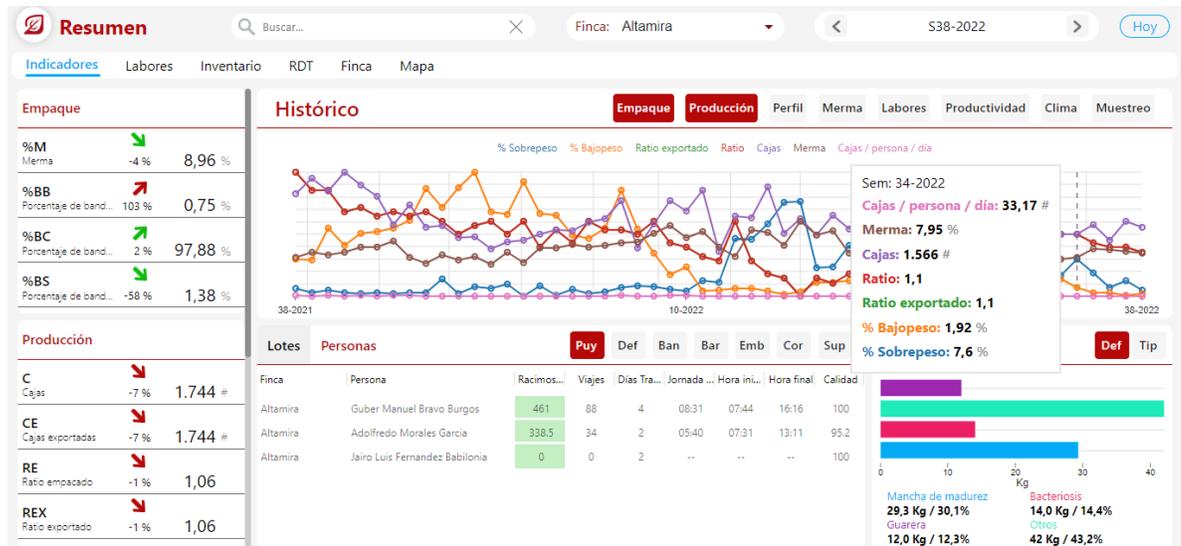
En Grupo Agrosiete esta tecnología se empezó a usar en el año 2018. Inicialmente lo que se buscaba con Sioma era remplazar lo convencional e ir innovando, por lo que fue desapareciendo el uso excesivo de papel de los formatos que se utilizaba para evaluación de las labores en campo. Con Sioma se implementó las evaluaciones de labores culturales del cultivo en campo de manera digital, a su vez, que muestra la georreferenciación de la evaluación en el mapa de cada finca y de cada labor (ver figura 4).

Figura 4. Evaluación de labores registradas en Sioma.



Esta plataforma en su base de datos muestra indicadores de productividad semana a semana (**ver figura 5**). Información que sirve para ver las oportunidades de mejora en relación a la productividad de cada finca.

Figura 5. Ventana principal de Sioma donde se observa el resumen.



Fuente: (Sioma, 2022).

Una de las grandes utilidades del aplicativo Sioma es la utilización de sus dispositivos utilizados para la labor del embolsado llamados jacos; el cual es un tracker (rastreador) de labores que tiene un GPS de alta precisión que permite conocer el área recorrida de los operarios en campo y llevar automáticamente el inventario de fruta (SIOMA, 2022). Con este dispositivo se puede ver la ubicación de cada planta embolsada (ver figura 6). Esto simplifica el trabajo para tener datos exactos de los inventarios de fruta.

Figura 6. Vista de embolsado en plataforma Sioma.



Con los jacos no solo se realiza la labor de embolse, sino también el repique de plantas caídas, recorridos de inspección de áreas de seguridad aledañas a focos de moko (*Ralstonia solanacearum*), agricultura, resiembras y conteos de población. Adicional, también arroja datos de productividad como la sectorización de lotes de acuerdo con las cajas potenciales por hectárea por año, racimos cosechados por hectárea por año y por pesos de racimos cosechados (**Ver anexo D**).

5. CONCLUSIONES

La retroalimentación en la ejecución de las labores en las fincas de Grupo Agrosiete permitieron mejorar las ejecuciones de las labores gracias y los seguimientos de los procesos de cada labor; permitieron disminuir algunas falencias que generan defectos que bajan la calidad de la fruta exportable.

Los seguimientos realizados con la aplicación check list de Fusarium (*Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense*) y Moko (*Ralstonia solanacearum*) en fincas, permitieron disminuir significativa de la presencia de la bacteria.

La práctica del desmane F+1 en Grupo AGROSIETE incrementó la longitud del fruto en 4" pulgadas, igualmente la ganancia en largo de la mano apical fue de 3,6". Esta práctica está condicionada a las prácticas de manejo del cultivo, del mantenimiento, aporte de nutrientes, brillo solar, precipitación y de humedad relativa.

6. RECOMENDACIONES

Es necesario seguir con las capacitaciones de los operarios, principalmente de aquellas labores que inciden directamente en la calidad de la fruta y en la productividad tales como amarre, embolse, deshoje, MIS y protección, desmache y protección de manos, hacerle seguimiento y retroalimentaciones constantes.

Continuar con la toma de mediciones de aquellos lotes con desmane F+1, para tener datos a un año o dos y poder establecer un dato de acuerdo a las condiciones de suelo, ambientales e incluso ensayar lotes con desmane F+0, ya que, el mercado acepta fruta con al menos 6,5" de pulpa a pulpa y en fincas se tiene en promedio, fruta de al menos 8,3" (8,1" de pulpa a pulpa) en promedio.

Seguir con el monitoreo exhaustivo para controlar o disminuir los casos de moko (*Ralstonia solanacearum* Raza 2) en las fincas del grupo, haciéndole seguimiento principalmente a la desinfección de herramientas, desinfección del calzado, evitar movimiento de suelo y material vegetal de lotes afectados o con historial de moko a los lotes sanos, control de maleza, delimitación de las áreas y establecimiento de áreas de seguridad o prevención.

BIBLIOGRAFÍA

- Anyasi, T. A., Jideani, A., & Mchau, G. (2013). Functional properties and post-harvest utilization of commercial and noncommercial banana cultivars. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(5), 509–522. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12025>
- AUGURA [Asociación de Bananeros de Colombia] (2022). Coyuntura Bananera 2021. Pág. 32 – 45.
- Barrera J., Cayón G., Robles J., (2009). Influencia de la exposición de las hojas y el epicarpio de frutos sobre el desarrollo y la calidad del racimo de plátano "Hartón" (Musa AAB Simmonds) *Agronomía Colombiana*, vol. 27, núm. 1, 2009, pp. 73-79 Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia
- Cayón, D., y Martínez, A. (2011). Dinámica del Crecimiento y Desarrollo del Banano (Musa AAA Simmonds cvs. Gran Enano y Valery). *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 64 (2),6055-6064. [fecha de Consulta 4 de Agosto de 2022]. ISSN: 0304-2847. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179922664003>
- Cuartas, B., Medina, S. y Torres, F. (2017). Evaluación Financiera del cultivo de banano usando semilla in vitro variedad Williams y/o Valery en el Municipio de Manizales. Universidad Católica de Colombia. fecha de Consulta 4 de noviembre de 2022]. Pág. 5.
- Cuello, J., Díaz, B., Torregroza, O. (2005). Prácticas Culturales del Banano, www.adepe.org.do/info/practicas.pd
- Espinosa, J., & Mite, F. (2002). Estado actual y futuro de la nutrición y fertilización del banano. *Revista Informaciones Agronómicas*, 48, 4-9.

- Food and Agriculture Organization. [FAO] (2004). Panorama general de la producción y el comercio mundial de banano. Capítulo 1. Pág. 1.
- Gauggel, C. (Noviembre de 2018). Factores edáficos y climáticos en la nutrición del banano en Urabá, Antioquia, Colombia. Conferencia llevada a cabo en el Centro de Investigaciones del Banano, AUGURA, Colombia
- Graciela, G. (2019). Proceso de Produccion del Banano. Obtenido de agroecuador: <http://www.agroecuador.org/index.php/blog-noticias/item/217-proceso-de-produccion-delbanano>
- Guarín, G. (2011). Impacto de la variabilidad climática en la producción de banano en el Urabá Antioqueño. Universidad Nacional de Colombia.
- Hapsari, L., & Lestari, D. (2016). Fruit characteristic and nutrient values of four Indonesian banana cultivars (Musa spp.) at different genomic groups. AGRIVITA
- INIBAP, 1995. "Focus paper 1: Banana and Plantain: the Earliest Fruit Crops?" Annual report 1995. INIBAP, Montpellier, France. P.1-3.
- Intagri. (2018). Requerimientos de Clima y Suelo para el Cultivo de Banano. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/frutales/requerimientos-de-clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-banano>
- Journal of Agricultural Science, 38(3), 303–311. <http://dx.doi.org/10.17503/agrivita.v38i3.696>
- Kanazawa, K., & Sakakibara, H. (2000). High content of dopamine, a strong antioxidant, in Cavendish banana. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48, 844–848. <https://doi.org/10.1021/jf9909860>

- Marín DH, Romero RA, Guzmán M, Sutton TB (2003) Black sigatoka: an increasing threat to banana cultivation. *Plant Disease* 87:208-222.
- Min, Y., Warnakulasuriya, F., Brennan, C., Jayasena, V., & Ranil, C. (2016). The effects of banana ripeness on quality indices for puree production. *LWT - Food Science and Technology*, 80(1), 10-18.
- Mocoa, R. (2002) Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Precosecha del Banano. [http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061127102724 Cultivo%20plata año%20orientado%20a%20exportación.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061127102724_Cultivo%20plata%20a%20orientado%20a%20exportaci%C3%B3n.pdf).
- Nadal, R., Manzo, G., Orozco, J., Orozco, Mario, & Guzmán, S., (2009). Diversidad genética de bananos y plátanos (*Musa* spp.) determinada mediante marcadores RAPD. *Revista fitotecnia mexicana*, 32(1), 01-07. Recuperado en 21 de junio de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802009000100001&lng=es&tlng=es.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO] (2022): FAOSTAT, datos sobre alimentación y agricultura: Cultivos y productos de ganadería. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Ortiz R, D Vuylsteke (1996) Recent advances in *Musa* genetics, breeding and biotechnology. *Plant Breed. Abst.* 66:1355-1363.
- Ramírez, J., Jarvis, A., Van den Bergh, I., Staver, C, and Turner,D. (2011). Chapter 20. Changing Climates, Effects on Growing and Plantain (*Musa* spp.) and Possible Responses. Shijam, S. Yadav, Robert, J Redden, Jerry I. Hartfield, Hermann LotzeCampen y Anthony E. Hall (Eds). *Crop Adaptation to Climate Change* (1st edition). John Wiley and Sons.

- Raschke, K. 1956. Über die physikalischen Beziehungen zwischen arbeitsgangzahl, Strahlungsaustausch, Temperatur and Transpiration eines Blattes. *Planta* 48: 200-238.
- Robinson J. 1996. *Bananas and Plantains*. CAB International. UK. 238 p.
- Sandoval J., Pérez L. 1998. Efecto de combinar las prácticas de desdese y desflore sobre la calidad del fruto de banano cv. 'Gran Enano' (Musa AAA), pp. 24-25. In: R. Vargas y J. Sandoval (eds.). Informe Anual 1997. Dirección de Investigaciones, Corporación Bananera Nacional. Guápiles, Costa Rica.
- Sandoval J., Pérez L., Guzmán, M. 2000. Desflora en el campo en el cultivo del banano (Musa AAA, cv. 'Gran Enano'). *CORBANA* 26(53):01-10
- Stover, R.H. y N.W. Simmonds. 1985. *Bananas*. 3rd ed. Longman Scientific & Technical, London.
- Swennen, R. y E. De Langhe. 1985. Growth parameters of yield of plantain (Musa cv. AAB). *Ann. Bot.* 56, 197-204
- Simmonds N (1962). The evolution of the bananas. Tropical Science Series Longman, Group UK Ltd, London. 170 p. [[Links](#)]
- Simmonds N, K Shepherd (1955) Taxonomy and origins of cultivated bananas. *Bot. J. Linn. Soc. (London)* 55:302-312.
- Someya, S., Yoshiki, Y., & Okubo, K. (2002). Antioxidant compounds from bananas (Musa Cavendish). *Food Chemistry*, 79(3), 351–54. [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00186-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00186-3)
- Soto, M. (1992). *Bananos: cultivo e comercialización* (No. 338.174772 S686B.). Litografía e imprenta Lil.

- Soto, M. (2001). Banano, Técnicas de producción. En: Memorias – Jornada Internacional de Economía y Desarrollo Tecnológico Bananero. Urabá. [Octubre 20].
- Stover RH (1980) Sigatoka leaf spot of bananas and plantains. *Plant Disease* 64:750-755.
- Távora M., (2020). Efectos del cambio climático en la productividad del banano orgánico en el Valle del Chira. Tesis. Máster en Agronegocios, Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Piura, Marzo de 2020
- Taylor, S.E.; Sexton, O.J. 1972. Some implications of leaf tearing in Musaceae. *Ecology* 53: 143-149.
- Torres, S., (2012). Guía práctica para el manejo de banano orgánico en el valle del Chira. PiuraPerú. 72 p.: Hidalgo Impresores E.I.R.L.
- Turner, D.W. 1980. Some factors related to yield components of banana in relation to sampling assess nutrient status. *Fruits* 35, 19-23.
- Velásquez, M. (2015). “Control de la calidad del cultivo plátano barraganete (Musa Paradiseaca). Balzar
- Yamamoto, C. (2015). Estructura productiva-económica, comercial, competitividad y marketing del banano orgánico de Piura durante el periodo 2000 - 2013.
- Zomo, S. A., Ismail, S. M., Jahan, M. S., Kabir, K., & Kabir, M. H. (2014). Chemical properties and shelf life of banana (*Musa sapientum* L.) as influenced by different postharvest treatments. *The Agriculturists*, 12(2), 6–17. <https://doi.org/10.3329/agric.v12i2.21725>

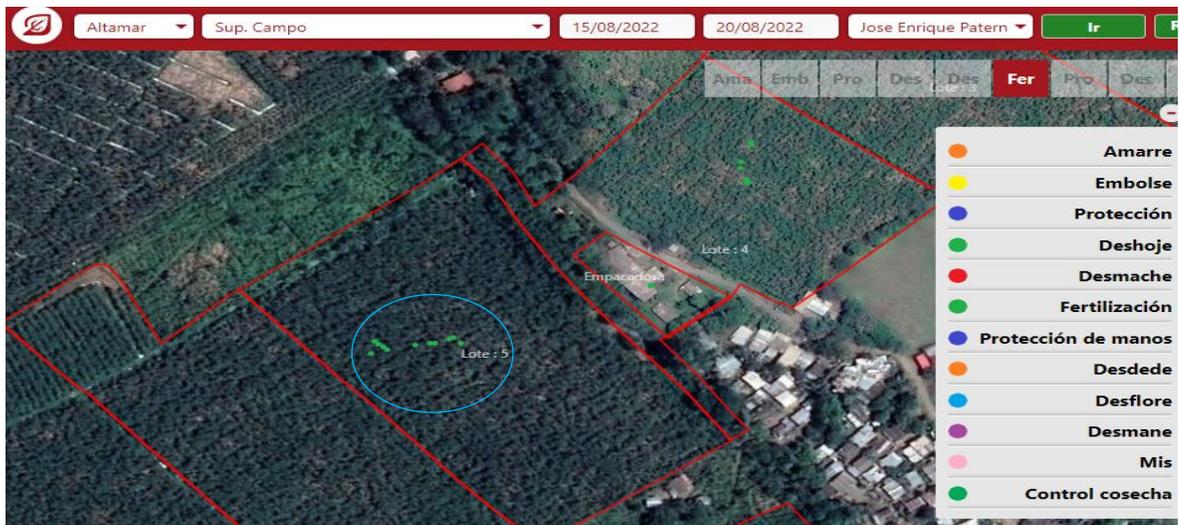
ANEXOS

Anexo A. items contenidos en Sioma para evaluación de la fertilización.

The screenshot shows the 'Fertilización' (Fertilization) section of the Sioma mobile application. At the top, there is a green header with the word 'Fertilización'. Below it, a grey bar contains a green circle with the letter 'F' and the text 'Fertilización' and 'Items de calificación'. A search bar labeled 'Operario' with the placeholder text 'Buscar' is positioned below. The main area lists six evaluation items, each with a green checkmark icon to its right: '(*) Sin fertilización', '(*) Mal lugar de aplicación', '(*) Mala dosificación', '(*) Insumo incorrecto', and '(*) Sin aplicación en media luna'. Below these items is a 'Fotografía' section with a camera icon and a 'Notas:' section with a text input field. At the bottom, there is a prominent green button labeled 'CALIFICAR'.

Fuente: Sioma, (2022).

Anexo B. Evaluación de la labor de fertilización a través de Sioma



Fuente: Sioma, (2022).

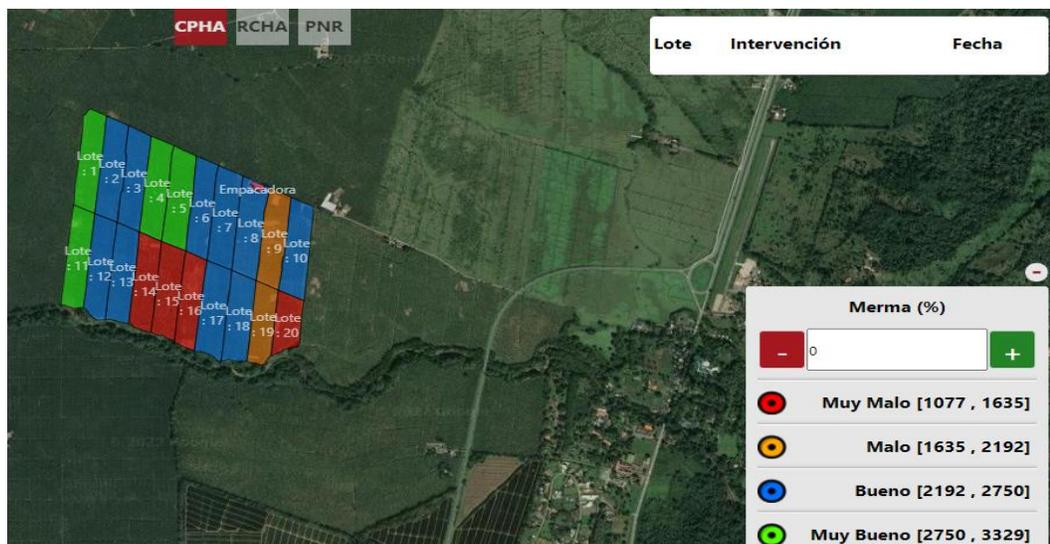
Anexo C. Items de evaluación de la labor de Deshoje que contiene el aplicativo de Sioma.

The screenshot shows a mobile application interface for 'Deshoje' (striking). At the top, there is a header with a green circle containing the letter 'D' and the text 'Deshoje' and 'Items de calificación'. Below this, there is a field for 'Operario' (Operator) with the name '135 Perez Hernandez Arley'. A list of eight evaluation items follows, each with a green checkmark in a circle to its right:

- (*) Sin Deshoje
- (*) Presencia de tocones
- (*) Hoja hombrera
- (*) Hoja puente
- (*) Daño por deshojadora
- (*) Corte de nylon
- (*) Corte excesivo
- (*) Residuos sin recoger

At the bottom of the screen is a large green button labeled 'CALIFICAR'.

Anexo D. Sectorización de lotes de acuerdo a su productividad.



Anexo E. Marcación de racimos



Anexo F. Medición de longitud apical en campo.



Fuente: propia

Anexo G. Datos colectados en campo y en barcadilla, finca Altavista. Muestreo #10, semana 12.

ACUMULADO MEDICIONES DE CRECIMIENTO EN RACIMOS - FINCA ALTAVISTA																				
Circunf	#Hojas	#Manos	# Dedos	LB-C	LB-B	LA-C	LA-B	Gr. B	Gr. A	PBR	Hcos	E-Cos	E-CAM	Sem. M	Lote	Prec.(mm)	T (°C)	h/luz (W/m2)	Cinta	
66,5	10,9	7,8	132,9	5,6	10,0	4,3	8,3	14,0	9,8	27,4	0	11,5	2	3	5	2	27,1	9,86	Morada	
73,5	11,7	8,5	141,9	7,1	10,0	5,7	8,2	13,9	8,8	27,6	5,5	11,7	2	4	5	2	26,5	10,28	Roja	
73,9	11,3	8,6	140,0	6,3	10,1	5,0	8,2	13,5	9,3	26,3	5,7	11,5	2	5	5	0	26,8	10,43	Café	
73,6	11,6	8,3	133,0	6,2	9,8	4,8	8,2	14,2	9,8	26,6	5,8	11,7	2	6	5	6	26,6	10,28	Negra	
75,0	11,5	8,0	132,9	5,8	9,8	4,7	9,7	13,3	9,2	25,6	6,2	11,5	2	7	5	101	26,5	9,71	Naranja	
72,7	11,4	8,4	134,2	5,9	9,9	4,6	8,3	14,0	9,5	27,1	6,0	11,6	2	8	5	4	26,8	11,6	Verde	
73,5	11,4	8,3	136,9	6,2	9,9	4,9	8,2	14,0	9,2	27,8	5,9	11,8	2	9	5	48	26,6	11,5	Amarillo	
73,6	11,4	8,4	137,7	6,2	9,9	4,8	8,2	14,1	9,3	28,0	5,9	11,8	2	10	5	150	26,4	10,8	Blanco	
73,6	11,6	8,3	133,0	6,2	9,8	4,8	8,2	14,2	9,8	26,6	5,8	11,7	2	11	5	32	27	10,57	Azul	
71,4	11,3	8,5	132,2	5,9	9,9	4,6	8,3	14,0	9,5	33,0	6,0	11,6	2	12	5	4	26,8	11,4	Gris	
Promedio	11,4	8,3	135,5	6,1	9,9	4,8	8,4	13,9	9,4	27,6	5,3	11,6								
Ganancia longitud					3,8		3,6													

Anexo H. Datos colectados en campo y en barcadilla, finca Altamira. Muestreo #10, semana 12.

ACUMULADO MEDICIONES DE CRECIMIENTO EN RACIMOS - FINCA ALTAMIRA																				
Circunf	#Hojas	#Manos	# Dedos	LB-C	LB-B	LA-C	LA-B	Gr. B	Gr. A	PBR	Hcos	E-Cos	E-CAM	Sem. M	Lote	Prec.(mm)	T (°C)	h/luz (W/m2)	Cinta	
68,5	11,3	8,3	140,9	6	10	5	8	14,7	10,3	29,35	6	11,8	2	3	5	0	27	9,57	Morada	
71,5	11,7	9,2	154,2	5,7	10,0	4,1	7,8	13,7	8,9	30,35	5,8	11,6	2	4	5	0	26,4	9,71	Roja	
68,8	11,5	8,6	133,9	5,8	10,0	4,2	8,2	13,8	9,3	28,31	6,3	11,3	2	5	5	3	26,8	10,57	Café	
69,4	11,3	8,3	130,5	5,1	9,6	4,0	8,3	13,1	9,2	26,91	6,5	10,9	2	6	5	10	26,7	9,14	Negra	
72,1	11,2	8,6	127,0	5,2	10,0	4,2	8,2	14,0	9,3	26,50	5,9	11,0	2	7	5	194	26,5	9,14	Naranja	
71,0	11,8	8,7	145,7	6,1	10,0	5,2	8,2	12,6	8,5	28,8	6,5	10,5	2	8	5	10	25,7	11,2	Verde	
72,3	11,4	8,4	133,1	5,8	9,9	4,6	8,4	13,8	9,4	27,0	6,1	11,4	2	9	5	49	26,8	10,4	Amarillo	
72,7	11,2	8,4	147,6	5,9	9,6	4,9	8,8	13,6	9,3	31,0	6,1	11,2	2	10	5	180	26,6	10,57	Blanco	
76,2	12,0	8,9	150,7	6,0	9,1	4,4	8,3	14,0	8,9	30,03	6,2	11,9	2	11	5	23	35	10,71	Azul	
71,0	11,2	8,7	135,7	6,1	10,0	5,2	8,2	12,6	8,5	28,3	6,5	10,5	2	12	5	10	25,7	11,0	Gris	
Promedio	11,5	8,6	139,9	5,8	9,8	4,6	8,3	13,6	9,2	28,6	6,2	11,2								
Ganancia longitudes					4,0		3,7													

Anexo I. Datos colectados en campo y en barcadilla, finca Altagracia. Muestreo #10, semana 12.

ACUMULADO MEDICIONES DE CRECIMIENTO EN RACIMOS - FINCA ALTAGRACIA																				
Circunf	#Hojas	#Manos	# Dedos	LB-C	LB-B	LA-C	LA-B	Gr. B	Gr. A	PBR	Hcos	E-Cos	E-CAM	Sem. M	Lote	Prec.(mm)	T (°C)	h/luz (W/m2)	Cinta	
69,1	11,5	8,3	144,7	5,5	10,7	4,3	8,3	14,5	9,3	30,40	6,2	11,9	2	3	1	0	26,7	9,71	Morada	
76,2	12,0	8,9	150,7	6,0	10,1	4,4	8,3	14,0	8,9	30,03	6,2	11,9	2	4	1	0	26,7	10,28	Roja	
74,6	11,7	8,4	134,2	6,0	10,3	4,8	8,3	15,2	11,1	27,92	5,9	12,0	2	5	1	2	26,4	10,71	Café	
74,8	10,9	8,4	130,6	6,0	9,8	4,8	8,1	13,8	9,4	25,23	6,2	12,0	2	6	1	17	26,3	9,71	Negra	
71,7	10,9	8,1	129,7	5,2	10,0	4,2	8,5	14,7	10,3	28,01	6,2	12,0	2	7	1	128	26,4	9,71	Naranja	
72,3	11,3	8,4	132,5	5,8	9,9	4,6	8,4	13,6	9,3	26,7	6,1	11,3	2	8	1	9	26,7	10,4	Verde	
68,9	11,5	8,1	144,6	5,5	10,4	4,6	8,2	14,1	8,7	28,6	6,3	11,8	2	9	1	74	27,1	11,2	Amarillo	
72,1	10,7	8,3	147,1	5,9	10,3	4,8	8,3	13,9	9,8	31,3	6,4	11,6	2	10	1	176	26,3	10,23	Blanco	
72,6	11,3	8,4	134,7	6,5	10,0	5,0	8,0	13,6	9,1	26,5	5,6	11,5	2	11	1	23	14	9,14	Azul	
72,3	11,4	8,6	132,5	5,8	9,9	4,6	8,4	13,6	9,3	26,6	6,1	11,3	2	12	1	7	26,7	10,5	Gris	
Promedio	11,3	8,4	138,1	5,8	10,1	4,6	8,3	14,1	9,5	28,1	6,1	11,7								
Ganancia longitudes					4,3		3,7													

Anexo J. Datos colectados en campo y en barcadilla, finca Altamar. Muestreo #10, semana 12.

ACUMULADO MEDICIONES DE CRECIMIENTO EN RACIMOS - FINCA ALTAMAR																			
Circunf	#Hojas	#Manos	# Dedos	LB-C	LB-B	LA-C	LA-B	Gr. B	Gr. A	PBR	Hcos	E-Cos	E-CAM	Sem. M	Lote	Prec.(mm)	T (°C)	h/luz (W/m2)	Cinta
68,7	11,4	8,5	131,6	6,1	10,1	4,7	8,2	14,6	9,9	27,80	0	11,6	2	3	3	19	26,8	9,71	Morada
71,3	11,9	8,6	139,9	6,9	10,0	5,2	8,0	15,1	10,0	28,58	5,8	11,9	2	4	3	0	26,3	10	Roja
70,6	11,3	8,3	128,3	6,2	10,1	4,7	8,0	12,8	8,3	24,96	5,5	11,3	2	5	3	17	26,4	9,28	Café
72,3	11,4	8,4	133,3	5,8	9,9	4,6	8,4	13,8	9,4	26,9	5,9	11,0	2	6	3	14	26,3	9,9	Negra
72,6	11,3	8,4	134,7	6,5	10,0	5,0	8,0	13,6	9,1	26,5	5,6	11,5	2	7	3	68	27,2	10,5	Naranja
71,9	11,3	8,5	130,5	6,1	10,2	4,6	8,1	12,9	8,5	25,8	5,6	11,2	2	8	3	187	27,1	10,71	Verde
72,7	11,4	8,4	134,2	5,9	9,9	4,6	8,3	14,0	9,5	27,1	6,0	11,6	2	9	3		90	10,28	Amarillo
72,0	11,5	8,4	133,3	5,8	9,9	4,6	8,4	13,8	9,4	29,3	5,9	11,0	2	10	3	28	26,3	9,8	Blanco
76,2	12,0	8,9	150,7	6,0	10,1	4,4	8,3	14,0	8,9	30,03	6,2	11,9	2	11	5	23	35	10,71	Azul
71,0	11,2	8,7	135,7	6,1	10,0	5,2	8,2	12,6	8,5	28,3	6,5	10,5	2	12	5	10	25,7	11,0	Gris
Promedio	11,5	8,5	135,2	6,1	10,0	4,8	8,2	13,7	9,2	27,5	5,3	11,3							
Ganancia longitudes						3,9	3,4												

Anexo K. Medidor de concentración de solución desinfectante



Fuente: propia.