

- 1.1 TÍTULO:** PROYECTO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN DE GENERACIÓN DE ESTRATEGIAS AGRONÓMICAS PARA EL CULTIVO DE ARROZ Y MAÍZ ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO
- 1.2 RESPONSABLE DEL PROYECTO:** Román Gordon Mendoza (M.Sc. Protección de Cultivos). (40%)
email: gordon.roman@gmail.com
- 1.3 PROGRAMA:** Investigación-Innovación para la competitividad del agronegocio
- 1.4 SUB PROGRAMA:** Gestión del agronegocio
- 1.5 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Diseño e implementación de sistemas integrados resilientes a eventos sociales y climáticos extremos (3)

Sistemas resilientes y sostenibles para contribuir a la competitividad de los sistemas agropecuarios (9)
- 1.6 ÁMBITO AGROECOLÓGICO** Zona 1 (Arco Seco) y Zona 2 (Sequía Intermedia)
- 1.7 TIPO DE INVESTIGACIÓN:** Básica y Aplicada
- 1.8 DURACIÓN:** 4 Años (2020-2023)
- 1.9 SEDE:** Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero (CIA Azuero), Los Santos, Panamá
- 1.10 EQUIPO EJECUTOR:** Luis Alberto Barahona Amores (M.Sc. Suelos y agua) (40%)
Jorge Iván Núñez Cano (M.Sc. Suelos y agua) (5%)
Ana Elida Sáez Cigarruista (M.Sc. Suelos y agua) (15%)
Rubén Darío Samaniego Sánchez (M.Sc. Agricultura Ecológica) (10%)

2. ANTECEDENTES

Panamá es frecuentemente afectado por sequías, inundaciones y deslizamientos. Varias áreas muestran condiciones severas, propensas a la degradación edáfica y ambiental en las que se incluyen al Arco Seco. Estudios demuestran que, durante los periodos de **El Niño Oscilación Sur**, las sequías tienden a ser más frecuentes (Dilley *et al.*, 2005). La Primera Comunicación Nacional de Panamá para la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, identificó la agricultura, recursos hídricos y sistemas marino-costeros como los sectores del país más sensibles al cambio climático. Las medidas de adaptación sugeridas por esos estudios, incluyen el fortalecimiento del desarrollo de nuevas tecnologías de riego y en la conservación y uso racional de recursos hídricos, apoyada en investigación científica y climatológica (ANAM, 2000).

Según el MIDA, la Zona 1 (Arco Seco), se caracteriza por tener una época seca que se extiende por cinco a seis meses, con una precipitación de 1500 mm/año, con suelos del tipo aluvión de costa poco lixiviados; comprende los distritos de Chitré, Parita, Pesé y Santa María en la provincia de Herrera; Pedaquí, Pocrí, Las Tablas, Guararé, Los Santos, en la provincia de Los Santos; parte de Coclé y Panamá Oeste. La Zona 2 (sequía intermedia), se caracteriza por tener una precipitación 1500 a 3000 mm/año y suelos variados; comprende los distritos de Los Pozos, Las Minas y Ocú en la provincia de Herrera; Tonosí y Macaracas en la provincia de Los Santos; incluyendo parte de Coclé, Panamá Oeste, Chiriquí y Veraguas.

El modelado de escenarios de cambio climático para Panamá reveló modificaciones en relación con los patrones de temperatura y precipitación. Estas incluyen un aumento de 2 a 3°C, en tanto que la variación en los patrones de lluvia podría estar en el rango de +/- 10%. En los últimos 50 años la precipitación interanual cayó de 50 a 100 mm por año en un 6 a 10% (ANAM 2011a). Las bajas precipitaciones, combinada con prácticas agrícolas inadecuadas, ha reducido los recursos locales, la capacidad productiva de los suelos y ha causado altas tasas de sedimentación en ríos y quebradas, contribuyendo a crear un escenario de tierra degradada y procesos de erosión que empeoran con el tiempo (Adaptation Fund, 2013).

3. JUSTIFICACIÓN

El arroz y maíz representan dos de los cultivos más importantes en Panamá, en los cuales no somos autosuficientes. En los últimos 10 años en promedio, en Los Santos, se siembran anualmente 8,266 ha, representando el 13% de la producción nacional, mientras que de maíz se siembran 13,688 ha, equivalente al 82% de la producción nacional. Mas del 97% se siembran en esta provincia en secano, expuestos a sequías estacionales. Según este informe, el rendimiento promedio de los 10 últimos años para los cultivos de arroz y maíz en Los Santos fue de 4.39 y 4.34 tha^{-1} , respectivamente (MIDA, 2018).

La Segunda Comunicación Nacional de Panamá para el Cambio Climático, determinó un deterioro por estrés hídrico y térmico principalmente en el maíz. Estudios desarrollados para arroz muestran una tendencia a reducir sus rendimientos. El aumento de la temperatura y las sequias recurrentes podría llegar a exponer los suelos a una severa desertización en el Arco Seco (ANAM, 2011b). Las altas temperaturas (Sáez-Cigarruista *et al.*, 2018; Barahona-Amores *et al.*, 2018), aunado al estrés hídrico (Núñez-Cano *et al.*, 2018; Barahona-Amores *et al.*, 2018), tienen un efecto directo en la fenología de ambos cultivos, influenciando su potencial productivo. Los estreses ambientales también afectan los micro organismos involucrados en el reciclaje de nutrientes en el suelo, afectando su disponibilidad, reduciendo la eficiencia del uso de los fertilizantes, provocando un aumento en las cantidades aplicadas provocando una contaminación ambiental e incrementando costos de producción.

Un modelo de simulación es un programa que permite describir mediante fórmulas matemáticas diferentes procesos, mecanismos e interacciones que ocurren dentro de un sistema biológico (De La Casa y Ovando, 2007). Como herramienta de planificación permiten cuantificar a través de la predicción, el impacto de los procesos de erosión, contaminación por agroquímicos, distintas estrategias ante condiciones de cambio climático y el pronóstico de rendimiento a nivel regional. Son útiles para optimizar prácticas de manejo tales como época de siembra, espaciamiento, uso del agua y planificación de riego. El desarrollo de tecnologías que mitiguen el efecto de la sequía y otras variables climáticas que mejoren la eficiencia de las variedades en el uso de los fertilizantes, producirá beneficios económicos para los agricultores y contribuirá a mitigar el efecto del cambio climático, disminuyendo el uso de agroquímicos, fertilizantes y derivados del petróleo.

4. FINALIDAD

Contribuir al fortalecimiento de la base agrotecnológica de los cultivos de arroz y maíz, por medio de la generación de agro tecnologías que mejoren su competitividad en el agronegocio y sostenibilidad en el tiempo, que nos acerquen a la soberanía alimentaria de estos rubros, haciendo estos sistemas agrícolas más resilientes ante los nuevos escenarios que presenta el cambio climático.

5. PROPÓSITO

Desarrollar información básica y aplicada de los principales cultivares de arroz y maíz, sobre el efecto que tiene la variabilidad climática en su fisiología, eficiencia nutricional y respuesta a los estreses abióticos, para ser utilizados en programas de modelación de cultivos y desarrollar alternativas agronómicas como herramienta para los productores, para hacerle frente a distintos escenarios del cambio climático en la región de Azuero.

6. IDENTIFICACIÓN DE LOS BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

- Los beneficiarios directos de los productos del proyecto serán los investigadores (15), técnicos agropecuarios (30) y educadores (35), que dispondrán de información básica que ayudarán a mejorar los procesos investigativos y/o productivos de los cultivos, además de los productores de maíz (108 en Herrera y 500 en Los Santos) y de arroz (34 en Herrera y 160 en Los Santos), que recibirán tecnologías aplicadas sobre el manejo agronómico del cultivo.
- Los beneficiarios indirectos serán estudiantes universitarios de agronomía (40 del CRUA y 90 del CRULS) y estudiantes de bachiller agropecuario (87 del IPTA Tonosí, 105 del ICSV, 176 del INA, 73 del IPTA Las Minas y 100 del IPTA Los Llanos) en la región de Azuero.

7. PRODUCTOS PROGRAMADOS

Productos Científicos

- Se habrá determinado los coeficientes genéticos de al menos dos cultivares de arroz y dos cultivares de maíz para ser utilizados en modelos de simulación de cultivos en la región de Azuero.
- Se tendrán determinadas las etapas críticas que son afectadas por el déficit hídrico en el maíz.
- Se habrá calibrado y validado el modelo AquaCrop para simulación del cultivo de arroz y maíz bajo diferentes escenarios de cambio climático en la región de Azuero.
- Se habrán determinado las variables climáticas que afectan la producción del cultivo de arroz y maíz en la región de Azuero.
- Se habrán identificado los mecanismos de respuesta fisiológica del cultivo de maíz ante el estrés hídrico en la región de Azuero.

Productos Pre-Tecnológicos

- La aplicación de al menos un bio estimulante en el cultivo de maíz disminuye los efectos del estrés hídrico en el cultivo sembrado en la región de Azuero.
- La determinación de la dosis óptima de nitrógeno en el cultivo de arroz bajo condiciones de secano en de región de Azuero favorece el incremento de al menos 10% del rendimiento de grano del cultivo y reduce la contaminación ambiental.
- Se dispone del conocimiento de cual(es) variables climáticas afectan la disposición de zinc y su aprovechamiento por el cultivo de maíz para propiciar un aumento del rendimiento.
- Al menos 20 profesionales (investigadores, técnicos agropecuarios, profesores universitarios) con capacidades desarrolladas sobre la utilización del modelo AquaCrop lo utilizan para tomar decisiones.

8. ACTIVIDADES

Cuadro 1. Nombre de las actividades a realizar en el Proyecto durante los años 2020 - 2023

Título de la actividad	2020	2021	2022	2023
1. Determinación de los coeficientes genéticos de genotipos de arroz en la región de Azuero, Panamá	X	X		
2. Determinación de los coeficientes genéticos de genotipos de maíz en la región de Azuero, Panamá	X	X		
3. Parcela de validación del modelo AquaCrop para el cultivo de arroz			X	X
4. Parcela de validación del modelo AquaCrop para el cultivo de maíz			X	X
5. Determinación de las dosis óptimas de nitrógeno en arroz con el uso NDVI y clorofilómetro SPAD		X	X	
6. Efecto del cambio climático en la disposición y aprovechamiento del Zn en el cultivo de maíz				X
7. Determinación de las variables agroclimáticas que inciden en el desarrollo del cultivo de maíz a distintas fechas de siembra	X	X	X	X
8. Determinación de las variables agroclimáticas que inciden en el desarrollo del cultivo de arroz a distintas fechas de siembra	X	X	X	X
9. Determinación de las etapas críticas del déficit hídrico en la fenología del cultivo de maíz	X	X		
10. Determinación de los mecanismos fisiológicos de respuesta al déficit hídrico en el cultivo de maíz tratados con bio estimulantes		X	X	
11. Determinación de procesos fisiológicos que adoptan las plantas de maíz como respuesta al déficit hídrico controlado y utilización de un oligosacárido pectico en la semilla.		X	X	
12. Determinación del efecto del déficit hídrico y uso de bio estimulantes en la producción del cultivo de maíz			X	X

13. Difusión del uso del modelo AquaCrop para estimar el efecto del cambio climático en arroz y maíz				X
--	--	--	--	---

9. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

La estrategia del proyecto está basada en generar información sobre efecto del cambio climático para los sistemas de producción de arroz y maíz, mediante la generación de información de cultivos, clima y suelo que permitan una mayor eficiencia productiva, para transferir los conocimientos obtenidos a los técnicos del sector agropecuario público y privado.

9.1 Estrategia Institucional

Para una adecuada coordinación de las acciones que desarrollará el proyecto, en el logro de sus objetivos y metas, se establecerá la siguiente organización:

- **Ámbito Institucional:** El proyecto estará bajo la responsabilidad directa del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).
- **Sede:** El proyecto será ejecutado a través de un equipo interdisciplinario de técnicos generalistas y especialistas en suelo y manejo agronómico de cultivos. La sede estará ubicada en el Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero “Ing. Germán de León”.
- **Ámbito geográfico:** El ámbito geográfico del proyecto será regional y tendrá influencia en la Zona 1 (Arco Seco) y Zona 2 (Sequía Intermedia) según la clasificación agroecológica del MIDA. Los resultados obtenidos podrán tener una aplicación en otras zonas de las tierras bajas de la costa pacífica del istmo de Panamá (Veraguas, Coclé, Chiriquí y Darién).
- **Área temática:** El área temática del proyecto es de manejo agronómico y tendrá que ver con el sistema de producción de arroz y maíz para grano, haciendo énfasis en los componentes de manejo agronómico, manejo de fertilidad, clima, fisiología de vegetal y simulación de cultivos.

9.2 Estrategia Operativa

Cada año se realizarán reuniones con el Comité Técnico del Proyecto donde para discutir los resultados y realizar una evaluación del avance del proyecto y de las metas alcanzadas hasta ese momento. Los reajustes necesarios para alcanzar los logros del proyecto se presentarán a consideración de la Dirección Programa de Investigación e Innovación para la competitividad del Agronegocio del IDIAP. En resumen, la estrategia operativa del proyecto consistirá en lo siguiente:

- Instalación, seguimiento y evaluación en campo, de investigación básica y aplicada de las distintas actividades de investigación.
- Los coeficientes genéticos de arroz y maíz se determinarán calculando los días y el tiempo termal requerido para cumplir cada etapa fenológica.
- La validación del modelo AquaCrop se realizará utilizando los coeficientes genéticos generados para arroz y maíz.
- La determinación de la dosis óptima de N se realizará por medio de regresión entre los rendimientos y las dosis de N aplicada, utilizando Green Seeker y clorofilómetro SPAD.
- El efecto del cambio climático sobre la disponibilidad del Zn se determinará correlacionando el contenido de este nutriente en distintas etapas fenológicas del maíz con factores climáticos.
- Las variables climáticas que inciden en arroz y maíz se determinarán sembrando en distintas fechas con y sin riego y se correlacionarán los rendimientos con los datos meteorológicos.
- Las etapas críticas de estrés hídrico en maíz se determinarán sometiendo el cultivo a estrés en distintas etapas fenológicas. Se determinarán los mecanismos fisiológicos de respuesta a estos estreses. Se utilizarán bio estimulantes que ayuden al cultivo a superar los estreses hídricos.
- Presentación de informes parciales y finales sobre los principales logros y avances del proceso de investigación desarrollado.

10. ESTRATEGIA DE DIFUSIÓN DE AVANCES Y RESULTADOS

- Se realizarán capacitaciones a técnicos involucrados en las cadenas agroalimentarias del arroz y maíz sobre las alternativas de manejo agronómico en arroz y maíz generadas para hacer frente al cambio climático.
- Se publicarán los resultados obtenidos en el proyecto en artículos científicos de revistas con pares.
- Se presentarán los resultados obtenidos en congresos nacionales e internacionales.
- Se presentarán los resultados a las Asociaciones de productores de arroz y maíz de Azuero

11. COSTO DEL PROYECTO

Para lograr los objetivos y metas de este proyecto se realizarán en los siguientes 4 años diferentes actividades de investigación y el mismo se iniciará en el año fiscal 2020. Los costos del proyecto se desglosan en los siguientes puntos.

Cuadro 2. Costo global por año de las actividades a realizar durante el desarrollo del Proyecto

N°	TITULO ACTIVIDAD	COSTO GLOBAL/AÑO				TOTAL
		2020	2021	2022	2023	
1	Determinación de los coeficientes genéticos de genotipos de arroz en la región de Azuero, Panamá	3,500	2,500			6,000
2	Determinación de los coeficientes genéticos de genotipos de maíz en la región de Azuero, Panamá	3,500	2,500			6,000
3	Parcela de validación del modelo AQUACROP para el cultivo de arroz			1,500	1,500	3,000
4	Parcela de validación del modelo AQUACROP para el cultivo de maíz			1,500	1,500	3,000
5	Determinación de las dosis óptimas de nitrógeno en arroz con el uso NDVI y clorofilómetro SPAD		3,500	3,500		7,000
6	Efecto del cambio climático en la disposición y aprovechamiento del Zn en el cultivo de maíz				3,500	3,500
7	Determinación de las variables agroclimáticas que inciden en el desarrollo del cultivo de maíz a distintas fechas de siembra	3,500	2,500	2,500	2,500	11,000
8	Determinación de las variables agroclimáticas que inciden en el desarrollo del cultivo de arroz a distintas fechas de siembra	3,500	2,500	2,500	2,500	11,000
9	Determinación de las etapas críticas del déficit hídrico en la fenología del cultivo de maíz	5,000	5,000			10,000
10	Determinación de los mecánicos fisiológicos de respuesta al déficit hídrico en el cultivo de maíz tratados con bio estimulantes		5,000	5,000		10,000
11	Determinación del efecto del déficit hídrico y uso de bio estimulantes en la producción del cultivo de maíz			3,500	3,500	7,000
12	Difusión del uso del modelo AquaCrop para estimar el efecto del cambio climático en arroz y maíz				1,500	1,500
Totales		19,000	23,500	20,000	16,500	79,000

Cuadro 3. Costo global por partidas anuales de las actividades a realizar en el desarrollo del Proyecto

Objetos del gasto	DESCRIPCIÓN DEL OBJETO DEL GASTO	2020	2021	2022	2023	TOTAL
169	Otros Servicios Comerciales y Financieros	5,000	7,000	7,000	6,000	25,000
231	Impresión, Encuadernación y Otros	50	50	50	250	400
232	Papelería	50	50	50	250	400
239	Otros productos de Papel y Cartón	50	50	50	150	300
241	Abonos y fertilizantes	1,000	1,500	1,500	1,000	5,000
242	Insecticidas, fungicidas y otros	500	700	700	600	2,500
254	Material de Plomería	300	300	300	300	1,200
258	Tuberías y sus Accesorios	500	500	300	300	1,600
262	Herramientas e Instrumentos	200	200	200	200	800
265	Materiales y Suministros de Computadora	200	200	200	200	800
274	Útiles y Materiales Médicos de laboratorio	500	500	500	500	2,000
275	Útiles y Materiales de Oficina	100	100			200
280	Repuestos	100	100	100	100	400
307	Maquinaria y Equipo de Riego	500	500	500	300	1,800
332	Equipo de laboratorio	700	700	700	500	2,600
340	Equipo de Oficina	50	50	50	50	200
370	Maquinaria y Equipos varios.	8,000	10,000	6,800	3,800	28,600
380	Equipo de computación	1,200	1,000	1,000	2,000	5,200
	Totales	19,000	23,500	20,000	16,500	79,000

12. IMPACTO

- **Impacto Económico:** La generación de prácticas agronómicas aplicadas al productor en materia de tolerancia a estrés hídrico por medio de bio estimulantes, dosis óptima de Nitrógeno y manejo de zinc, además de la determinación de fechas optimas de siembra por medio de la simulación de cultivos, tendrán un efecto en la producción del cultivo de arroz y maíz, los cuales podrán ser medibles con análisis de presupuesto parcial (CIMMYT, 1988). Se espera la generación de estas alternativas agronómicas para la región, permitirá que la producción tecnificada tanto del arroz como del maíz aumente alrededor de un 10% del rendimiento con respecto a la media (4.39 y 4.34 tha^{-1} , para arroz y maíz respectivamente), reportada en los últimos 10 años por la Dirección de Agricultura del MIDA en la Región de Azuero.
- **Impacto Social:** La producción de arroz y maíz es realizada tanto por productores comerciales independientes como por la gran mayoría de habitantes de la región rural del país, por lo que al generar información que mitigue el impacto del cambio climático permitirá la continuidad de esta actividad. El mantener esta actividad en el sector rural implica la generación de más de 800,000 días hombres (jornales eventuales), si tomamos en cuenta que por cada hectárea de arroz y maíz se necesitan aproximadamente 20 jornales para cada cultivo para realizar las actividades agronómicas y de cosecha del cultivo.
- **Impacto Ambiental:** La información generada por las investigaciones del proyecto, contribuirá a reducir la contaminación por el uso excesivo de fertilizantes con el manejo adecuado del N y Zn; una menor utilización de agroquímicos al sembrar en fechas óptimas con menor estrés abiótico identificadas con los modelos de simulación y las variables climáticas que afectan los cultivos; un mejoramiento en la microfauna del suelo con la utilización de bio estimulantes para mejorar la tolerancia a estrés hídrico.

13. ARTICULACIÓN CON OTROS ACTORES

- En la formulación de las actividades del Proyecto, se someterá a la discusión y consenso los objetivos perseguidos, con los técnicos que pertenecen a las cadenas agroalimentarias de arroz y de maíz, principales usuarios de los productos del proyecto.
- Se discutirá el objetivo del proyecto con las Asociaciones de Productores de arroz y maíz de Herrera y Los Santos con el fin de obtener su aval y apoyo (anexo).

- La Instalación de los ensayos de evaluación del efecto de la variabilidad climática en los cultivos de arroz y maíz, será realizada tanto en las estaciones experimentales de IDIAP, como en parcelas cedidas por productores colaboradores en las distintas áreas de la Región de Azuero.
- Las Universidades podrán realizar giras técnicas a los distintos ensayos para conocer sobre los diseños experimentales utilizados, análisis estadísticos que se pueden aplicar y conocer en profundidad las alternativas agronómicas que se están evaluando en la ejecución del Proyecto.
- Los estudiantes de colegios agropecuarios podrán hacer práctica profesional con los investigadores que ejecutan actividades del proyecto en distintas localidades, lo cual los instruirá en los conceptos básicos de la investigación y sobre las alternativas agronómicas que se están evaluando en la ejecución del Proyecto.

14. POSIBLES RIESGOS

- Las políticas Estatales dirigidas al sector agropecuario como el financiamiento, regulación de importaciones, precio del producto, entre otras que puedan afectar las cadenas agroalimentarias de arroz y maíz.
- Transición del nuevo gobierno que pueda afectar la estabilidad laboral de los integrantes del equipo de trabajo del proyecto.
- Burocracia que afecta la contratación y pago de planillas de mano de obra transitoria para la instalación y mantenimiento de las investigaciones del proyecto en campo.
- Recortes presupuestarios al monto del proyecto que afecte la compra de insumos y equipos necesarios para la ejecución del proyecto.
- Apoyo logístico institucional de manera oportuna en asignación de vehículos, combustible, preparación de parcelas experimentales y compra de equipo, materiales e insumos.
- Eventos climáticos extremos que afecten de manera directa y negativa la instalación, seguimiento y evaluación de las actividades programadas en el proyecto.

15. VINCULACIÓN CON ÁREAS PRIORITARIAS NACIONALES E INSTITUCIONALES

Existe una estrecha vinculación entre el Proyecto Investigación e Innovación de generación de estrategias agronómicas para el cultivo de arroz y maíz ante el cambio climático, con las prioridades Institucionales del IDIAP establecidas en su Plan Estratégico Institucional (PEI) 2017-2030 y a su vez estas atienden a las áreas prioritarias nacionales.

La formulación del proyecto está basada en el modelo institucional de I+D establecido en el plan estratégico, tomando en cuenta las necesidades, demandas y aspiraciones de los productores, para luego estructurar el proyecto enfocado en las cadenas agroalimentarias de arroz y maíz, con el objetivo de generar conocimientos sobre alternativas agronómicas en los cultivos ante el cambio climático, lo cual se transformarán en tecnologías aplicadas al productor, con mecanismos de difusión que permita llegar el conocimiento a los profesionales y productores de la región, lo cual tendrá un impacto económico, social y ambiental.

Específicamente el proyecto está enfocado en dos líneas de investigación contempladas en el PEI 2017-2030 que son:

- Diseño e implementación de sistemas integrados resilientes a eventos sociales y climáticos extremos.
- Sistemas resilientes y sostenibles para contribuir a la competitividad de los sistemas agropecuarios.

Estas líneas de investigación contribuyen directamente a enfrentar 5 de los 7 desafíos identificados en el PEI 2017-2030, que son:

- Resiliencia.
- La competitividad de sistemas de producción agropecuaria.

- Soberanía alimentaria.
- Reducción de la pobreza.
- Modelos de Investigación e Innovación (I+I).

16. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Adaptation Fund. 2013. Aumento de la Resiliencia al Cambio Climático y la Variabilidad Climática en el Arco Seco y la Cuenca del Canal de Panamá. ANAM. 93 p.
2. Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). 2000. Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. Panamá. 142 p.
3. Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). 2009. Atlas de las tierras secas y degradadas de Panamá. Autoridad Nacional del Ambiente, Gobierno de Panamá. 77 p.
4. Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). 2010. Cuarto Informe de Panamá ante el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Gobierno Nacional de Panamá, UNEP, ANAM. 110 p.
5. Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). 2011a. Atlas Ambiental de la República de Panamá. Gobierno Nacional: Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), Banco Interamericano de Desarrollo (BID) 187 p.
6. Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). 2011b. Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático: ante la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. - 2a ed.- Panamá. 170 p.
7. Barahona-Amores, L; R. Gordón-Mendoza; R. Samaniego-Sánchez & G. Castillo-Vega. 2018. Índice hídrico en arroz bajo condiciones de estrés hídrico y altas temperaturas. Ciencia Agropecuaria no. 29:113-128.
8. Barahona-Amores, L; R. Gordón-Mendoza; R. Samaniego-Sánchez & G. Castillo-Vega. 2018. Coeficiente genético de dos variedades de arroz en distintas fechas de siembra. Ciencia Agropecuaria no. 28:75-92.
9. Buitrago, Andrea M. 2002. Escenarios de cambio climático y evaluación de sus posibles impactos en el comportamiento productivo del cultivo del arroz en la República de Panamá. Tesis de Magíster. Santiago de Chile, Universidad de Chile. 123 p.
10. Camargo, I; Quirós Mc, E; Zachrisson, B. 2014. Innovación tecnológica para el manejo integrado del cultivo de arroz en Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. PAN. 141 p.
11. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. MEX. 79 p.
12. De La Casa, A; Ovando, G. 2007. Integración Del Índice De Vegetación De La Diferencia Normalizada (NDVI) Y Del Ciclo Fenológico De Maíz Para Estimar El Rendimiento A Escala Departamental En Córdoba, Argentina. Agricultura Técnica (Chile) 67(4): 362-371 pp.
13. Dent, J.B. and M.J. Blackie. 1979. Systems simulation in Agriculture. Applied Science Publishers, Ltd, London. 180 p.
14. Dilley, M.; Chen, R.; Deichmann, W.; Lerner-Lam, A.; Arnold, M.; Agwe, J.; Buys, P.; Kjekstad, O.; Lyon, B.; Yetman, G. 2005. Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis. International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank and Columbia University. Washington, DC. USA. 148 p.
15. Gordon, R. 2012. Manejo Integral del Cultivo de Maíz. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). PAN. 18 p.
16. Instituto De Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). 2017. Plan Estratégico Institucional 2017-2030. Dirección Nacional de Planificación, IDIAP. PAN. 37 p.

17. Lobell, D.B., M.B. Burke, C. Tebaldi, M.D. Mastrandrea, W.P. Falcon y R.L. Naylor. 2008. Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. *Science* 319, 607-610 pp.
18. Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA). 2018. Cierre Agrícola del año agrícola 2017-2018. Dirección Nacional de Agricultura. Unidad de Planificación. PAN. 57 p.
19. Mora, J; Ramírez, D; Ordaz, J. L; Acosta, A; Serna, B. 2010. Panamá Efectos Del Cambio Climático Sobre La Agricultura. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) Sede Subregional en México. 74 p.
20. Nuñez-Cano, J; R. Gordón-Mendoza; J. Franco-Barrera; J. Jaén-Villarreal; A. Sáez-Cigarruista; F. Ramos-Manzané & A. Ávila-Guevara. 2018. Índice hídrico de dos cultivares de maíz bajo dos sistemas de siembra. *Ciencia Agropecuaria* no. 29:100-112 pp.
21. Peck, S.L., 2004. Simulation as experiment: a philosophical reassessment for biological modeling. *Trends Ecol. Evol.* 19: 530–534 pp.
22. Sáez-Cigarruista, A; R. Gordón-Mendoza; J. Núñez-Cano; J. Franco-Barrera; J. Jaén-Villarreal; F. Ramos-Manzané & A. Ávila-Guevara. 2018. Coeficientes genéticos de dos cultivares de maíz, Azuero-Panamá. *Ciencia Agropecuaria* no. 29:80-99 pp.

17. ANEXOS



*Asociación de Productores de Arroz de
Los Santos (APALS)*

Teléfono (507) 9958354 e-mail: apals_tonosí@hotmail.com
Tonosí, Provincia de Los Santos, Carretera vía las Tablas

Tonosí, 11 de septiembre de 2019

Para:

Instituto De Investigación Agropecuario De Panamá (IDIAP)

De:

Asociación de Productores de Arroz de Los Santos (APALS)

E. S. M.

Señores de IDIAP, la presente tiene a bien, manifestar nuestro total apoyo a la formulación del proyecto de **Investigación e Innovación de Alternativas Tecnológicas para Arroz y Maíz ante el Cambio Climático**. Nuestra Asociación ha colaborado por muchos años con la investigación que realiza el IDIAP en el cultivo de Arroz, principalmente en el área de Tonosí, donde se ha instalado diferentes ensayos. Queremos seguir formando parte de esta vinculación, para fortalecer los conocimientos en tecnologías agropecuarias, aumentar la productividad y aportar a la producción de alimentos del país; favoreciendo el uso y conservación de los recursos naturales y mitigando la contaminación ambiental.

Sin mas por el momento y reiterando nuestro apoyo, se despide de ustedes.

Atentamente,

Dr. Luis Fernando Ortega

Presidente de APALS





Instituto Profesional y Técnico Agropecuario de Tonosí

Tonosí, Provincia de Los Santos Teléfono 995-8200. Fax 995-8488

<< Estudio y producción para el progreso >>

Nota No. IPTAT – 76 - 2019

El Cacao de Tonosí, 16 de Septiembre de 2019

A QUIN CONCIERNE
Instituto de Investigaciones Agropecuaria de Panamá (IDIAP).
Provincia de Los Santos
En Su Despacho.

Respetados Funcionarios:

ÉXITOS Y SALUDOS.

La presente tiene a bien manifestar nuestro total apoyo a la Formulación del Proyecto de Investigación e innovación de Alternativas Agronómicas para arroz y maíz ante el cambio climático.

Nuestro colegio ha colaborado por más de 8 años con las investigaciones que realiza el IDIAP en los cultivos de arroz y maíz, donde se han instalado y realizado diferentes ensayos en nuestras parcelas. Deseamos seguir formando parte de este convenio y aprovechar los aspectos técnicos e investigativos que desarrolle el IDIAP en beneficio de nuestros estudiantes y docentes.

Sin más, de usted,

Atentamente,

Patricio Adames Hidalgo.

Director Encargado del IPTA de Tonosí.





Cooperativa de Producción Productores Santenos, R.L.

La Honda, Provincia de Los Santos

Telefax: 966-7540

E-mail: cooprosarl@hotmail.com

12 de septiembre 2019.

Señores IDIAP

A quien concierne:

Los programas del proyecto de Investigación e Innovación de Generación de Estrategias Agronómicas para el cultivo de arroz y maíz ante el cambio climático, cuentan con gran importancia, para los productores de esta Cooperativa, con los cuales nos brindan información precisa, sobre los manejos agronómicos, fertilización, fecha de siembra, nuevos materiales, rendimientos y estabilidad de los diferentes cultivares de maíz.

Esperamos seguir contando con el buen desarrollo de proyectos de maíz.

Sin más que agregar y esperando contar con su apoyo.

Atentamente,

Licdo. Cristóbal Acevedo

Gerente Administrativo





ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE MAÍZ Y SORGO
PROVINCIA DE LOS SANTOS

Los Santos, 6 de septiembre de 2019

Señores
IDIAP
Ciudad del Saber
E. S. D.

Estimados Señores:

La Asociación de Productores de Maíz y Sorgo de Los Santos, se complace en notificarles su complacencia por la propuesta del Proyecto de Investigación e Innovación de Generación de Estrategias Agronómica para el cultivo de arroz y Maíz ante el cambio climático que a bien el IDIAP plantea desarrollar para el período 2020-2024. El mencionado proyecto responde atinadamente a las demandas y expectativas tecnológicas de la Asociación de Maiceros de la Región de Azuero, para el mejoramiento tecnológico de este rubro, el cual es de gran importancia para nuestra región.

Por lo antes planteado, la Asociación de Maiceros de Los Santos, está dispuesta a colaborar estrechamente con el IDIAP, en la planificación, ejecución, y seguimiento de todas las actividades que se desarrollan dentro del marco del Proyecto en mención. De antemano le deseamos el mejor de los éxitos en el desarrollo de tan importante proyecto de investigación e innovación que estamos seguros de que dará solución a las principales limitaciones tecnológicas en el cultivo de maíz.

Atentamente,

Prof. Valentín Domínguez
Presidente