

## I. IDENTIFICACIÓN.

1. **Título del Proyecto:** ANÁLISIS AGROECOSISTÉMICO Y MODELIZACIÓN DEL CRECIMIENTO Y BALANCE DE NITRÓGENO DEL CULTIVO DE PLÁTANO.
2. **Ejecutor del proyecto:**
  - a) Razón Social: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA)
  - b) RIF: G-20000095-3
  - c) Actividad económica: Investigación y desarrollo agrícola
  - d) CIU: A01
  - e) Ubicación: Sede Administrativa, Av. Universidad, Vía El Limón, frente a la zona educativa, municipio Mario Briceño Iragorry, Maracay, Estado Aragua, Código Postal 2103, teléfono: 0243-2404911, [mgutierrez@inia.gob.ve](mailto:mgutierrez@inia.gob.ve), [www.inia.gob.ve](http://www.inia.gob.ve).
3. Código Industrial Internacional Uniforme del Proyecto: A010136
4. Ubicación / localización del proyecto: Estación Local Chama, INIA-Zulia, Km 41 de la vía Santa Bárbara de Zulia a El Vigía, Parroquia El Moralito, Municipio Colon, Estado Zulia, Código Postal 4001, [cgomez@inia.gob.ve](mailto:cgomez@inia.gob.ve).
5. Responsable del proyecto: Carlos Alfonso Gómez Cárdenas Estación Local Chama, INIA-Zulia, Km 41 de la vía Santa Bárbara de Zulia a El Vigía, Parroquia El Moralito, Municipio Colon, Estado Zulia, Código Postal 4001, [cgomez@inia.gob.ve](mailto:cgomez@inia.gob.ve). Apartado Postal N° 11, El Vigía edo. Mérida, Código Postal 5145.

## II. PROYECTO

### 1. Planteamiento del problema:

La producción de musáceas en la Zona Sur del Lago de Maracaibo, ocurre en los municipios Sucre, Francisco Javier Pulgar y Colon del estado Zulia, Alberto Adriani, Tulio Febres Cordero, Caracciolo Parra Olmedo y Obispo Ramos de Lora del estado Mérida y el municipio La Ceiba del estado Trujillo, con una superficie sembrada del cultivo de 55% del total nacional (34.650 ha), involucrando a alrededor de 5.000 familias productoras, donde el 60 % de las fincas o parcelas tienen un tamaño inferior a las 10 hectáreas (Nava, 2004).

El sistema tradicional de producción del cultivo, está referido principalmente al manejo de plantaciones permanentes, que las hacen más vulnerables a situaciones ambientales adversas (vientos fuertes, inundaciones y plagas, como es el caso de la Sigatoka Negra); presentan, densidades por debajo de 1800 ptas ha<sup>-1</sup>, prácticas de combate de malezas (manual y químico), plagas, deshoje, deshoje,

desburre, resiembra y fertilización efectuadas a juicio del productor, lo que conduce a un uso indiscriminado e ineficiente de los fertilizantes (Nava, 2004, Abreu *et al* 2007).

En general, la producción agrícola convencional (sistemas de siembra, uso de híbridos o variedades) induce al uso de fertilizantes en forma continua y masiva, fundamentalmente de nitrógeno, fósforo y potasio, pudiendo producir cambios en la naturaleza de los suelos y riesgo de contaminación ambiental por lixiviación, emisiones gaseosas, escorrentía o elevación de concentración de sales en los suelos y capas freáticas (Ciampitti, 2005). Otro problema, es que las fuentes de fertilizantes no son eficientemente utilizadas por los cultivos y la absorción del fertilizante rara vez alcanza el 50% del nitrógeno aplicado, presentándose altas pérdidas del sistema suelo-planta, lo cual disminuye la eficiencia económica de los cultivos (Prasertsak *et al*, 2001). En general, las plantas de banana, tienen altos requerimientos de nitrógeno y con frecuencia las dosis aplicadas no son absorbidas y acumuladas en la biomasa, como lo presentan varios autores citados por Prasertsak *et al* (2001).

Sansoulet *et al* (2007), indican que en los trópicos (Caribe, Centro y Sur América, Camerún y Asia insular), los cultivos de banana son intensamente fertilizados alrededor del tallo con dosis sobre los 400 kg N ha<sup>-1</sup> y 800 kg K ha<sup>-1</sup> por ciclo y Prasertsak *et al* (2001), citan que en Australia y Costa Rica, el 100% de los cultivos son fertilizados con más de 500 kg N ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, pero en Nicaragua y Ecuador cerca del 75% son fertilizados con una dosis alrededor de 300 kg N ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. En Venezuela, específicamente en el Sur del Lago de Maracaibo la situación es similar, presentándose dosis anuales de alrededor de los 400 kg N ha<sup>-1</sup>. Estas altas entradas de nitrógeno en el agroecosistema, presuponen pérdidas del elemento a través de escorrentía, lixiviación, desnitrificación o volatilización debido a la baja eficiencia en el uso del nitrógeno que al final causa efectos desfavorables en el ambiente, que en la región no han sido evaluados.

El correcto manejo del nitrógeno y las prácticas para minimizar las pérdidas por lavado son fundamentales para salvaguardar la calidad del agua de capas

profundas y alcanzar el máximo beneficio económico en la actividad agrícola, siendo objeto de gran interés para la población, agricultores e institutos de investigación que actualmente por no contar con datos o informaciones no permite efectuar proyecciones de los problemas que están ocurriendo actualmente.

Marcano (2007) indica, en el caso de la cuenca del lago de Valencia, dos condiciones que pueden favorecer la contaminación de las aguas por nitratos: a) la alta densidad poblacional que exige mayor cantidad de agua potable generando volúmenes importantes de aguas residuales y b) suelos con gran actividad agrícola, asentada en diferentes tipos de suelos, muchos de ellos con alta fertilidad natural con variadas características físicas (permeabilidad, buen drenaje superficial, entre otros) que en algunos casos pueden favorecer la posibilidad de que parte del nitrógeno del fertilizante aplicado pueda alcanzar los cuerpos de agua y producir contaminación.

El sistema del Lago de Maracaibo está afectado por problemas de eutrofización, llamado también proceso de envejecimiento, que se refiere al aumento de la productividad biológica en los lagos. En el de Maracaibo, se evidencia en la proliferación o crecimiento exagerado de algas verde-azules y la lemna, por los aportes de materia orgánica (nutrimentos: nitrógeno y/o fósforo); así como, la contaminación orgánica, microbiana y toxica, esta última fundamentalmente del petróleo y los agroquímicos. Estos aportes no puntuales son de difícil control o simplemente no son controlables por ser generalmente eventos repentinos, por lo que es importante controlar la incorporación de estos contaminantes y nutrientes nitrogenados en el lugar de aplicación (Rodríguez, 2001, Muñoz, 2007).

El conocimiento de la dinámica de las transformaciones y pérdidas de los principales elementos (por ejemplo el nitrógeno) agregados por fertilización como parte del manejo agronómico de los cultivos, permitirá mejorar la eficiencia de uso de estos fertilizantes, mejorar aspectos de su aplicación y por tanto disminuir los riesgos de daño ambiental, al mismo tiempo que se reducen los costos de fertilización. La información sobre la eficiencia del uso de fertilizante nitrogenado y su distribución en el agroecosistema plátano en el Sur del Lago de Maracaibo se

ha limitado a ensayos de dosis de fertilizante y su respuesta en rendimiento, pero no se ha estudiado el efecto sobre los diferentes procesos del ciclo del nitrógeno y no se conocen las pérdidas a través de cualquiera de las vías, ya sean gaseosas o por lavado. Este proyecto se propone avanzar en esa dirección y al mismo tiempo desarrollar un modelo de simulación del crecimiento de la planta de plátano que integre submodelos de nitrógeno y agua.

Los conocimientos adquiridos serán de utilidad tanto en los sectores productivos, gubernamentales y privados, ya que aportará herramientas de apoyo a la toma de decisiones y alternativas de manejo de la fertilización en el cultivo de las musáceas.

## **2. Justificación:**

El conocimiento de la dinámica de las transformaciones y pérdidas del nitrógeno agregado por fertilización como parte del manejo agronómico de los cultivos, permitirá mejorar la eficiencia de uso de estos fertilizantes, mejorar aspectos de su aplicación y por tanto disminuir los riesgos de daño ambiental, al mismo tiempo que se reducen los costos de práctica agronómica. La información sobre la eficiencia del uso de fertilizante nitrogenado y su distribución en el agroecosistema plátano en el Sur del Lago de Maracaibo se ha limitado a ensayos de dosis de fertilizante y su respuesta en rendimiento, pero no se conocen las pérdidas a través de cualquiera de las vías, ya sean gaseosas o por lavado. Este proyecto se propone avanzar en esa dirección y al mismo tiempo desarrollar un modelo de simulación del crecimiento de la planta de plátano que integre los submodelos de nitrógeno y agua.

Los conocimientos adquiridos serán de utilidad tanto en los sectores productivos, gubernamentales y privados, ya que aportará herramientas de apoyo a la toma de decisiones y alternativas de manejo de la fertilización en el cultivo de las musáceas, permitirá además elevar el grado de conciencia de los productores y productoras, técnicos y técnicas y estudiantes de todos los niveles de la problemática oculta que genera la aplicación de fertilizantes nitrogenados, ya que siempre se refiere a los problemas de la aplicación de fungicidas e insecticidas

pero muy poco a los problemas causados por la aplicación de fertilizantes y permitirá establecer y consolidar esta línea de investigación en el INIA y su evaluación en otras áreas de producción del cultivo del país y la validación de la metodología en el cultivo del plátano que permitirá su aplicación en otros cultivos como por ejemplo la palma aceitera entre otros. Además, resulta de particular importancia conocer cuál es la contribución a la problemática de la contaminación del Lago de Maracaibo de las pérdidas del nitrógeno aplicado a las vastas extensiones cultivadas con plátano en la zona. Así mismo, se dispondrá de elementos para inferir sobre la contribución de este agroecosistema a las descargas no puntuales, dado que este problema ha sido de interés nacional en los últimos años, sobre todo a raíz de la proliferación de la lemna.

#### Relación del proyecto con las leyes y planes del Gobierno Nacional.

- a) El proyecto responde a lo establecido en el artículo 4, en lo referente a estimular la formación del talento humano para el desarrollo e innovación tecnológica además de aumentar la capacidad de innovación tecnológica del sector productivo con los aportes de conocimiento y procesos del proyecto que serán divulgados en días de intercambio de saberes, charlas y congresos. Con respecto al artículo 5, el proyecto a través del conocimiento generado de la utilización y perdidas de nitrógeno del agroecosistema planteara alternativas para contribuir a la reducción de la contaminación ambiental que busca mejorar el bienestar de la humanidad y preservación del ambiente y el artículo 14, se enmarca en el proyecto en los numerales 1, 2 y 3 referidos a la investigación para mejorar la calidad de vida, generación de conocimientos y fomento de la calidad e innovación productiva, que se obtendrá información no disponible y necesaria para la planificación y mejoramiento del manejo del cultivo y su impacto en el pueblo a nivel local y nacional.
- b) El proyecto responde a lo establecido en el artículo 42 de la LOCTI, en el numeral 8, que indica la inversión en actividades de investigación y desarrollo que en el literal a) incluye el financiamiento a proyectos de investigación y desarrollo de carácter individual o realizados con participación de Universidades o Centros de Investigación y Desarrollo a través de convenios o contratos.

c) El proyecto está inserto en el objetivo estratégico N° 1, referido a promover la independencia científica y tecnológica con la finalidad de alcanzar mayores niveles de soberanía científico-técnica necesarios para construir un modelo endógeno de desarrollo ambientalmente sustentable para el país. En la estrategia viabilizadora asociada que refiere el desarrollo científico-tecnológico pertinente y asimilación selectiva de tecnologías ambientalmente sustentables, limpias y ahorradoras de energía, que con la realización de investigación básica y orientada, permitan potenciar objetivos intermedios como áreas clave para alcanzar mayores grados de soberanía nacional y con el Objetivo intermedio 1.2. Que se basa en el fortalecimiento de los procesos de investigación, producción, almacenamiento y distribución de semillas, paquetes tecnológicos y manejo sustentable de la biodiversidad, en consonancia con lo establecido en los Planes Nacionales de Semilla y Siembra para contribuir con las metas de seguridad alimentaria. Debido a que la investigación planteada busca generar el conocimiento e información básica necesaria para proponer grupos de investigación enfocados en el mejoramiento del paquete tecnológico del agroecosistema plátano en la región a través del fortalecimiento del proceso investigativo, así mismo se generara el material necesario para que a través de los intercambios de saberes lograr que las productoras y productores, técnicas y técnicos y estudiantes, tomen conciencia de las cantidades y problemas ambientales que genera el mal uso de los fertilizantes nitrogenados a la sociedad y el ambiente.

d) El proyecto se enmarca en el Plan de Desarrollo Económico de la Nación 2007-2013 (Proyecto Nacional Simón Bolívar –Primer Plan Socialista), en dos directrices que se indican a continuación:

**Directriz** II. Suprema felicidad social

**Objetivo** II-2.3. Fortalecer la capacidad básica para el trabajo productivo.

II-2.4. Promover una ética, cultura y educación liberadora y solidarias.

**Estrategia** II-3.7. Garantizar la administración de la biosfera para producir beneficios sustentables.

**Política** II-3.7.3. Garantizar la conservación y uso sustentable del recurso hídrico.

**Directriz V.** Nueva geopolítica nacional

**Objetivo V-2.5.** Proteger espacios para conservar el agua y la biodiversidad.

V-2.8. Alcanzar un modelo de producción y acumulación ambientalmente sustentable.

V-2.9. Disminuir el impacto ambiental de la intervención humana.

**Estrategia V-3.6.** Conservar y preservar ambientes naturales.

**Política V-3.6.4.** Recuperar y mejorar los principales lagos y sus afluentes.

V-3.6.5. Intervenir en lo rural de forma amigable con el ambiente.

3. **Objetivo general:** Conocer la dinámica del crecimiento, ciclado de Nitrógeno y el Balance hídrico del agroecosistema plátano e integrarlos en un modelo de simulación que nos permita comprender el funcionamiento de dicho agroecosistema bajo las prácticas agronómicas mas utilizadas en la región del Sur del Lago de Maracaibo.

4. **Objetivos específicos:**

- a. Caracterizar la dinámica del crecimiento del cultivo de plátano y los cambios en el patrón de distribución de la biomasa y N entre los distintos órganos.
- b. Estimar algunos procesos del balance hídrico, tales como la precipitación, precipitación efectiva y drenaje, con la finalidad de cuantificar las magnitudes del N que es movilizado a través del agroecosistema.
- c. Evaluar el ciclado de N en el agroecosistema de plátano, considerando la cuantificación de las entradas (precipitación y fertilización), salidas (volatilización, cosecha, lavado) y las diferentes transformaciones (pluviolavado, absorción, entre otras) que ocurren en el agroecosistema.
- d. Cuantificar las cantidades de N remanente y la eficiencia del uso del N, así como estimar la cantidad que aporta a la contaminación de la región, por la utilización de fertilizantes nitrogenados en el cultivo del plátano.
- e. Desarrollar y calibrar un modelo de simulación que integre la dinámica de crecimiento del cultivo con el balance hídrico y el ciclaje de N, que nos conduzca a la comprensión integral del agroecosistema plátano.

**5. Duración:**  
22 meses

**6. Cronograma de actividades:**

El componente metodológico propuesto, plantea nueve líneas de acción: 1. Evaluación de las entradas de nitrógeno por precipitación, por medio de la instalación de pluviómetros fuera de la plantación y determinación de N en el agua. 2. Medición de la interceptación y distribución espacial de la precipitación efectiva, con la instalación de pluviómetros netos, dentro de la plantación y medición del flujo caular, recolectando muestras para la determinación del Ntotal. 3. Análisis del crecimiento y absorción de nitrógeno por la planta de plátano, por medio de análisis destructivos de la planta, separándola en ocho compartimientos para obtener la biomasa y concentración de N en once etapas de crecimiento. 4. Salida de agua y N por escorrentía superficial, con la instalación de parcelas de escorrentía. 5. Salida por volatilización, utilizando cilindros abiertos para la captura del fertilizante que se pierde por esta vía. 6. Salida de N por lixiviación, instalando lisímetros abiertos a una profundidad determinada por las características del perfil del suelo y la profundidad radicular. 7. Dinámica del N en el suelo en las mismas etapas en que se analizará el crecimiento de las plantas y estableciéndose tres capas de suelo para efectuar los análisis de N total y N mineral. 8. Dinámica del N del fertilizante, con la aplicación de  $^{15}\text{N}$ , en cuatro etapas de crecimiento sincronizadas con las épocas de aplicación del fertilizante. Las líneas de acción de la 1 a la 8, incluyen el presupuesto la partida de servicios que corresponde análisis de nitrógeno en laboratorio de 2949 muestras de agua, suelo y tejido vegetal y el mantenimiento de los equipos. 9. Desarrollar y calibrar un modelo de simulación del crecimiento de la planta de plátano, que considere las particularidades de la planta con respecto a la distribución de biomasa y N entre los órganos y en los ciclos sucesivos del cultivo, acoplado a un modelo de nitrógeno y agua.



CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Objetivo específico	Actividades	Año 1 Trimestres				Año 2 Trimestres			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	1.1. Preparación de la parcela y siembra	X							
	1.2. Muestreo de plantas	X	X	X	X	X			
	1.3. Análisis de muestras de biomasa		X	X	X	X			
	1.4. Procesamiento de datos				X	X			
	1.5. Análisis, redacción y presentación de resultados					X	X		
	1.6. Manejo del cultivo	X	X	X	X	X			
2	2.1. adquisición, construcción, Instalación de equipos y dispositivos	X							
	2.2. Medición de entradas y salidas de agua, toma de muestras, preparación y conservación	X	X	X	X	X			
	2.3. Análisis de nitrógeno			X	X	X			
	2.4. Análisis, redacción y presentación de resultados					X	X		
3	3.1.adquisición y Aplicación de fertilizante Nitrogenado marcado	X	X	X					
	3.2. Toma de muestras de N marcado	X	X	X	X				
	3.3. Análisis de muestras de N marcado en biomasa y agua			X	X	X			
	3.4. Procesamiento de datos				X	X			
	3.5. Análisis, redacción y presentación de resultados					X	X		
4	4.1. Análisis e interpretación de los objetivos 1 al 3							X	
5	5.1. Calculo de índices y variables meteorológicos, crecimiento y N					X	X		
	5.2. Calibración del modelo de biomasa						X		
	5.3. Desarrollo y calibración del modelo de N							X	
	5.4. Desarrollo y calibración del modelo integrado de biomasa, N y Clima							X	X

## 7. Plan de inversiones:

		Inversión Requerida								
Objetivo Específicos	Actividad	Año 1 (Bs. F.) Trimestral				Año 2 (Bs. F.) Trimestral				Total
		1	2	3	4	1	2	3	4	
1	1.1.	5000								5000
	1.2.	18615	19615	17615	9375	20181	9375	9375		104151
	1.3.	2960	3960	4960						11880
	1.4.			10000	1500					11500
	1.5.	500				680				1180
	1.6.	4500	6000	6000	1500	6000				24000
2	2.1.	106112								106112
	2.2.	6000	1500	1500	1500					10500
	2.3.			5960	5960	960				12880
	2.4.					500				500
3	3.1.	45000								45000
	3.2.	500	500	500						1500
	3.3.			7500	7500					15000
	3.4.				1500					1500
	3.5.					500	350			850
4	4.1.							5000		5000
5	5.1.					2500	2500			5000
	5.2.						2500			2500
	5.3.							2550		2550
	5.4.								2650	2650
Total		189187	31575	54035	28835	31321	14725	16925	2650	369253

## Personal

Nombre y Apellido	Cargo	Titulo	Tiempo (horas)	Bs./hora	Total mes	Total Año 1	Total Año 2
Norelis Duran	Asistente	TSU	8	390,63	3125	37.500,00	28.125,00
Joel Cañas	Obrero	Bachiller	8	225,1	1800,8	21.610,00	5.403,00
Eliexon Ovalles	Obrero	Bachiller	8	225,1	1800,8	21.610,00	5.403,00
Total						80.720,00	38.931,00

## Equipos

Equipo	Marca	Especificación	Precio
Destilador de agua	Precision	5 Galones/día	11500
Estación Meteorológica	Davis	Solar	26382
Destilador Kjeldahl	Buchi	K350	58000
Computadora escritorio	Lenovo	C300	8500
		Total	104382

### 8. Cronograma de desembolsos:

Rubros	Año 1 Trimestres				Sub Total	Año 2 Trimestres				Sub total	Total
	1	2	3	4		1	2	3	4		
Personal	20115	22615	24115	13875	80720	20181	9375	9375		38931	119651
Materiales y suministros	66730	4500	2500	1000	74730	8180	2850	1050	550	12630	87360
Viáticos Nacionales	1500	500	500	500	3000	2000	2500	6500	2100	13100	16100
Servicios	4960	3960	18420	13460	40800	960				960	41760
Equipos	95882		8500		104382						104382
Total	189187	31575	54035	28835	303632	31321	14725	16925	2650	65621	369253

### 9. Resultados y/o productos esperados:

Dinámica de crecimiento de la planta y distribución del N en el cultivo y la eficiencia del uso de fertilizante por la planta.

Balance hídrico en el agroecosistema plátano, mensual y por ciclo.

Balance de N (entradas, transferencias y salidas) en el agroecosistema plátano.

Estimación de la contribución de la fertilización N aplicada en el agroecosistema plátano en la contaminación ambiental.

Propuesta de modelo de simulación de la dinámica de la planta, nitrógeno y agua.

Generación de conocimientos sobre el funcionamiento del agroecosistema plátano en condiciones del Sur del Lago de Maracaibo, que permitirán el intercambio de saberes con los productores, productoras, técnicos y estudiantes.

#### 10. Beneficios e impacto social, económico, ambiental y científico-tecnológico:

Los usuarios de la información generada son todos los productores y productoras, consejos comunales, instituciones públicas y privadas de la zona sur del lago de Maracaibo relacionadas con la actividad agrícola específicamente con el cultivo del plátano, que representa alrededor de 5000 productoras y productores que permitirá intercambiar las experiencias, conocer y responder a los planteamientos formulados en este trabajo para beneficio de todos al mejorar el manejo integrado del cultivo del plátano e indirectamente se podrán implementar esta experiencia en otras áreas de importancia en la producción de musáceas del país.

El modelo de simulación y los conocimientos generados permitirán que se establezcan grupos de investigación para implementar esta visión del manejo del cultivo proyectando y validando nuevos escenarios de desarrollo de la región en el camino de una agricultura sustentable.

**Descripción breve del proyecto:** El conocimiento de las entradas, salidas y transferencias del agua y nutrientes en los agroecosistemas y sus variaciones en el tiempo, son fundamentales para descifrar su funcionamiento. Este conocimiento, estructurado en modelos de simulación, permite a los investigadores explorar o mejorar alternativas de manejo integrado de los agroecosistemas, favoreciendo la sustentabilidad de la actividad agrícola y su entorno. La producción agrícola tradicional para aumentar y mejorar los rendimientos, induce al uso de agua y fertilizantes, entre otros insumos, en forma continua y masiva, sacrificando muchas veces la eficiencia en el uso de estos recursos. El nitrógeno es uno de los nutrientes más aplicados, pudiendo producir cambios en la naturaleza de los suelos y riesgo de contaminación ambiental por lixiviación, emisiones gaseosas o elevación de concentración de sales en los suelos y capas freáticas. Por otro lado, la eficiencia de absorción del nitrógeno por las plantas rara vez alcanza el 50% de la cantidad aplicada. Para el cultivo de las musáceas (bananos y plátanos), se recomiendan dosis de nitrógeno moderadas a altas, ya que presentan altos requerimientos, pero estudios previos no reflejan que el mismo se esté acumulando en la planta ¿Qué destino tendrá este fertilizante aplicado? En Venezuela, el cultivo del plátano es importante debido a que forma parte de la alimentación básica del pueblo y es generador de empleos directos e indirectos para las familias del medio rural que dependen de este rubro. La zona Sur del Lago de Maracaibo se caracteriza por altas temperaturas y precipitaciones y por un sistema de drenaje que llega al lago de Maracaibo, convirtiéndolo en un sistema frágil propenso a la contaminación. En este proyecto se propone conocer diferentes aspectos del funcionamiento del agroecosistema plátano (*Musa* AAB subgrupo plátano cv. Hartón), considerando la dinámica del crecimiento, el ciclado de nitrógeno y el balance hídrico e integrarlos en un modelo de simulación que pueda ser utilizado a futuro en el manejo agronómico de éste cultivo en el Sur del Lago de Maracaibo. El componente metodológico propuesto, plantea ocho líneas de acción: 1. Evaluación de las entradas de nitrógeno por precipitación, por medio de la instalación de pluviómetros fuera de la plantación y determinación de N en el agua. 2. Medición de la intercepción y distribución espacial de la precipitación efectiva, con la instalación de pluviómetros netos, dentro de la plantación y medición del flujo caular, recolectando muestras para la determinación del Ntotal. 3. Análisis del crecimiento y absorción de nitrógeno por la planta de plátano, por medio de análisis destructivos de la planta, separándola en ocho compartimientos para obtener la biomasa y concentración de N en once etapas de crecimiento. 4. Salida de agua y N por escorrentía superficial, con la instalación de parcelas de escorrentía. 5. Salida por volatilización, utilizando cilindros abiertos para la captura del fertilizante que se pierde por esta vía. 6. Salida de N por lixiviación, instalando lisímetros abiertos a una profundidad determinada por las características del perfil del suelo y la profundidad radicular. 7. Dinámica del N en el suelo en las mismas etapas en que se analizará el crecimiento de las plantas y estableciéndose tres capas de suelo para efectuar los análisis de N total y N mineral. 8. Dinámica del N del fertilizante, con la aplicación de  $^{15}\text{N}$ , en cuatro etapas de crecimiento sincronizadas con las épocas de aplicación del fertilizante. Además se instalará una estación climática en la zona para recolectar datos de radiación, temperatura y precipitación. La información obtenida, permitirá desarrollar y calibrar un modelo de simulación del crecimiento de la planta de plátano, que considere las particularidades de la planta con respecto a la distribución de biomasa y N entre los órganos y en los ciclos sucesivos del cultivo, acoplado a un modelo de nitrógeno y agua adaptado de la literatura.