

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

EFFECTO DE HUMATOS DE CALCIO SOBRE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD
DE FRUTOS DE PLATANO, EN SAN JOSÉ EL ÍDOLO, SUCHITEPÉQUEZ
TESIS DE GRADO

EDGAR HUMBERTO DIEGUEZ MENESES
CARNET 21711-03

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, NOVIEMBRE DE 2015
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

**EFFECTO DE HUMATOS DE CALCIO SOBRE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD
DE FRUTOS DE PLATANO, EN SAN JOSÉ EL ÍDOLO, SUCHITEPÉQUEZ
TESIS DE GRADO**

**TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

**POR
EDGAR HUMBERTO DIEGUEZ MENESES**

**PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO**

**GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, NOVIEMBRE DE 2015
CAMPUS CENTRAL**

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS

SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS

VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES

DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. ADÁN OBISPO RODAS CIFUENTES

MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

ING. LUIS FELIPE CALDERÓN BRAN

Guatemala 23 de octubre de 2015


Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de Tesis del estudiante Edgar Humberto Dieguez Meneses, carné 21711-03, titulada: "EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES DOSIS DE HUMATOS DE CALCIO SOBRE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD EN FRUTOS DE PLÁTANO (Musa AAB, ABB). SAN JOSÉ EL ÍDOLO, SUCHITEPÉQUEZ".

El cual considero que cumple con los requisitos establecidos por facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. José Manuel Benavente Mejía.
Colegiado no. 4693
Cod. URL 21438



**Universidad
Rafael Landívar**
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06388-2015

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante EDGAR HUMBERTO DIEGUEZ MENESES, Carnet 21711-03 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA, del Campus Central, que consta en el Acta No. 06146-2015 de fecha 29 de octubre de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**EFFECTO DE HUMATOS DE CALCIO SOBRE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD
DE FRUTOS DE PLATANO, EN SAN JOSÉ EL ÍDOLO, SUCHITEPÉQUEZ**

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 5 días del mes de noviembre del año 2015.



ING. REGINA CASTANEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Todo poderoso, y la Virgen María por darme la vida, la sabiduría y fortaleza necesaria para poder culminar esta carrera, también por alumbrarme en el camino todas la veces que fue necesario.

MIS PADRES: Edgar Diéguez Monroy (+) y María Teresa Meneses. Infinito agradecimiento, por el amor, dedicación, sacrificios apoyo económico, y sobre todo por darme el ejemplo de ser una persona emprendedora y a alcanzar mis metas en base a la honradez, sencillez y respeto.

MIS ABUELOS: Margarita de Diéguez, Miguel Humberto Diéguez (+), Gilberto Meneses (+) y Berta de Meneses, por todo el cariño y apoyo en toda mi vida y mi carrera en especial a mi abuelita margarita quien me apoyo incondicionalmente en todo momento.

MIS HERMANOS: Ana Margarita, Lorena Mercedes, Miguel Javier, Por su apoyo en cualquier circunstancia de mi vida.

MIS HIJOS: Edgar Humberto y Sophia Melissa. Por darle un toque especial a mi esfuerzo y dedicación en las cosas de mi vida.

MI ESPOSA: Melissa Pimentel. Por darme su apoyo y por ser parte importante en esta etapa de mi vida.

A MI ASESORES: Ing. José Manuel Benavente por su apoyo en la elaboración de esta tesis.

A POTENZ QUIMICA: Por brindarme el producto para realizar las pruebas.

ÍNDICE

	Página
Resumen	i
Summary	ii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	2
2.1 Cultivo del plátano	2
2.2 Características del cultivo de plátano	5
2.3 Índices de cosecha según mercado	15
2.4 Control de calidad	17
2.5 Ácidos húmicos	18
2.5.1 Sustancias húmicas y ácidos húmicos	18
2.6 Calcio	19
III. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	21
3.1 Definición y justificación del problema	21
IV. OBJETIVOS	23
4.1 Objetivo general	23
4.2 Objetivos específicos	23
V. HIPÓTESIS	24
VI. METODOLOGÍA	25
6.1 Localización del lugar	25
6.2 Material experimental	25
6.3 Factor estudiado	25
6.4 Descripción de los tratamientos	26
6.5 Diseño experimental	26
6.6 Modelo estadístico	26
6.7 Unidad experimental	26
6.8 Croquis de campo	27
6.9 Manejo del experimento	27
6.9.1 Aplicación de tratamiento	27
6.9.2 Manejo de variables	28
6.10 Variables de respuesta	28
6.11 Análisis de información	29
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
7.1 Longitud del plátano	30
7.2 Peso de fruto de plátano (g)	31
7.3 Calibre del plátano	33

	Página
VIII. CONCLUSIONES	35
IX. RECOMENDACIONES	36
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Producción mundial de plátano por regiones	3
Cuadro 2. Plátano: Número de fincas, superficie cultivada en edad productiva, número de plantas dispersas y pronósticos de producción en la República, según departamento y calidad de la estimación. Año agrícola: 2004-2005 a 2008-2009	4
Cuadro 3. Plan de fertilización por ha/año para el cultivo del plátano	10
Cuadro 4. Edad y grado para la cosecha de plátano según destino	15
Cuadro 5. Especificaciones generales de calidad para plátano de primera	17
Cuadro 6. Descripción de los tratamientos evaluados en el plátano	26
Cuadro 7. Análisis de la varianza para la variable longitud del fruto de plátano	30
Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable peso del fruto (g)	31
Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable calibre	33

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Clasificación de cintas para identificar la edad del fruto de plátano	14
Figura 2. Características de empaque de plátano para mercado de exportación	18
Figura 3. Croquis de campo	27
Figura 4. Promedio de longitud según los tratamientos aplicados	30
Figura 5. Medias del peso (g) de los tratamientos	31
Figura 6. Medias de calibre del fruto	33

EFFECTO DE HUMATOS DE CALCIO SOBRE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE FRUTOS DE PLÁTANO, EN SAN JOSÉ EL ÍDOLO, SUCHITEPÉQUEZ

RESUMEN

El objetivo del estudio fue analizar tres dosificaciones de humatos de calcio para evaluar su incidencia en la calidad del fruto del cultivo de plátano. Las dosis evaluadas fueron: dos, tres y cuatro litros por hectárea. La investigación se realizó en finca San Miguel, San José el Ídolo, Suchitepéquez. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, aplicando el producto orgánico de humatos de calcio con una composición de 10% de ácidos húmicos y 14% de calcio, tres semanas antes de la cosecha, utilizando 4 tratamientos, con cinco aplicaciones para cada tratamiento. La variable de respuesta fue: calidad del fruto (longitud, grosor, peso). Los resultados obtenidos mostraron que luego de las tres dosificaciones de humatos de calcio la calidad del fruto de plátano, en sus características de peso y calibre tuvieron diferencias significativas en cuanto a un aumento en la calidad del fruto, sin embargo en la evaluación de la longitud no se tuvo diferencia significativa.

EFFECTS OF CALCIUM HUMATES OVER QUALITY PARAMETERS ON PLANTAIN FRUIT. IN SAN JOSÉ EL ÍDOLO, SUCHITEPÉQUEZ

SUMMARY

The objective of the study was to analyze three doses of calcium humates in order to evaluate their incidence in the fruit quality of the Plantain crops. The whole process was made in San Miguel Ranch, San Jose el Idolo, Suchitepéquez. The evaluated doses were: two, three and four liters per hectare of calcium humates with a composition of 10% humic calcium acids. A random design was chosen with four and five treatment repetitions. The quality of the fruit (length, girth and weight) was used as a response measurement. The results obtained showed that the characteristics of weight and caliber had significant differences as far as an increase in quality of the fruit being the dose four liters per hectare the one that showed the best results. In the evaluation of length of the fruit there was no significant difference found.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del plátano en Guatemala, ha sido un sector tradicional de economía de subsistencia para pequeños productores, de dispersión geográfica y de gran importancia socioeconómica desde el punto de vista de seguridad alimentaria y de generación de empleo.

De conformidad con el Instituto Nacional de Estadística -INE-, los departamentos donde se obtiene mayor producción del cultivo se encuentran Escuintla, San Marcos, Alta Verapaz, Retalhuleu, Suchitepéquez, Quetzaltenango, seguidos en menor escala por los departamentos de Quiché, El Progreso, Izabal, Petén y Baja Verapaz.

El cultivo de plátano aporta empleos directos en campo de 1, 286,250 (jornales al año, 2004) y en el año 2008, según el Banco de Guatemala alcanzó una producción que generó ingresos por exportaciones por Q. 175.9 millones de quetzales.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de tres dosificaciones de humatos de calcio y su incidencia sobre los parámetros de calidad en frutos de plátano. Derivado de la importancia que se está generando en el cultivo del plátano y que los principales problemas para dicho cultivo, lo constituye el bajo peso y la mala calidad de los frutos en los racimos ocasionando pérdidas considerables, se efectuó una investigación en el cual se evaluaron tres diferentes dosificaciones de humatos de calcio (fertilizante compuesto a base de nitrógeno combinado con calcio de excelente asimilación en los frutales ayudando a un desarrollo más vigoroso del fruto), pretendiendo que incida en la calidad del fruto del plátano en cuanto a mejorar el peso, el diámetro y la longitud del fruto.

El análisis se realizó en la finca San Miguel, San José El Ídolo, departamento de Suchitepéquez. Elevación 196 msnm. Coordenadas Geográficas: N 14° 19' 29" W 91° 26' 31" (Google earth, 2006).

II. MARCO TEÓRICO

2.1 CULTIVO DEL PLÁTANO

El plátano es una planta del trópico húmedo, las condiciones adecuadas para el cultivo ocurren en los 30° norte y 30° sur de latitud. La temperatura óptima para el cultivo está considerada entre los 25° y 28 °C; sin embargo, prospera bien si la temperatura se mantiene estable entre 18 y 35 °C sin variaciones bruscas y lluvias repartidas durante todo el año. La temperatura influye sobre la duración del periodo vegetativo (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-,2004).

El plátano es muy sensible tanto al exceso como al déficit de agua, por lo tanto se debe mantener una adecuada humedad durante todo el año. Los mejores niveles de producción se dan con un promedio de 180 mm de agua por mes, lo que indica que debe haber una precipitación anual de 2000 a 3000 mm bien distribuidos, El viento es uno de los fenómenos atmosféricos que pueden causar pérdidas hasta del 100%. Vientos de menos de 20 km/hora pueden causar la reapertura de los estomas, provocando déficit hídrico, laceración de los folíolos que conllevan a una pérdida de área fotosintéticamente activa. El rendimiento se puede reducir en un 20%. Vientos de 20 – 30 km/hora provocan el doblamiento del pseudotallo, ayudados por el peso del racimo y las pérdidas pueden llegar a un 60%. Vientos de más de 40 km/hora provocan el desraizado de las plantas,provocando pérdidas hasta de un 100% (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-,2004).

El plátano es una fruta tropical originada en el suroeste asiático, probablemente entre los años 1000 y 1500 de la era cristiana; después del descubrimiento del continente americano llegó al Caribe y Latinoamérica; dicha fruta tropical pertenece a la familia de las musáceas. Las dos especies más conocidas en nuestro medio son:*Musa paradisiaca* que corresponde al plátano para cocción y *Musasapientumo* banano. El plátano está ubicado como cuarto cultivo más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz. Constituye una parte esencial de la dieta diaria, ya que es una fuente de carbohidratos y contribuye a la seguridad alimentaria de millones de personas. Además de ser considerado un producto básico y de exportación, constituye una

importante fuente de empleo e ingresos en numerosos países en desarrollo (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-,2004).

Los plátanos y otras especies para cocción, se producen a lo largo del trópico húmedo, concentradas fundamentalmente en África, América Latina y el Caribe. Las formas de su consumo varían ampliamente entre países, de acuerdo a los hábitos alimenticios. Los sistemas de producción son en su mayoría tradicionales y se dan frecuentemente en asocio con otro tipo de productos agrícolas como el café, coco, ñame, entre otros. En algunos países se cultiva como monocultivo de plantación (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-,2004).

Los principales productores de plátano en el mundo, según la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO por sus siglas en inglés), son los países africanos (Uganda, Ruanda, Nigeria, Zaire, Tanzania, Camerún, Ghana y Costa de Marfil). Los segundos mayores productores son Colombia, Ecuador, República Dominicana, Guatemala, Costa Rica y Sri Lanka; y en menor escala de producción se ubican los otros países centroamericanos del Caribe. Durante el período 1990-2003, la producción mundial de plátano creció en 23% a un ritmo promedio anual de 2%. Dicha producción pasó de los 27 millones de toneladas métricas -TM- en 1990 a 33 millones TM en el 2003. Por razones climáticas el cultivo se concentra en las regiones de África y América. De la producción mundial, el 73.2 % la produce África, de la cual, Uganda aporta el 30% de la producción Africana. América Latina ocupa el segundo puesto en producción, y Colombia es el principal país productor de la región, con un 9% de la producción mundial (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA-,2004).

Cuadro 1. Producción mundial de plátano por regiones

Regiones	Área (ha)	Rendimientos (t/ha)	Producción (t)	
América Latina y el Caribe	847,763	8.38	7,101,633	23.7178499
África	3,883,050	5.64	21,917,412	73.1992047
Asia	87,730	10.52	923,100	3.08294546
Total	4,818,543	6.21	29,942,145	100

(Grajeda, 2001)

A nivel latinoamericano el principal productor de plátano es Colombia seguido por Ecuador. En Centro América, Guatemala se ubica como el tercer exportador mundial seguido por Costa Rica. Las perspectivas del mercado externo para el plátano guatemalteco son alentadoras, principalmente para el ámbito estadounidense, a mediano plazo, esto es dado por la posición geográfica del país frente a la competencia de otros países (Galindo, 2001).

En Guatemala la producción de plátano en su mayoría está en manos de los pequeños y medianos agricultores. Según el Instituto Nacional de Estadística -INE- se estima que hay cerca de 14,045 fincas, que en 2009 produjeron 199.10 miles de toneladas, donde las fincas de los departamentos de Escuintla y San Marcos produjeron aproximadamente el 60% de la producción nacional, seguido de Alta Verapaz (19.0%), Retalhuleu (14.2%) y el restante de fincas de los departamentos un 6.5%. La producción obtenida se destina al abastecimiento del mercado interno, la agroindustria y al mercado de exportación (Instituto Nacional de Estadística, 2003).

Cuadro 2. Plátano: número de fincas, superficie cultivada en edad productiva, número de plantas dispersas y pronósticos de producción, en la república, según departamento y calidad de la estimación. -Año agrícola: mayo 2004/abril 2005 a mayo 2008/abril 2009

Departamento	Mayo 2004 / Abril 2005		Mayo 2005 / Abril 2006		Mayo 2006 / Abril 2007		Mayo 2007 / Abril 2008		Mayo 2008 / Abril 2009	
	No. de fincas	Producción	No. de fincas	Producción	No. de fincas	Producción	No. de fincas	Producción	No. de fincas	Producción
Total República	7,873	8,109,628	7,381	2,307,106	16,061	3,700,751	12,974	3,216,621	14,045	4,380,291
Guatemala	1	75,000	-	-	42	117	-	-	-	-
El Progreso	50	600	-	-	-	-	312	2,729	234	2,729
Escuintla	1,430	1,140,503	904	1,750,835	1,586	1,904,258	2,130	497,141	2,846	1,343,755
Santa Rosa	102	57,593	-	-	-	-	-	-	-	-
Sololá	-	-	314	36,519	-	-	-	-	-	-
Quetzaltenango	253	145,021	265	168,011	238	69,733	1	7,500	1	100,000
Suchitepéquez	90	4,580,535	104	49,285	933	846,158	1,795	79,688	1,699	139,080
Retalhuleu	59	5,917	301	35,161	1,159	36,088	407	496,691	589	620,433
San Marcos	2,600	1,284,012	288	216,506	1,709	650,671	1,045	1,159,622	1,129	1,299,476
Quiché	-	-	-	-	253	254	251	36,975	251	40,944
Baja Verapaz	-	-	541	2,597	392	454	75	405	75	450
Alta Verapaz	2,864	680,572	4,159	39,122	9,653	192,549	6,455	924,059	6,538	830,753
Petén	216	137,445	331	7,637	98	469	99	149	199	834
Izabal	208	2,430	174	1,433	-	-	404	11,662	485	1,836

(Instituto Nacional de Estadística, 2007).

El plátano ofrece ventajas comparativas económicas al productor, ya que el cultivo se adapta a una vasta área del litoral pacífico y atlántico del país. Además de esto el plátano puede ser producido en casi todo el año y se pueden obtener cosechas continuas que aseguren el empleo y flujo de ingresos constantes al agricultor (Galindo, 2001).

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO DE PLÁTANO

El plátano es una planta herbácea perenne gigante, con rizoma corto y tallo aparente o pseudotallo, que resulta de la unión de las vainas foliares, cónico y de 3.5-7.5 m de altura, terminado en una corona de hojas, este no produce semillas y se propaga vegetativamente. Este tiene hojas muy grandes y dispuestas en forma de espiral, de 2-4 m de largo y hasta de medio metro de ancho, con un pecíolo de 1 m o más de longitud y limbo elíptico alargado, el crecimiento que la planta posea lo va a determinar las condiciones ambientales en las que se esté desarrollando, y pueden ser afectadas por el clima, suelo, radiación solar, humedad, temperatura, y precipitación que prevalecen en la región del lugar donde se establezca la producción (Galindo, 2001).

El plátano pertenece a la familia de las Musáceas y al género *Musa*. Una planta de plátano está conformada por las siguientes partes: raíz, tallo, pseudotallo, yemas, hojas y racimo o inflorescencia (Galindo, 2001).

- Sistema radicular o raíz: Es una de las partes más importantes de la planta, ya que además de servirle de soporte, es por donde se nutre. Su distribución no es definida. La longitud de las raíces depende del tipo de suelo, superando los tres metros en suelos livianos o arenosos y dos metros en suelos pesados o arcillosos. El sistema radicular se distribuye entre los 20 y 40 centímetros de profundidad.
- Tallo: Corresponde a un órgano subterráneo que puede ser de diversa forma y está compuesto por nudos cortos, conocido en la región como cormo o rizoma.
- Pseudotallo: Es la parte de la planta que soporta las hojas y el racimo o inflorescencia.

- Yemas: Son las partes de la planta que más tarde se convertirán en colinos, se encuentran en la base de los entrenudos y se deben cuidar porque de ellas depende la vida útil de la plantación.
- Hojas: Son las encargadas de tomar la luz solar para producir el alimento de la planta. Bajo las condiciones de la zona cafetera, la salida de una hoja varía entre 9 y 10 días, emitiendo en su ciclo vegetativo entre 36 y 42 hojas. Cada hoja puede durar alrededor de 115 días.
- Racimo o inflorescencia: Conformada por los frutos y la bellota. El desarrollo o llenado de los frutos está condicionado por la acumulación de pulpa en las paredes internas de la cáscara. El proceso de floración a cosecha fluctúa entre 3.5 y 4.5 meses.

La transición de estado vegetativo a reproductivo en el cultivo se da cuando ocurre un crecimiento gradual hacia arriba del ápice localizado en el centro del cormo, luego aparece la bellota, que es una gran yema ovoide, que está compuesta de brácteas, que sirven de cubiertas, las cuales son más o menos ovales, de color rojizo violáceo, dispuestas en forma helicoidal. A un grupo de flores alineadas en una o dos hileras cubiertas por una bráctea, se le llama mano. Un racimo posee de 7 a 8 manos. El fruto, el grosor del pericarpio es de 5 a 8 mm, recorrido por numerosos haces libero leñosos, longitudinales y fibrosos que se distribuyen a lo largo del fruto y a partir del pedúnculo; paralelo a éstos están las células taníferas, llamadas tubos de látex. Las células de la pulpa son grandes y rectangulares, y están llenas de almidón que desaparece progresivamente para convertirse en azúcar soluble. Cuando el racimo permanece en la planta la conversión de almidones es deficiente, lo cual se debe a que la fruta tiende a agrietarse y la pulpa se hace harinosa (Galindo, 2001).

El plátano es una planta de carácter permanente, la cual tiene un período vegetativo desde la siembra hasta la floración de 30 semanas aproximadamente (7 meses), y un periodo desde la floración hasta la cosecha de 12 semanas (3 meses). Durante su período vegetativo expone hasta 45 hojas y al momento de la floración deja de emitir las (Galindo, 2001).

Con relación a los suelos y la fertilización, las raíces del plátano tienen un poder de penetración muy débil, por lo cual exige de suelos sueltos, sin capas duras superficiales o fenómenos de compactación rápida. La principal característica que debe presentar un suelo es un buen drenaje, buen contenido de materia orgánica y alta fertilidad. Los suelos escogidos para sembrar plátano deben ser predominantemente de colores oscuros, lo que determina un alto contenido de materia orgánica. Su textura debe ser media, es decir, entre franco arenoso y franco arcilloso arenoso. Los suelos francos (arcillas entre 7 y 27% y limo 28 y 50%) presentan textura más equilibrada para el buen desempeño del cultivo, porque retienen agua y a la vez permiten la difusión de gases, condiciones apropiadas para las funciones fisiológicas de la planta. El plátano requiere de suelos sueltos y con estructura granular (migajón) donde las raíces penetren y alcance buen desarrollo. Los terrenos destinados a este cultivo deben tener alta porosidad (entre 45 y 60%), ser aireados y con buena retención de humedad; con una profundidad efectiva superior a los 60 centímetros (Grajeda, 2001).

Dentro de las propiedades químicas exigidas están la acidez (pH) y la fertilidad. El plátano soporta valores de pH entre 5.5 y 7.2; los suelos fuertemente ácidos no producen buenas cosechas, ya que las raíces no pueden absorber los nutrimentos. En cuanto a la fertilidad, el plátano al igual que todas las plantas necesita de elementos mayores (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre) y elementos menores (boro, zinc, cobre, manganeso, hierro, molibdeno y cobalto) y su fertilidad depende del contenido de ellos en el suelo (Grajeda, 2001).

La fertilización en el cultivo del plátano es de vital importancia, ya que busca mejorar el desarrollo de la planta con el fin de obtener mejores frutos; es importante resaltar que los nutrientes esenciales tienen que estar en el suelo en formas que estén disponibles para las plantas y en óptimas condiciones para el desarrollo y crecimiento de las plantas. Los nutrientes esenciales, como se mencionó son: el hidrógeno, el oxígeno y el carbono; el 90% a 95% de una planta está compuesta de éstos los cuales provienen del agua y del aire. Los nutrientes primarios (nitrógeno, fósforo y potasio) se encuentran en el suelo en cantidades suficientes para la planta, pero a menudo se requiere de su

aplicación por el desgaste que sufren los suelos. Los nutrientes secundarios como el calcio, magnesio y azufre, deben de ser suministrados a la planta; así como los elementos menores, hierro, manganeso, zinc, cobre, boro, molibdeno, etc. (Grajeda, 2001).

La fertilización en el plátano, que consiste en aplicar los nutrimentos que requiere el cultivo y que están escasos o bajos en el suelo. Los fertilizantes o abonos pueden ser orgánicos como la gallinaza, el lombricompost, la pulpa de café, humitas, biolarditas, biofertilizantes, residuos de cosechas, rocas (fosfórica, potásica, dolomitas, cal agrícola) o químicos como la urea, el superfosfato, el cloruro de potasio, el óxido de magnesio entre otros. Los niveles de nutrimentos en el suelo tienden a disminuir, debido a la extracción por parte del cultivo y a las pérdidas ocasionadas por el movimiento del agua a través del perfil del suelo o por escorrentía. La calidad del racimo y la vida útil del cultivo se encuentran estrechamente relacionadas con la materia orgánica presente en el suelo y la nutrición de la planta (Grajeda, 2001).

La fertilización se realiza antes de la siembra, si el análisis de suelo lo recomienda, es necesario aplicar e incorporar correctivos para la acidez o alcalinidad, teniendo en cuenta las condiciones climáticas; al momento de la siembra aplicar materia orgánica, en esta época también se debe aplicar la dosis total de fósforo según el análisis lo requiera. Estos abonos se deben aplicar en la parte media y encima de la semilla y no en el fondo del hueco, para que realmente queden en el área de influencia de las raíces del segundo cormo; dos meses después de la siembra aplicar 50 gramos de urea hasta el cuarto mes, luego se inicia con los fertilizantes y dosis recomendadas, según los análisis de suelo tomados al inicio de la siembra. Se recomienda hacer análisis de suelos cada dos años, que incluya análisis de elementos menores, recurriendo al asistente técnico, para que recomiende las dosis y fuentes que cubran las necesidades del suelo (Grajeda, 2001).

Entre los componentes del suelo es de primordial importancia la materia orgánica, originada por residuos de plantas y animales descompuestos para obtener mejor

calidad en el racimo del plátano se necesita que el contenido de materia orgánica del suelo sea superior al 6%. Entre los nutrimentos que aporta la materia orgánica al suelo, están el nitrógeno, gran parte del fósforo, azufre y boro. El componente biológico está conformado por lombrices, arañas, ácaros, y otros microorganismos que no se pueden observar a simple vista, como hongos, nematodos y bacterias; todos estos organismos se relacionan entre si y mantienen en equilibrio el ambiente del suelo; razón por la cual se deben conservar y proteger con prácticas de manejo integrado. Los suelos que están sometidos a mecanización continua, al monocultivo, al riego, a la aplicación elevada de agroquímicos y a las quemas han disminuido la biota del suelo, por lo tanto tienen una actividad biológica muy baja que afecta su fertilidad y en consecuencia los rendimientos esperados (Grajeda, 2001).

El suelo ideal para la siembra de plátano para exportación es el suelo plano o con escasa pendiente, ya que facilita la construcción de drenajes y el montaje de cable vías, los suelos ondulados y con pendientes moderadas requieren prácticas adecuadas de manejo. Las raíces no soportan el agua estancada y deben vivir en un medio aireado, pero son igualmente susceptibles a la desecación. El nivel freático debe estar a más de 1.5 metros, si sube a 40 o 60 centímetros hay que hacer drenajes. La distancia en que se deben construir los drenajes, lo mismo que la profundidad, dependen de la topografía, de la textura del suelo, de la conductividad hidráulica, de la velocidad de escorrentía, de la precipitación y de la distribución de las lluvias (Grajeda, 2001).

Para determinar las concentraciones que existen en el suelo es necesario muestreos y análisis químico y físico de los suelos periódicamente; se recomienda como mínimo realizarlo cada tres años y para determinar los micro elementos y sus concentraciones es necesario realizar muestreos foliares en periodos anuales para determinar cómo están los elementos dentro de la planta (Grajeda, 2001).

No obstante, cada área del país tiene diferentes condiciones de suelos y dentro de cada finca o parcela se encuentran áreas con condiciones diferentes, por eso es recomendable el análisis de suelos para una recomendación más certera de las

condiciones edafológicas y físicas del suelo. Sin embargo, las recomendaciones generales de los elementos se muestran a continuación en el cuadro 3 (Grajeda, 2001).

Cuadro 3. Plan de fertilización por ha/año para el cultivo de plátano.

Elemento	Dosificación en kg / ha / año
Nitrógeno	300
Potasio	400
Azufre	90
Magnesio	80
Boro	2
Zinc	8

(Grajeda, 2001).

Las aplicaciones de nitrógeno y potasio se pueden realizar cada cuatro semanas y hasta un máximo de seis semanas entre uno y otro, se pueden hacer aplicaciones de mezclas físicas de ambos elementos, los cuales se pueden realizar con las diferentes casas comerciales (Grajeda, 2001).

La fertilización es un proceso que ayuda a la planta en su desarrollo fisiológico y anatómico, lo que proporciona un mejor vigor en la planta, dando como resultado un mejor rendimiento en la producción. Luego de obtener un buen fruto se le debe brindar protección con el método de embolse, que tiene como finalidad proporcionar un microclima adecuado para el racimo, para acelerar su desarrollo; así mismo, esto proporciona una barrera física para evitar daños de insectos animales y/o enfermedades y para esto se utilizan bolsas plásticas dursban, con medidas de 91.44 cm * 114.3 cm * 0.5mm (Galindo, 2001).

El cultivo de plátano en cualquier clima o sistema de producción exige la realización de una serie de prácticas, algunas consideradas básicas e imprescindibles y otras opcionales, dependiendo del destino de la producción, nivel de tecnificación e incidencia y severidad de problemas fitosanitarios. Cada práctica se debe aplicar en el momento oportuno, que lo define la razón del porqué se aplica, para que sea realmente

eficiente y racional en los costos y amigable ambientalmente, teniendo como marco el conocimiento de las fases que componen el ciclo de la planta (Grajeda, 2001).

Las prácticas más comunes en el cultivo del plátano son:

- Control de malezas o arvenses.
- Deshije
- Destronque y repique
- Resiembras
- Deshoje, despunte
- Desmane
- Encintado
- Embolse
- Amarre
- Limpia y hechura de canales de drenaje
- Manejo de enfermedades y plagas
- Cosecha

En las plantaciones el control de malezas es muy exigente, ya que grandes cantidades de ellas son hospederos de plagas y enfermedades, que dañan la calidad para este fin (Grajeda, 2001).

En las labores precosecha se realizan las siguientes actividades:

- a. Embolse y encinte: El embolse es una práctica esencial, que consiste en colocarle al racimo una bolsa plástica perforada, tratada o no con insecticida, con el fin de proteger los frutos del ataque de insectos y preservar su calidad. Solo se justifica cuando la producción se destine a un mercado de exportación. Esta labor debe ser selectiva y solo aplicada a los racimos que lo justifiquen, por el incremento en los costos de producción. Con el embolse se adelanta el llenado del racimo en una semana y es de mejor calidad y presentación. El embolse debe realizarse tan pronto dobla la bellota, desprendiendo con cuidado la hoja

corbata; la hoja placenta se debe doblar hacia atrás y nunca cortarla para evitar la caída de látex al racimo. Despuntar, no cortar las hojas de puyones o de plantas vecinas. La bolsa debe quedar bien distribuida alrededor del vástago de la bellota, en forma de campana, es decir que no quede retorcida para evitar la deformación de la fruta. El embolsado se hará dos veces por semana, encintando los racimos con el color respectivo según la programación establecida por la comercializadora. Todas las semanas se dará en forma completa la vuelta a la finca, embolsando y encintando las bellotas que hayan descolgado, llevando un control estricto del número de cintas colocadas. Con este dato se mantendrá una información completa de la fruta que hay en el campo y así programar las cantidades de cajas a entregar semanalmente al comprador o exportador.

- b. Desmane y desflore en el campo: Para obtener fruta de exportación es una labor básica, se elimina la bellota y las flores masculinas en su totalidad y las femeninas que se observa no alcanzarán las especificaciones de calidad. Se realiza cuando el racimo está totalmente abierto, con la última mano paralela al suelo, con el fin de mejorar y lograr que la formación del racimo sea mas uniforme, permitiendo que los nutrientes suministrados por la planta al racimo sean aprovechados por la fruta que se va a exportar. Simultáneamente con esta labor se debe realizar el desflore del racimo, que consiste en retirar la flor de cada dedo, buscando una mejor apariencia y un llenado parejo de la fruta, labor que debe hacerse cuando las manos están paralelas al suelo, cuando la flor tenga un color café; es en este momento donde se encuentra menos pegada al dedo, es una guía para el operador, que finalmente es el responsable, palpando cual es el momento que la misma flor permite realizarlo, quitar la flor evita las cicatrices de las manos adyacentes. Para exportar es requisito que los dedos vayan sin flores.
- c. Amarre y apuntalamiento: Los vientos fuertes son uno de los factores que ocasionan mayores pérdidas al cultivo de plátano; por lo tanto, esta práctica se debe encaminar a prevenir la pérdida de unidades productivas por volcamiento. Se han identificado algunos factores que predisponen las plantas al volcamiento

por efecto de los vientos, como son los daños al sistema radical ocasionados por:

- Sembrar muy superficial
- Descolinar severa e inoportunamente la planta madre portadora del racimo, especialmente con el método tradicional.
- Tener alta infestación del picudo negro y nematodos.

Para apuntalar se utiliza el amarre con cuerda de polipropileno, o un tutor de madera o guadua. En regiones aptas para el cultivo de plátano, pero propensas al efecto del viento, se sugiere el establecimiento de sistemas agroforestales, con maderables en barreras sencillas o dobles (a 3 x 4 m) espaciadas entre 20 a 30 metros.

- d. Llevar actualizados todos los registros: En una plantación destinada para la exportación se deben llevar una serie de registros que permitan de manera inmediata una correcta programación y ejecución de labores, que ayudan a visualizar el manejo y a determinar costos y sobrecostos. Los registros son básicos para elaborar el presupuesto anual y hacer un seguimiento a su ejecución.

Se debe llevar registros a las siguientes labores:

- Apuntale o amarre, una vuelta semanal.
- Deshoje y despunte, una vuelta cada dos semanas.
- Deshije, una vuelta cada ocho semanas.
- Embolse y encinte, dos vueltas semanales.
- Desmane y desflore en el campo, dos veces por semana.
- Fertilización, se programa de acuerdo a las necesidades nutricionales según análisis de suelos y recomendaciones del técnico.
- Fumigación de las malezas, cada ocho semanas si se utiliza glifosato y cada seis semanas si se usa paraquat.
- Limpia de canales, cada ocho semanas.

- Recabe de canales, debe hacerse en verano cuando el canal tenga poco agua, con una frecuencia de una vez al año.
- Resiembras, se deben programar dos veces al año, después de haber efectuado el conteo de población; si la población está normal en su número y distribución no se programa.

Así también, en el cultivo del plátano se tiene que programar y planificar el corte de la fruta por semanas, para así llevar un control de las estimaciones de la producción del cultivo, una de las bases para definir las estimaciones de la fruta es la matriz histórica de comportamiento de corte de la fruta, y para esto existen diferentes métodos para calcular las estimaciones y esto es con base en los siguientes conceptos. Utilización de cintas con diferentes colores, para cada periodo o semana en que se protege un racimo se diferencia del otro con base en un color de cinta por semana, lo que quiere decir que la producción de una semana es diferente a la de la semana siguiente, teniendo en cuenta que se rotan diferentes colores de cintas, dando un promedio de utilización de un color de cinta cuatro veces por año. El tiempo que transcurre para marcar con cinta los racimos son pocos días apartir del momento en que la fruta es protegida por el embolse, con esto se determina la edad de ésta, teniendo en cuenta que la fruta puede ser cosechada en un periodo máximo de 112 días o menos, pero la fecha de corte la exige el cliente, ya que ésta se tiene que definir por el transporte que traslada la fruta para así garantizar que no se madure antes del tiempo de venta. El color de la cinta tiene como objetivo identificar la edad de la fruta y sirve para llevar el inventario por semana y por edad de la fruta (Galindo, 2001).

Modelo Correlativo de cintas a utilizar.

Naranja	Azul	Blanca	Amarillo	Negro	Rojo	Plata	Verde	Morada	Café

Figura 1. Clasificación de cintas para identificar la edad del plátano.

2.3 ÍNDICES DE COSECHA SEGÚN MERCADO

La fruta del plátano se clasifica según sus características físicas las cuales son específicas para el tipo de mercado al que se quiere comercializar, ya que el mercado tiene normas de calidad para el fruto y así como varían las especificaciones también tiene su repercusión en el precio de venta y está se clasifica en fruta de calidad especial, calidad de primera y de segunda (Galindo, 2001).

Los países latinoamericanos (Centro y Sur América) tienen como mercado meta EEUU y Europa. En el cuadro 4 se exponen las características del plátano para el mercado externo.

Cuadro 4. Edad y grado para la cosecha de plátano según el destino.

Factores	Destino	
	EEUU	Europa
Semanas Oct/Abr	10-11-12	10-11
Semanas Mayo/Set	09-10-11	09-10
Grosor mínimo	50/32"	48/32"
Grosor máximo	62/32"	60/32"
Longitud mínima	11"	10"
Longitud máxima	12" o más	11" o más

(Flores, 2013).

Se observa en el cuadro 4, la fruta de primera la longitud mínima es de 27.94 cm. Para determinar la longitud se toma la medida desde la pulpa que inicia en el cuello hasta la pulpa en la punta del dedo. Dedos por caja: El promedio de dedos por caja deberá ser 70, con una variación de menos 5 como mínimo y más 5 como máximo, en cajas de 23.36 kg para exportación. Grado del plátano es el grosor que tiene la fruta al momento de ser cortada y éste debe de estar entre los rangos mínimos de 52/64 que equivale a 4.11 cm y el grado máximo es de 64/64 que equivale a 5.08 cm (Cobigua, 2005).

Calidad especial: Los plátanos de esta calidad además de reunir las características indicadas deben presentar una coloración uniforme dependiendo del grado de madurez y deben de estar bien formados con una longitud mínima de 31 cm o 12.4 pulgadas y un peso en gramos de 368.55 o más (Grajeda, 2001).

Calidad primera: Los plátanos de esta calidad además de reunir las características indicadas deben presentar una coloración uniforme dependiendo del grado de madurez y deben de estar bien formados con una longitud mínima de 20 cm y peso en gramos de 198.45 a 368.3 (Grajeda, 2001).

Calidad segunda: Los plátanos de esta calidad además de reunir las características indicadas deben presentar una coloración uniforme y pueden estar con cantidades mínimas de daños superficiales y éstos deben tener las condiciones especiales para el pago, ya que los clientes deben aceptar las condiciones de calidad de éste (Grajeda, 2001).

2.4 CONTROL DE CALIDAD

En el cuadro 5 se muestran las especificaciones generales de calidad para plátano de primera.

Cuadro 5. Especificaciones generales de calidad para plátano de primera

Defectos de la fruta	Rangos permitidos
Dedos cuaches	1 por caja
Punta negra	Ninguno
Punta de cigarro	Ninguno
Dedos mutilados	Ninguno
Pudriciones y/o mohos	Ninguno
Dedos maduros	Ninguno
Cuello dañado	Ninguno
Magulladuras en la fruta	Ninguno
Cortos	Ninguno
Sobre grado	Ninguno
Bajo grado	Ninguno
Cicatriz de crecimiento	6.45 cm ²
Daño de tortuguilla	1.61 cm ²
Cicatriz por fricción	1.61 cm ²
Mancha de madurez	1.27 cm
Punta amarilla	Cero
Quema de sol	Cero
Corte de cuchillo	Cero
Corte viejo de cuchillo	Cero
Látex seco por desflore	1.61 cm ²
Flores	Cero
Todos los demás defectos	Medianos

(Cobigua, 2005).

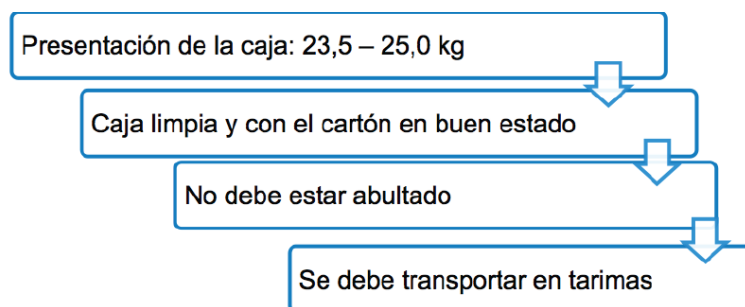


Figura 2. Características del empaque de plátano para el mercado de exportación. (Flores, 2013).

2.5 ÁCIDOS HÚMICOS

2.5.1 Sustancias húmicas y ácidos húmicos

Las sustancias húmicas son una mezcla de sustancias complejas, amorfas, en estados coloidales que se han originado a partir de los tejidos orgánicos o que han sido sintetizadas química o bioquímicamente. Las sustancias húmicas son generalmente clasificadas en ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas, dependiendo de su solubilidad en agua y de acuerdo a su pH. Los ácidos húmicos no son solubles en agua bajo condiciones ácidas ($\text{pH} < 2$), pero son solubles a valores de pH altos. Los ácidos fúlvicos son solubles en agua bajo cualquier condición de pH, a diferencia de las huminas que no son solubles en agua en cualquier rango del pH. Los ácidos húmicos pueden ser aplicados al suelo o foliarmente. La aplicación de ácidos húmicos ayuda a mejorar la absorción de macro y de micronutrientes, a través de un proceso de quelatación, produciendo un mayor crecimiento de la planta, incluyendo una mayor formación de raíces (Humitech, 2007).

La aplicación de ácidos húmicos solos o mezclados con N-P-K causa un efecto beneficioso en el metabolismo microbiano, en la bioquímica del suelo y estimula la fisiología de la planta. El modo de acción de los ácidos húmicos en la membrana celular no es muy claro, pero se piensa que está relacionado con la presencia de sitios hidrofílicos e hidrofóbicos sobre la superficie de las sustancias húmicas. Estos sitios pueden interactuar con los fosfolípidos de las membranas celulares funcionando como

transportadores de nutrientes a través de ellas. Con los ácidos húmicos, los fertilizantes NPK pueden ser más eficaces. Si se añaden los ácidos húmicos puede aumentar hasta un 30% respectivamente, la aplicación de fertilizantes puede reducirse obteniendo el mismo rendimiento (Humitech, 2007).

El efecto de los ácidos húmicos en las plantas es diferente y entre estos efectos se tiene el tratamiento de la semilla con una solución diluida de humato, la cual estimula las membranas celulares así como las actividades metabólicas, generando de este modo aumento en la cuota de germinación. La capacidad de absorción de elementos nutritivos por las raíces se incrementa a causa de la capacidad del intercambio catiónico y por esto el rendimiento aumenta un 30% (Humitech, 2007).

En el crecimiento de las plantas por un incremento de la fotosíntesis y de la asimilación de las células el contenido de azúcar y de vitaminas, aumenta la materia seca en la fruta, mejora su sabor, su conservación y resulta más fácil su transportación. El calcio que es importante para el incremento de espesor de las membranas y para la salud de las raíces, es transportado a la zona de las raíces por la formación de complejos y estando así a disposición de las plantas. Los ácidos húmicos favorecen la actividad de las plantas y de este modo su inmunidad contra la invasión de parásitos en las células. Además, se estimula la actividad de microorganismos útiles en el suelo (micorrizas y antagonistas) y se produce un equilibrio biológico en la zona de las raíces (Humitech, 2007).

Si se añaden ácidos húmicos, la aplicación de fertilizantes se puede reducir hasta un 30%. La acumulación de materia orgánica aportada por los ácidos húmicos retiene el agua de infiltración, particularmente en los suelos arenosos. De este modo, las necesidades de agua se pueden reducir hasta un 50% (Humitech, 2007).

2.6 CALCIO

El calcio en el cultivo del plátano es fundamental para el desarrollo de los tejidos de las plantas en crecimiento y para endurecer las paredes celulares. Ayuda a penetrar otros

cationes como es el caso del potasio, pero aplicaciones excesivas de este elemento hacen un efecto contrario. Así también, la importancia del calcio, del magnesio y del azufre se refleja en el crecimiento de la planta, estos nutrientes son tan importantes como los elementos primarios, a pesar que las plantas los requieren en menores cantidades (Rodríguez, 1985).

El calcio es absorbido por las plantas en forma de catión Ca^{++} . Una vez dentro de la planta, el calcio funciona de varias formas, incluyendo las siguientes: estimula el desarrollo de las raíces y de las hojas, forma compuestos que son parte de las paredes celulares, esto favorece la estructura de la planta, ayuda a reducir el nitrato (NO_3) en la planta, ayuda a activar varios sistemas de enzimas, ayuda a neutralizar los ácidos orgánicos en la planta, influye indirectamente en el rendimiento al reducir la acidez del suelo. También ayuda al crecimiento y desarrollo de los meristemos terminales de los vástagos y raíces, tiene un efecto de translocación de los carbohidratos y regula la absorción de algunos nutrientes (Rodríguez, 1985).

Los síntomas de deficiencia del calcio dependen de la especie y severidad de la deficiencia, esta puede causar malformación de las hojas jóvenes y alterar todo su crecimiento radical, esto es debido a que el calcio debe de estar en abierto balance con potasio y magnesio, esto puede llegar a trastornar la absorción de estos últimos (Rodríguez, 1985).

III. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

En finca San Miguel, municipio de San José El Ídolo, departamento de Suchitepéquez, se cultivan alrededor de 82.5 hectáreas de plátano. En el cultivo de plátano no se ha realizado ninguna investigación sobre la incidencia de los humatos de calcio en la calidad del fruto de plátano; sin embargo, en el cultivo del banano ya se han utilizado y se ha tenido buenos resultados, ya que en las evaluaciones efectuadas en el fruto del banano se ha encontrado que se incrementa el peso del fruto, determinándose un incremento de tres gramos por dedo, lo cual muestra un aumento en la producción.

En Guatemala, la problemática del cultivo del plátano radica en la falta de tecnificación, para solucionar la problemática es indispensable incrementar los conocimientos técnicos y así poder definir los problemas y evitar los riesgos. El plátano es un cultivo que obtiene su rentabilidad en la calidad del fruto, por lo que es importante que el fruto alcance un tamaño, peso y diámetro adecuados; es importante señalar que estos son estándares de calidad, y cumplirlos permite al productor ser competitivo en la producción de fruta de exportación.

Guatemala produce frutos de plátano de buena calidad en menor escala. Las inadecuadas prácticas agrícolas, los deficientes planes de fertilización y el poco control de enfermedades da como resultado un fruto con poco peso, grosor y longitud; destinando una buena parte de la producción para el consumo local al no cumplir con las calidades que exige el mercado de exportación.

Para contrarrestar el efecto del bajo peso de racimo, los productores han recurrido exclusivamente a la aplicación de agroquímicos como fertilizantes químicos, foliares, hormonas, entre otros, observándose problemas cada vez mayores al incrementar las dosis, que afectan negativamente la rentabilidad del cultivo (AGREQUIMA, 1999).

Ante el problema mencionado, se abre una ventana a prácticas agrícolas de aplicación de complementos de la fertilización, buscando el mejoramiento de las condiciones del suelo y la capacidad de absorción de nutrientes. La incorporación de ácidos húmicos adicionados con calcio, sugiere, según las revisiones bibliográficas, que se pueden obtener efectos positivos como crecimiento radicular de las plantas y también mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo; surge entonces la necesidad de evaluar el producto con el fin de determinar si es posible que se mejoren las características de calidad del fruto del plátano y así ser más competitivos en el mercado internacional.

IV. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de tres dosificaciones de humatos de calcio sobre la calidad del fruto de plátano.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer el efecto de los humatos de calcio en el peso del fruto plátano.
- Cuantificar el efecto de los humatos de calcio en el grosor o calibre de la fruta del plátano.
- Determinar el efecto de la aplicación de humatos de calcio sobre la longitud del fruto en el cultivo de plátano.

5. HIPÓTESIS

- Al menos uno de los tratamientos tendrá efecto significativo en el peso del fruto plátano.
- Alguno de los tratamientos tendrá diferencia significativa en el grosor o calibre de la fruta del plátano.
- Al menos uno de los tratamientos tendrá diferencia significativa sobre la longitud del fruto en el cultivo de plátano.

V. METODOLOGÍA

6.1 LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO

La evaluación se realizó en las instalaciones de la finca San Miguel, San José El Ídolo, departamento de Suchitepéquez, ubicada en el km 145, carretera A2, la cual posee 82.5 hectáreas de cultivo de plátano, con fines de comercialización; dicha finca tiene una elevación de 196 msnm y como coordenadas geográficas: N 14° 19' 29" W 91° 26' 31" (Google Earth,2006).

Donde se encuentra ubicada la finca San Miguel el clima es tropical y las temperaturas oscilan entre 20 y 30°C. La zona de vida es considerada como bosque seco tropical.

6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

El experimento se llevó a cabo en el cultivo del plátano (*Musa*, AAB, ABB), aplicando el producto orgánico de humatos de calcio, de la empresa Potenz Química, S.A., con una composición de 10% de ácidos húmicos y 14% de calcio, tres semanas antes de la cosecha.

6.3 FACTOR ESTUDIADO

El factor estudiado fue la dosificación de humatos de calcio.

6.4 DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS

En el cuadro 6 se describen los tratamientos evaluados.

Cuadro 6. Descripción de los tratamientos evaluados en plátano.

Número de tratamiento	Dosis de húmatos de calcioL/ ha.
1	2
2	3
3	4
4	Sin aplicación de húmatos de calcio

6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar., que contó con cuatro tratamientos y cinco repeticiones.

6.6 MODELO ESTADÍSTICO

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = Variable respuesta de la i -j-ésima unidad experimental.

M = Efecto de la media general.

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento (dosis).

E_{ij} = Error experimental asociado a la i -j-ésima unidad experimental.

6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

El área experimental consistió en total en 40,000 m² las cuales se distribuyeron en cuatro tratamientos con cinco repeticiones dando un total de 20 unidades experimentales en un área 0.20 de hectárea.

6.8 CROQUIS DE CAMPO

La distribución de los tratamientos en el campo se muestra en la figura 3.

T1	T4	T1	T3
T4	T2	T3	T4
T2	T2	T4	T2
T2	T1	T4	T3
T3	T1	T3	T1

Figura 3. Croquis de campo.

6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.9.1 Aplicación de tratamiento

La dosificación del humatos de calcio por hectárea seleccionada fue de 2,3 y 4 litros, tomando en consideración que dicha área cuenta con dos mil plantas por hectarea en promedio, quedando los tratamientos dosificados de la siguiente manera:

T1: Dos litros por hectarea = 1 ml/planta

T2: Tres litros por hectarea = 1.5 ml/planta

T3: Cuatro litros por hectarea = 2 ml/planta

T4: Testigo absoluto, sin aplicación de humatos de calcio

La aplicación se realizó utilizando bombas de mochila de 16 litros, empleando la misma cantidad de producto para las veinte plantas del tratamiento. Se calibraron las bombas de la siguiente manera: se aplicó la cantidad de 500 ml de agua mas la dosis por tratamiento anteriormente descrita por planta, para esto se utilizaron boquillas de aplicación numero 8002 las cuales tiene una descarga de 750 ml por minuto, por lo que la aplicación se realizo en 40 segundos de descarga continua por mata lo que equivale a 500 ml de producto por planta, aplicandolo sobre el sistema radicular de la misma.

Para calcular la cantidad de producto que se aplicó por planta, se determinó que si la dosis del tratamiento es de 2 litros por hectárea y en una hectárea tiene alrededor de 2,000 plantas, se dividió la cantidad de mililitros de los dos litros por hectárea entre el número de plantas, dando como resultado la cantidad de mililitros que se debían aplicar por planta.

Para aplicar el producto por tratamiento se agregó a la bomba de mochila lo siguiente: si el tratamiento era por 20 plantas se necesitarían 10 litros de agua más 20 ml de humatos de calcio, tomando en cuenta que la dosis de humatos de calcio se calculó con referencia a que si la dosis por tratamiento era de 2 litros por hectárea, entonces se consideró como promedio 2000 plantas, lo cual establece como dosis individual 1 ml de humatos de calcio por planta.

6.9.2 Manejo de variables

Para evaluar la cosecha se tomó una muestra por racimo, que en total fueron 100 muestras por tratamiento, a las cuales se les tomaron datos de grosor utilizando un calibrador de Vernier, todo con el fin de obtener el grosor de cada plátano; es importante destacar que el dato evaluado se tomó de la parte mas gruesa del fruto, la cual se encuentra en la mitad del fruto.

Así mismo, se midió la longitud en centímetros utilizando una cinta métrica, la cual se coloca de punta a punta del fruto. Además, se midió el peso en gramos del fruto utilizando una balanza electrónica.

Luego de medir los frutos de manera individual se tomaron datos generales como la cantidad de dedos por caja de 23.36 kg, la cual dio como resultado la misma cantidad de dedos promedio que el tratamiento testigo, que fue de 77 dedos por caja.

6.10 VARIABLES DE RESPUESTA

- Longitud del fruto del plátano
- Peso del fruto
- Grado o grosor del fruto del plátano

6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para las variables respuesta, se utilizó la prueba de Tukey para las variables con 95% de confianza que mostraron diferencia significativa en el análisis de varianza.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 LONGITUD DEL PLÁTANO

Para la variable longitud del fruto del plátano se realizó el análisis de varianza, obteniendo los resultados que se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7. Análisis de la varianza para la variable longitud del fruto de plátano.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	4.14	3	1.38	1.73	0.1594 NS
Error	309.17	389	0.79		
Total	313.31	392			

NS= Diferencia no significativa.

Basado en los resultados de la ANDEVA, no existe diferencia significativa en la longitud de los frutos de plátano, tal como puede observarse en la figura 4, las aplicaciones de humatos de calcio no inciden en el desarrollo longitudinal del plátano y no presenta diferencias estadísticas con respecto al testigo absoluto.

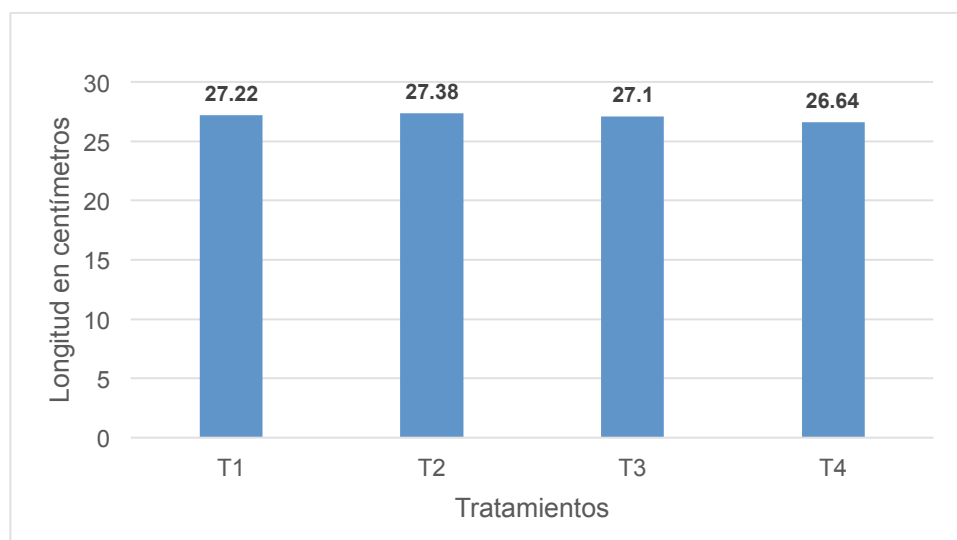


Figura 4. Promedio de longitud según los tratamientos aplicados.

La media general para la longitud del fruto de plátano para exportación, con base a los índices de cosecha según mercado mencionados en cuadro 4, el cual indica quees de 27.10 cm, estando dentro del rango de exportación permitido +/- 1.27cm. La aplicación de humatos de calcio no favorece la variable de longitud del fruto y ninguno de los tratamientos cumple con el estándar para estar clasificado como fruto de calidad especial.

7.2 PESO DE FRUTO DE PLÁTANO (g)

En el cuadro 8 se presentan los resultados del análisis de varianza para la variable peso en los frutos de plátano, el resultado indica que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados.

Cuadro 8. Análisis de la varianza para la variable peso del fruto (g).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	416.43	3	138.81	4.59	0.0036 **
Error	11766.26	3	89	3	0.25
Total	12182.69	3	92		

** = Diferencia estadística altamente significativa

Debido a la diferencia estadística señalada por el ANDEVA, se procedió a realizar la prueba de Tukey, obteniendo como resultado los grupos indicados en la figura 5.

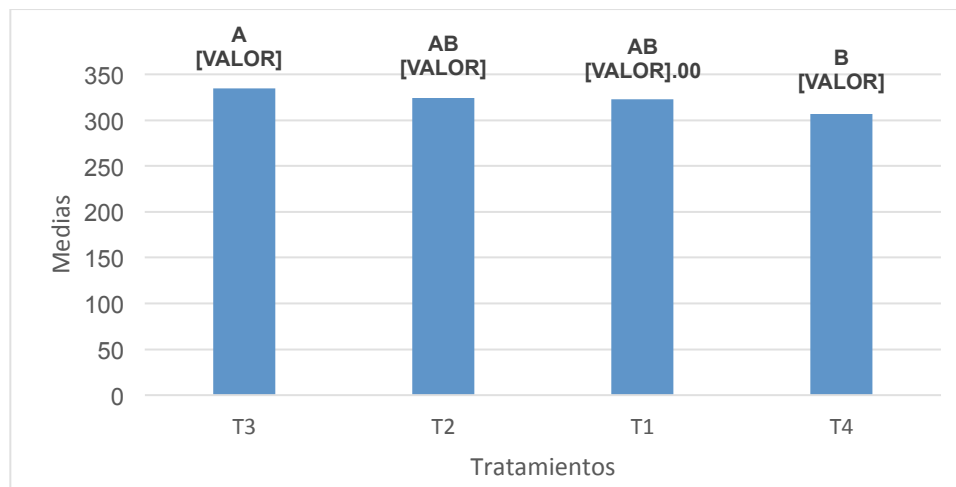


Figura 5. Medias del peso (g) de los tratamientos

El análisis estadístico indica que hay incidencia importante de los tratamientos sobre la variable. El tratamiento 3 fue el que presentó el mayor peso y en el que se aplicó la dosis más alta de humatos de calcio, 4 litros por hectárea, en donde se obtuvo un significativo aumento de peso en los frutos de plátano, le siguen los tratamientos 2 y 1 en los que se fue reduciendo la dosis y que fueron agrupados en el mismo grupo. El testigo, en donde no se aplicaron humatos de calcio, fue clasificado en el último grupo.

Las aplicaciones de humatos de calcio mejoran el peso del fruto, sin embargo los cuatro tratamientos se encuentran dentro del rango de 75-80 plátanos por caja de 23.5 a 25 kg, las condiciones de negociación asignan un precio fijo a la caja que se encuentran dentro del rango.

En la figura 5, también se observa la variabilidad presentada en los tratamientos para la variable peso del fruto, se considera que las diferencias que se perciben son por efecto de los tratamientos aplicados. También se observa que dentro de los grupos de Tukey, existe diferencia estadística significativa.

A pesar de lo anteriormente mencionado, el testigo está muy cerca del valor mínimo permitido (294 g) y la aplicación de humatos de calcio logró incrementar estadísticamente con la dosis mínima y dejar al tratamiento 1, 16.66 g más que el testigo, considerando que fue un buen resultado al alejarse 29 g del rango mínimo permitido.

Cabe mencionar que la forma de comercialización internacional del plátano tiene parámetros que ofrecen un beneficio económico para el productor, al pagar por peso la caja, y entre menos unidades completen una caja mayor será el número de cajas por hectárea.

Agronómicamente el resultado se obtiene por el mejoramiento de las plantas con la aplicación de humatos de calcio, según Humitech, 2007, dice que los ácidos húmicos logran mejorar la absorción de nutrientes disponibles y el calcio mejora el sistema

radicular e incrementa el espesor de las membranas de la planta y fruto en general lo que lleva a mejorar el desarrollo de las plantas y así producir mejores frutos.

7.3 CALIBRE DEL PLÁTANO

Para la variable del calibre del fruto de plátano se realizó también un análisis de la varianza y los resultados se presentan en el cuadro 9.

Cuadro 9. Análisis de la varianza para la variable calibre de plátano.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0.84	3	0.28	6.84	0.0002 **
Error	12.40	3	04	0.04	
Total	13.24	3	07		

** = Diferencia estadística altamente significativa

Ante la diferencia estadística señalada por el ANDEVA, se procedió a realizar la prueba de Tukey, teniendo una agrupación de resultados que pueden observarse en la figura 6.

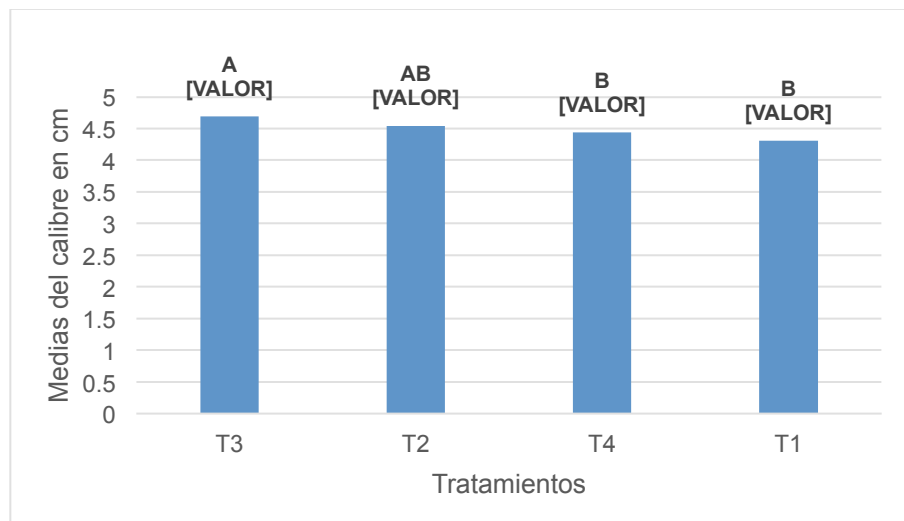


Figura 6. Medias de calibre de fruto.

La prueba de Tukey para la variable calibre, indica que existe diferencia estadística significativa, indicando que la aplicación de humatos de calcio incide en esta variable de calidad. El tratamiento 3 fue el que presentó el mayor calibre, el cual es el diámetro de la fruta, y fue en dicho tratamiento en donde se aplicó la dosis más alta de humatos de

calcio. El tratamiento 2, dosis intermedia, quedó en un grupo intermedio entre el mayor y menor calibre. El tratamiento 1 y 4 clasificaron en el mismo grupo y representa que no hay diferencia entre no aplicar y aplicar la dosis mínima de humatos de calcio.

Nuevamente los cuatro tratamientos se encuentran dentro del rango normal permisible, los resultados son interesantes, pues relacionándolos con la variable peso, la aplicación de humatos de calcio incide en ambas variables y pueden ayudar a mantener la producción dentro de los rangos permisibles.

En la figura 6 se observa la variabilidad ocurrida en los tratamientos para la variable calibre del fruto, las diferencias mostradas son producidas por la aplicación de humatos de calcio, según el análisis estadístico. También se observa la variabilidad en los tratamientos para la variable calibre. Existe diferencia estadística significativa y se puede apreciar, que el tratamiento con dosis más alta de humatos de calcio fue el que mayor calibre refleja en su media.

Al estar los cuatro tratamientos dentro del rango permisible del calibre, pareciera innecesaria la aplicación de humatos de calcio; sin embargo, al aplicar la dosis intermedia se logra una media del calibre más alejada del rango mínimo permisible y se puede interpretar que habrá menos rechazo de fruta por no obtener el calibre adecuado para su comercialización.

VII. CONCLUSIONES

En el promedio del peso de los frutos de plátano se obtuvieron diferencias estadísticas entre tratamientos siendo el tratamiento 3 (4L/ha) el que mayor peso de fruto presentó, aumentando de esta manera el rendimiento en producción.

El calibre de fruto de plátano presentó diferencias estadísticas significativas, siendo el tratamiento 3(4 L/ha) el que reflejó mayor incremento en el calibre, obteniendo 8.10% más comparado con el testigo.

Para la variable longitud del fruto del plátano no existe efecto al aplicar cualquiera de las dosis evaluadas de humatos de calcio, con respecto al testigo.

VIII. RECOMENDACIONES

Con base al estudio realizado y bajo las condiciones de la finca San Miguel, se recomienda la aplicación de cuatro litros por hectárea de humatos de calcio para lograr un incremento en peso y calibre de fruto plátano de 28.28 gramos y 0.38 cm, respectivamente.

Se recomienda realizar otras investigaciones para establecer el efecto del ácido húmico + calcio en diferentes concentraciones sobre el características de calidad de frutos, rendimiento y desarrollo vegetativo de las plantas de plátano.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGREQUIMA. (1999). Consejos Basicos para Agricultores.Guatemala.

COBIGUA, Depto. De Plátano. (2005). Manual de Procedimientos para los Procesos Post-Cosecha en el Cultivo del Platano de Exportacion. Guatemala.

Banco de Guatemala. (2007). Partida Arancelaria 0803.00.20 del SAC. Guatemala.

Carrera, P, y Quezada, A. (2005). Evaluación de la efectividad del uso de EM, Ácidos Húmicos y NPK como Abonos Foliares. Tesis publicada, EARTH. Guacimo, Costa Rica.
<http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/ColeccionVirtual/pdf/200506.pdf>

Flores del Valle, W. (2013).Manual técnico para el manejo poscosecha del plátano. Costa Rica.

Galindo J. (2001). El Cultivo de Plátano en Guatemala y su Técnica de Producción. Guatemala.

Grajeda, D. (2001). Cultivo en Guatemala del Plátano (Musa AAB). Guatemala.

Humitech. (2007). Los Ácidos Húmicos y sus Fuentes, Alemania. <http://Humitech.com-imagebrochure01.034.pdf>

Instituto de la Potasa y el Fósforo. (1997). Manual Internacional de Fertilidad de Suelos. México.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2004). Cadena Agroindustrial del Plátano. Nicaragua.
www.iica.int.ni/Estudios_PDF/Cadena_Platano.pdf

Instituto Nacional de Estadística. (2003). IV Censo Nacional Agropecuario. Guatemala.

Instituto Nacional de Estadística. (2005-2006-2007-2008-2009). Encuesta Nacional Agropecuaria. Guatemala.

Instituto Nacional de Estadística. (2007). Platano: número de fincas, superficie cultivada en edad productiva, número de plantas dispersas y pronósticos producción, en la república, según departamento y parámetros de la estimación -Año agrícola: mayo 2006/abril 2007. Guatemala.

Rodriguez, M. , Morales, J.L. y Chavarria, J. (1985). Producción de Platanos (Musa AAB, ABB). Turrialba.