

Informe Técnico Anual 2010

PROYECTO 1: DESARROLLO DE TECNOLOGÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN SOBRE BIODIVERSIDAD, SOCIODIVERSIDAD Y ECONOMÍA AMAZÓNICA (SITEC)

Subproyecto 1: Tecnología en sistemas de información sobre biodiversidad, sociodiversidad y economía amazónica.

Indicador 2: Desarrollo y adaptación de herramientas de modelamiento y simulación de distribución de especies de frutales nativos en Loreto y San Martín

Responsable : Ing. José Sanjurjo Vílchez

1. Introducción

Actualmente la Amazonía Peruana enfrenta numerosos problemas que son generados principalmente por la intervención indiscriminada sobre los recursos de flora, fauna y de recursos naturales no renovables como el oro, el petróleo, entre otros. Esta intervención viene reduciendo significativamente la gran Biodiversidad existente en la región.

La obtención de datos suficientes que permitan el análisis objetivo del comportamiento de tal Biodiversidad significa ejecutar numerosos inventarios y muestreos con la finalidad de cubrir el mayor espacio posible del territorio; no obstante, llevar a cabo esta tarea es materialmente imposible por cuanto la extensión de la amazonía (aprox. 75 millones de ha) hace imposible el conseguir recursos financieros suficientes para cumplir con tal labor.

Sin embargo, mediante el modelamiento y la simulación es posible generar aproximaciones que permiten analizar e interpretar el comportamiento de las especies y entender la complejidad de las interacciones entre ellas; proporcionando las bases para el diseño de experimentos y muestreos de alta calidad, reduciéndose, en consecuencia, los costos financieros.

2. Resumen Ejecutivo y Apreciación Global de los Logros Anuales alcanzados

2.1. Resumen Ejecutivo

Reportamos los resultados obtenidos en el proceso de “Desarrollo y adaptación de herramientas de modelamiento y simulación de distribución de especies de frutales nativos en Loreto y San Martín” para ello se utilizaron datos de ubicación (latitud/longitud) de muestras (en total 888 para Loreto y 35 para San Martín) de las especies *Garcinia macrophylla* Mart. (charichuelo liso), *Garcinia madruno* (charichuelo rugoso), *Oenocarpus bataua* Mart (ungurahui), *Plinia clausa* (anihuayo), *Spondias mombin* L. (ubos), *Theobroma subincanum* Mart. (cacahuillo). Estos datos fueron procesados con el software DIVA-GIS a través de la ejecución de la alternativa

“Bioclim/Domain” de la opción “Modeling”, aplicándose el método de análisis “Predict”.

Los resultados obtenidos en el estudio de la distribución espacial de las muestras, para el caso de la región Loreto exhiben una variabilidad significativa a nivel de especies, en tanto que a nivel de provincias manifiestan una concentración importante en la provincia de Maynas, mientras que a nivel de distrito tal concentración se muestra en el distrito de San Juan Bautista. Así mismo, el análisis por áreas de muestreo, revela que la zona cercana a la carretera Iquitos – Nauta ha sido la más muestreada. Para el caso de la región San Martín, la distribución espacial de muestras está condicionada por el pequeño número de muestras y las limitaciones en la dispersión del muestreo de modo que es muy probable que las interpretaciones producidas en este reporte no se ajusten a la realidad, sin embargo se ejecutó el análisis de distribución considerando que DIVA-GIS utiliza información de ubicaciones (latitud/longitud).

Se ensayaron cuatro escenarios por cada especie: a) Escenario Climático Actual: Aplicación de variables bioclimáticas; b) Escenario Climático Actual + Variables Físicas: A las variables bioclimáticas se adiciona capas de información física espacial; c) Escenario Climático Futuro: aplicación de las variables bioclimáticas al año 2020; d) Escenario Climático Futuro + Variables Físicas: A las variables bioclimáticas se adiciona capas de información física espacial.

Los resultados del análisis por Modelamiento y Simulación de la Distribución de especies, que son categorizados en 5 clases (bajo, medio, alto, muy alto y excelente) agrupados en colores, muestran que las áreas (píxeles) seleccionadas en un escenario climático actual, se ven reducidas en un escenario climático futuro. Por otro lado, al incluir variables físicas de Fisiografía, Geología, Geomorfología; los píxeles de una clase tienden a cambiar de clasificación hacia el nivel inmediato inferior.

2.2. Apreciación Global de los Logros Anuales

Los resultados obtenidos durante el período 2010 son los previstos en el indicador respectivo, los mismos contribuyen al logro de los objetivos del programa por cuanto la aplicación (DIVA-GIS) analizada permite el manejo de información sobre localizaciones de especies tales como el de frutales nativos (datos proporcionados por el programa PIBA) generando aproximaciones predictivas sobre su dispersión en función de variables bioclimáticas (Temperatura, Precipitación e Isotermas) y Físicas (Fisiografía, Geología y Geomorfología)

Para la Región Loreto se han generado 24 mapas Predictivos de la Distribución Potencial (Clima Actual, Clima Actual + Variables Físicas, Clima Futuro al 2020, Clima Futuro + Variables Físicas) para seis especies de frutales nativos: *Garcinia macrophylla* Mart. (charichuelo liso), *Garcinia madruno* (charichuelo rugoso), *Oenocarpus bataua* Mart (ungurahui), *Plinia clausa* (anihuayo), *Spondias mombin* L. (ubos), *Theobroma subincanum* Mart. (cacahuillo). En tanto que para la región San Martín se han generado 12 mapas Predictivos correspondientes a 3 especies de frutales nativos: *Oenocarpus bataua*, *Spondias mombin*, *Theobroma subincanum*. Para ambas regiones se han generado mapas de distribución espacial de muestras (distribución de muestras por especies, especies por provincias, muestras por provincias, muestras por distritos, muestras por zonas de interés). Se ha definido las zonas de interés en función

del elemento paisajístico característico del área considerada y de la tendencia de las áreas de colecta de muestras; en las tablas subsiguientes se aprecia tal identificación:

Tabla 1: Zonas de interés en la Región Loreto

| |
|-------------------------|
| Carretera Iquitos-Nauta |
| Río Amazonas |
| Río Huallaga |
| Río Marañon |
| Río Nanay |
| Río Napo |
| Río Pastaza |
| Río Tigre |
| Río Ucayali |

Tabla 2: Zonas de interés en la Región San Martín

| |
|-----------|
| Alto Mayo |
| Biabo |
| Lamas |
| Picota |

3. Listado de Indicadores y Resultados Previstos

3.1. Indicadores

Indicador 2: Desarrollo y adaptación de herramientas de modelamiento y simulación de distribución de especies de frutales nativos en Loreto y San Martín

3.2. Resultados Previstos

- Informe técnico anual.
- Artículo científico.

4. Síntesis de logros a nivel indicador y resultados alcanzados

Los datos materia del análisis fueron obtenidos, en el año 2009, del proyecto “**Caracterización y selección de poblaciones de cinco especies nativas amazónicas: *Theobroma subincanum* Mart. (cacahuillo), *Garcinia macrophylla* Mart. (charichuelo liso), *Spondias mombin* L. (ubos), *Calyptranthes macrophylla* O. Berg. (anihuayo), *Oenocarpus bataua* Mart. (ungurahui) con potencial de mercado para sistemas integrales de producción agroindustrial en la Amazonía Peruana**” que se ejecuta en el Programa de Investigación en Diversidad Amazónica. En el año 2010 se adiciona la especie *Garcinia madruno* (charichuelo rugoso); así mismo la especie *Calyptranthes macrophylla* O. Berg. (anihuayo) es reclasificada como *Plinia clausa*. En este mismo año los miembros del proyecto ejecutan nuevos muestreos (de campo y de recuperación de información) incrementándose la base de datos a 888 unidades muestrales para Loreto y 35 para San Martín.

Estas especies han sido seleccionadas por las razones siguientes:

- a) Se tiene datos sistematizados de las especies consideradas, las que han sido obtenidas en muestreos de campo y de material bibliográfico.

- b) Las especies consideradas poseen una alta importancia en valor nutricional (vitaminas, minerales, proteínas, antioxidantes naturales y otros) en la alimentación humana.
- c) La aplicación DIVA-GIS es un software que ha sido ampliamente utilizado para evaluar la potencialidad de la distribución de especies.

La aplicación (DIVA-GIS) utilizada en las pruebas exhibe opciones variadas para efectuar el análisis de la distribución biológica de los datos disponibles. Por otro lado, la aplicación proporciona varias opciones para el modelamiento de nichos ecológicos o predicción de patrones de distribución de especies, esta última opción sirvió para elaborar los mapas de distribución potencial de las especies de frutales nativos antes señaladas. Para el caso del presente ejercicio se utilizó la opción “Modeling” con la alternativa “Bioclim/Domain”, aplicándose el método de análisis “Predict”

Los procesos de análisis y modelamiento son efectuados en base a la localización (latitud/longitud) de la muestra, así como datos bioclimáticos (precipitación, temperatura e isothermalidad) e información de las variables físicas de Fisiografía, Geología y Geomorfología de las áreas consideradas en el estudio. Utilizándose para ello un Grid de 1 x 1

4.1. Distribución de especies en Loreto

En cuanto se refiere a la distribución espacial de las muestras colectadas, en la tabla 3 se exhibe el número de muestras tomadas por cada una de las especies consideradas en el ensayo con un total de 888 unidades, siendo el más numeroso *Spondias mombin* con 203 unidades muestrales, en tanto que *Garcinia madruno* tiene tan sólo 54. El mapa Nro. 1a gráfica la distribución espacial de las especies

Tabla 3: Número de muestras por especie

| ESPECIE | Nro. de Muestras |
|-----------------------------|------------------|
| <i>Garcinia madruno</i> | 54 |
| <i>Garcinia macrophylla</i> | 139 |
| <i>Plinia clausa</i> | 142 |
| <i>Oenocarpus bataua</i> | 156 |
| <i>Theobroma subincanum</i> | 194 |
| <i>Spondias mombin</i> | 203 |
| Total | 888 |

En la tabla 4 se exhibe el número de muestras por provincias, en esta apreciamos que la provincia de Maynas es la que reúne el mayor número de muestras (459) , mientras que la provincia de Ucayali exhibe únicamente 5 unidades muestrales. En el mapa Nro. 2a podemos apreciar esta distribución espacial.

Tabla 4: Número de muestras por provincias

| PROVINCIA | Nro. de Muestras |
|-------------------------|------------------|
| UCAYALI | 5 |
| ALTO AMAZONAS | 21 |
| DATEM DEL MARAÑÓN | 40 |
| MARISCAL RAMON CASTILLA | 41 |
| LORETO | 121 |
| REQUENA | 201 |
| MAYNAS | 459 |
| Total | 888 |

La tabla 5 exhibe el número de muestras por especie y su ocurrencia en provincias, en esta apreciamos que en la provincia de Maynas ocurre el mayor número de muestras y corresponde a la especie *Plinia clausa* (119); en tanto que el más bajo (1) sucede en la provincia de Requena y corresponde a la misma especie. El mapa Nro. 3a muestra esta distribución.

Tabla 5: Número de muestras por especie por provincias

| ESPECIE | Alto Amazonas | Datem del Marañón | Loreto | Mcal. Ramón Castilla | Maynas | Requena | Ucayali | Total |
|-----------------------------|---------------|-------------------|------------|----------------------|------------|------------|----------|------------|
| <i>Garcinia madruno</i> | | | 4 | | 50 | | | 54 |
| <i>Garcinia macrophylla</i> | 2 | | 22 | 9 | 58 | 48 | | 139 |
| <i>Plinia clausa</i> | | 13 | 6 | 3 | 119 | 1 | | 142 |
| <i>Oenocarpus bataua</i> | 10 | 8 | 2 | 2 | 34 | 100 | | 156 |
| <i>Theobroma subincanum</i> | 4 | 16 | 23 | 19 | 109 | 20 | 3 | 194 |
| <i>Spondias mombin</i> | 5 | 3 | 64 | 8 | 89 | 32 | 2 | 203 |
| Total | 21 | 40 | 121 | 41 | 459 | 201 | 5 | 888 |

La tabla 6 exhibe la distribución de muestras por especies al nivel de distrito, en ella se puede apreciar que en el distrito de Trompeteros se registra la colecta de una sola muestra correspondiente a la especie *Plinia clausa*, la misma que es la más baja en este nivel espacial; mientras que en el distrito de San Juan Bautista se colectaron 175 muestras relacionadas con las seis especies materia del análisis, y que es la colecta más alta. El mapa Nro. 4a, registra información correspondiente a la distribución distrital de las muestras.

Tabla 6: Número de muestras por especies por distritos

| DISTRITO | <i>Garcinia madruno</i> | <i>Garcinia macrophylla</i> | <i>Plinia clausa</i> | <i>Oenocarpus bataua</i> | <i>Theobroma subincanum</i> | <i>Spondias mombin</i> | Total |
|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------|
| A. Amazonas | | | | | | | |
| Lagunas | | | | 3 | | 1 | 4 |
| Santa Cruz | | 2 | | 1 | 2 | 1 | 6 |
| Yurimaguas | | | | 6 | 2 | 3 | 11 |
| Datem del Mar. | | | | | | | |
| Andoas | | | 13 | 8 | 16 | 3 | 40 |
| Loreto | | | | | | | |
| Nauta | 4 | 19 | 5 | 2 | 16 | 13 | 59 |
| Parinari | | | | | | 51 | 51 |
| Tigre | | 3 | | | 7 | | 10 |
| Trompeteros | | | 1 | | | | 1 |

| | | | | | | | |
|--------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| R. Castilla | | | | | | | |
| Pebas | | 9 | 3 | 2 | 19 | 8 | 41 |
| Maynas | | | | | | | |
| Alto Nanay | 1 | 2 | | 3 | 3 | 2 | 11 |
| Belén | 8 | 6 | 107 | | | 16 | 137 |
| Fernando Lores | 1 | 4 | 2 | 9 | 10 | 18 | 44 |
| Indiana | 2 | | | 1 | | 1 | 4 |
| Iquitos | 1 | 1 | | 6 | 3 | 7 | 18 |
| Mazan | 7 | 11 | 5 | 2 | 16 | 7 | 48 |
| Punchana | | 2 | | 8 | 4 | 8 | 22 |
| San Juan Bau. | 30 | 32 | 5 | 5 | 73 | 30 | 175 |
| Requena | | | | | | | |
| Jenaro Herrera | | 11 | 1 | 89 | 6 | 19 | 126 |
| Requena | | 27 | | 1 | | 3 | 31 |
| Sapueña | | 10 | | 10 | 14 | 10 | 44 |
| Ucayali | | | | | | | |
| Sarayacu | | | | | 3 | | 3 |
| Vargas Guerra | | | | | | 2 | 2 |
| Total | 54 | 139 | 142 | 156 | 194 | 203 | 888 |

En la tabla 7 se aprecia que la zona con mayor número de muestras colectadas es la carretera Iquitos-Nauta con 300 ejemplares, siendo la especie *spondias mombin* la más frecuente (112), en tanto que la zona del río Tigre exhibe el más bajo número de muestras (11) siendo la especie *Plinia clausa* la menos colectada (1). El mapa 5a grafica la distribución de muestras a nivel de zona de interés

Tabla 7: Número de muestras por especies por zonas de interés

| Zona de interés | <i>Garcinia madruno</i> | <i>Garcinia macrophylla</i> | <i>Plinia clausa</i> | <i>Oenocarpus bataua</i> | <i>Theobroma subincanum</i> | <i>Spondias mombin</i> | Total |
|-----------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------|------------|
| Río Tigre | | 3 | 1 | | 7 | | 11 |
| Río Huallaga | | 2 | | 10 | 4 | 5 | 21 |
| Río Pastaza | | | 13 | 8 | 16 | 3 | 40 |
| Río Nanay | 2 | 5 | | 17 | 16 | 17 | 57 |
| Río Amazonas | 4 | 7 | 2 | 10 | 10 | 25 | 58 |
| Río Napo | 8 | 20 | 8 | 4 | 35 | 15 | 90 |
| Río Marañón | 4 | 19 | 5 | 2 | 11 | 64 | 105 |
| Río Ucayali | | 48 | 1 | 100 | 23 | 34 | 206 |
| Carr. Iqt-Nau | 36 | 35 | 112 | 5 | 72 | 40 | 300 |
| Total | 54 | 139 | 142 | 156 | 194 | 203 | 888 |

4.2. Distribución de especies en San Martín

La distribución espacial de las muestras colectadas en la región San Martín están referidas a 35 muestras que comparadas con las obtenidas en la región Loreto (888) resulta pequeña, sin embargo y habida cuenta que el software DIVA-GIS utiliza información de ubicaciones (latitud/longitud) para ejecutar el análisis de distribución es que no se descartó su utilidad.

En la tabla 8 se exhibe el número de muestras tomadas por cada una de las especies consideradas en el ensayo con un total de 35 unidades, siendo el más numeroso *Spondias mombin* con 15 unidades muestrales, en tanto que *Theobroma subincanum* tiene tan sólo 6. El mapa Nro. 1b grafica la distribución espacial de las especies

Tabla 8: Número de muestras por especie

| ESPECIE | Nro. de Muestras |
|-----------------------------|------------------|
| <i>Theobroma subincanum</i> | 6 |
| <i>Oenocarpus bataua</i> | 14 |
| <i>Spondias mombin</i> | 15 |
| Total | 35 |

La tabla 9 exhibe el número de muestras por provincias, en esta podemos observar que la provincia de Picota reúne el menor número de muestras (4), mientras que la provincia de Lamas exhibe la más alta (15). En el mapa Nro. 2b podemos apreciar esta distribución espacial.

Tabla 9: Número de muestras por provincias

| PROVINCIA | Nro. de Muestras |
|--------------|------------------|
| PICOTA | 4 |
| MOYOBAMBA | 7 |
| BELLAVISTA | 9 |
| LAMAS | 15 |
| Total | 35 |

La tabla 10 exhibe el número de muestras por especie y su ocurrencia en provincias, en esta apreciamos que la provincia de Lamas ocurre el mayor número de muestras y corresponde a la especie *Spondias mombin*; en tanto que el más bajo (2) sucede en la provincia de Bellavista y corresponde a la especie *Theobroma subincanum*. El mapa Nro. 3b muestra esta distribución.

Tabla 5: Número de muestras por especie por provincias

| ESPECIE | Picota | Moyobamba | Bellavista | Lamas | Total |
|-----------------------------|----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| <i>Theobroma subincanum</i> | 4 | | 2 | | 6 |
| <i>Oenocarpus bataua</i> | | 7 | 7 | | 14 |
| <i>Spondias mombin</i> | | | | 15 | 15 |
| Total | 4 | 7 | 9 | 15 | 35 |

La tabla 11 exhibe la distribución de muestras por especies al nivel de distrito, en ella se puede apreciar que en los distritos de Calzada y Soritor se colectaron 1 sola muestra en cada una de ellos y corresponden a la especie *Oenocarpus bataua*, la misma que es la más baja en este nivel espacial; mientras el distrito de Lamas exhibe la mas alta colecta con 15 muestras todas ellas de la especie *Spondias mombin*. El mapa Nro. 4b, registra información correspondiente a la distribución distrital de las muestras.

Tabla 11: Número de muestras por especies por distritos

| DISTRITO | <i>Theobroma subincanum</i> | <i>Oenocarpus bataua</i> | <i>Spondias mombin</i> | Total |
|-------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------|-----------|
| Bellavista | | | | |
| Alto Biavo | 2 | 7 | | 9 |
| Lamas | | | | |
| Lamas | | | 15 | 15 |
| Moyobamba | | | | |
| Calzada | | 1 | | 1 |
| Soritor | | 3 | | 3 |

| | | | | |
|--------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Moyobamba | 2 | | | 2 |
| Jepelacio | 1 | | | 1 |
| Picota | | | | |
| Shamboayacu | 4 | | | 4 |
| Total | 6 | 14 | 15 | 35 |

En la tabla 12 se aprecia que la zona con mayor número de muestras colectadas es la carretera Iquitos-Nauta con 300 ejemplares, siendo la especie *spondias mombin* la mas frecuente (112), en tanto que la zona del río Tigre exhibe el más bajo número de muestras (11) siendo la especie *Plinia clausa* la menos colectada (1). El mapa 5a grafica la distribución de muestras a nivel de zona de interés

Tabla 12: Número de muestras por especies por zonas de interés

| Zona de interés | <i>Theobroma subincanum</i> | <i>Oenocarpus bataua</i> | <i>Spondias mombin</i> | Total |
|-----------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------|-----------|
| Picota | 4 | | | 4 |
| Alto Mayo | | 7 | | 7 |
| Biavo | 2 | 7 | | 9 |
| Lamas | | | 15 | 15 |
| Total | 6 | 14 | 15 | 35 |

4.3. Modelamiento y Simulación de la Distribución de especies en Loreto y San Martín.

El proceso de modelamiento y simulación, desarrollado con DIVA-GIS, se ha ejecutado, para cada una de las especies, en cuatro escenarios:

1. Escenario Climático Actual: Aplicación de variables bioclimáticas (BIOCLIM) de temperatura, precipitación e isothermalidad.
2. Escenario Climático Actual + Variables Físicas: A las variables bioclimáticas se adiciona las capas de información física espacial de Fisiografía, Geología, Geomorfología.
3. Escenario Climático Futuro: aplicación de las variables bioclimáticas calculadas al año 2020 por WordClim.
4. Escenario Climático Futuro + Variables Físicas: A las variables bioclimáticas calculadas al año 2020 se adiciona las capas de información física espacial de Fisiografía, Geología, Geomorfología.

Los resultados del análisis de modelamiento y simulación son presentados por DIVA-GIS con los pixeles del grid categorizados en 5 clases (bajo, medio, alto, muy alto y excelente) agrupados en colores, que representan los percentiles en que se divide la muestra analizada.

En general, se observa que las áreas (pixeles) seleccionadas durante el análisis de la distribución en un escenario climático actual, experimentan una reducción de la superficie total al ejecutar el análisis en un escenario climático futuro, la tabla 13 muestra los valores encontrados para la región Loreto. Tal reducción se manifiesta en todas la especies excepto en la *Garcinia madruno* que muy por el contrario experimenta un incremento de 17,80 % en el área seleccionada, la comprensión de las causas de este fenómeno escapa a los alcances del presente estudio. Se puede apreciar que *Oenocarpus*

bataua experimenta la mayor reducción con 54,77 % del total del área seleccionada en el escenario climático actual.

Tabla 13: Áreas seleccionadas por escenarios (Loreto)

| ESPECIE | AREA SELECCIONADA (ha) | | Reducción del Área | |
|-----------------------------|------------------------|--------------|--------------------|--------|
| | Clima Actual | Clima Futuro | ha | % |
| <i>Garcinia macrophylla</i> | 5 150 980,74 | 3 525 597,75 | 1 625382,99 | 31,55 |
| <i>Garcinia madruno</i> | 599 216,88 | 705 907,29 | -106 690,41 | -17,80 |
| <i>Oenocarpus bataua</i> | 12 168 669,99 | 5 503 913,54 | 6 664 756,45 | 54,77 |
| <i>Plinia clausa</i> | 3 556 997,75 | 2 231 129,30 | 1 325 868,45 | 37,27 |
| <i>Spondias mombin</i> | 10 476 421,89 | 7 926 253,41 | 2 550 168,48 | 24,34 |
| <i>Theobroma subincanum</i> | 12 645 326,26 | 9 099 875,45 | 3 545 450,81 | 28,04 |

La tabla 14 muestra la superficie de las áreas seleccionadas para la región San Martín. Esta tabla exhibe valores que no varían de un escenario a otro para las especies *Spondias mombin* y *Theobroma subincanum*, en tanto que para la especie *Oenocarpus bataua* tal variación es del 13,34 %; atribuimos este efecto al número muy pequeño (35) de muestras.

Tabla 14: Áreas seleccionadas por escenarios (San Martín)

| ESPECIE | AREA SELECCIONADA (ha) | | Reducción del Área | |
|-----------------------------|------------------------|--------------|--------------------|-------|
| | Clima Actual | Clima Futuro | ha | % |
| <i>Oenocarpus bataua</i> | 63 778,88 | 55 271,23 | 8 507,65 | 13,34 |
| <i>Spondias mombin</i> | 4 247,98 | 4 247,98 | 0 | 0 |
| <i>Theobroma subincanum</i> | 4 236,40 | 4 236,40 | 0 | 0 |

Se observa en los mapas que las áreas (píxeles) seleccionadas en ambos escenarios (climático actual y climático futuro) en una determinada clase, experimentan un cambio en cuanto se refiere a su clasificación al aplicarse las variables físicas (fisiografía, geología, geomorfología), reduciéndose el número en beneficio del nivel inferior inmediato, tal es el caso de los píxeles clasificados como “excelentes” que tienden a desaparecer; sin embargo, para el caso de San Martín esta afirmación no se cumple para las especies *Spondias mombin* y *Theobroma subincanum*, al parecer por efectos del pequeño número y dispersión de las muestras colectadas. Por otro lado, el efecto de la concentración del muestreo en una zona es significativa, puesto que es en estas donde se van a centralizar las áreas (píxeles) clasificadas como “excelentes”.

Los mapas 07a al 29a, grafican los resultados del modelamiento y simulación para la región Loreto, en tanto que los mapas 07b al 17b muestran tales resultados para la región San Martín.

5. Síntesis de los alcances de los indicadores

Población Objetivo Beneficiada: 4 Investigadores, 4 Estudiantes
Bienes y Servicios Entregados: Software y Manual

6. Proyección de resultados o actividades para el año 2011

- Explorar el acopio de un mayor número de localizaciones para la zona de San Martín.
- Ampliar el uso de otras opciones de modelamiento.

- Realizar la evaluación comparativa del uso aplicaciones para el modelamiento y simulación de la distribución de especies tal como DIVA-GIS versus GARP.
- Participación de un Ecólogo de la Vegetación en la evaluación de resultados.
- Realizar el ensayo para otras regiones de la Amazonia Peruana.

7. Conclusiones

- Los resultados obtenidos pueden proporcionar información a los actores académicos para la formulación y planeamiento de inventarios que optimicen la cobertura de áreas de muestreo y los costos financieros de tales muestreos.
- La información resultante puede proporcionar la línea de base para ejecutar diversos análisis SIG con el objeto potenciar las propuestas de conservación de las especies de flora materia del ensayo, principalmente en la región Loreto.
- La información generada puede ser de utilidad a los inversionistas para seleccionar la mejor alternativa para destinar recursos al cultivo de las especies en estudio.
- Los resultados obtenidos pueden proporcionar información relevante a los productores para tomar decisiones con relación a las mejores áreas de siembra de las especies estudiadas.
- El número de muestras y la dispersión del muestreo afectan significativamente los resultados del ensayo, tal es el caso de la región San Martín.
- La interpretación de los resultados debe efectuarse con la participación de un ecólogo de la vegetación.
- Ensayar la aplicación para especies de fauna.

8. Recomendaciones

- Interesar a los investigadores internos sobre el uso de la herramienta DIVA-GIS como instrumento ideal para proporcionar mayor valor y precisión en la formulación de planes de conservación y ejecución de inventarios de flora y fauna.
- Interesar a los actores sociales (académicos, científicos, conservacionistas, inversionistas, productores) en el uso de los resultados del modelamiento y simulación como herramienta de apoyo en la toma de decisiones.
- Contactar, a través de la presidencia, con el INIA-San Martín para explorar las posibilidades de obtención de datos de ubicación de muestras de frutales nativos.
- Contactar con el Ecólogo de la Vegetación Filomeno Encarnación a fin de interesarle en el análisis más detenido de los resultados obtenidos.
- Contactar con la Bióloga Martha Rengifo a fin de conseguir el uso de sus datos de distribución de “pecaris”

9. Anexos

- Loreto

a) Mapas de Distribución espacial

- Mapa 01a: MAPA DE DISTRIBUCION DE MUESTRAS POR ESPECIES – LORETO
- Mapa 02a: MAPA DE DISTRIBUCION DE MUESTRAS POR PROVINCIAS - LORETO

- Mapa 03a: MAPA DE DISTRIBUCION DE MUESTRAS POR PROVINCIAS - LORETO
- Mapa 04a: MAPA DE DISTRIBUCION DE MUESTRAS POR DISTRITOS - LORETO
- Mapa 05a: MAPA DE DISTRIBUCION DE MUESTRAS POR ZONAS DE INTERES - LORETO

b) Mapas de modelamiento y simulación

- 1) Especie de frutal nativo *Garcinia macrophylla* (charichuelo liso)
 - **Mapa 06a:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Garcinia macrophylla* (charichuelo liso) - ESCENARIO CLIMATICO ACTUAL – LORETO
 - **Mapa 07a:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Garcinia macrophylla* (charichuelo liso) - ESCENARIO CLIMATICO ACTUAL + VARIABLES FISICAS* – LORETO
 - **Mapa 08a:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Garcinia macrophylla* (charichuelo liso) - ESCENARIO CLIMATICO FUTURO (2020) – LORETO
 - **Mapa 09a:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Garcinia macrophylla* (charichuelo liso) - ESCENARIO CLIMATICO FUTURO (2020) + VARIABLES FISICAS – LORETO
- 2) Especie de frutal nativo *Garcinia madruno* (charichuelo rugoso)
 - **Mapa 10a:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Garcinia madruno* (charichuelo rugoso) - ESCENARIO CLIMATICO ACTUAL – LORETO
 - **Mapa 11a:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Garcinia madruno* (charichuelo rugoso) - ESCENARIO CLIMATICO ACTUAL + VARIABLES FISICAS* – LORETO
 - **Mapa 12a:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Garcinia madruno* (charichuelo rugoso) - ESCENARIO CLIMATICO FUTURO (2020) – LORETO
 - **Mapa 13a:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Garcinia madruno* (charichuelo rugoso) - ESCENARIO CLIMATICO FUTURO (2020) + VARIABLES FISICAS – LORETO
- 3) Especie de frutal nativo *Oenocarpus bataua* (ungurahui)
 - **Mapa 14a:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Oenocarpus bataua* (ungurahui) - ESCENARIO CLIMATICO ACTUAL – LORETO
 - **Mapa 15a:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Oenocarpus bataua* (ungurahui) -

ESCENARIO CLIMATICO ACTUAL + VARIABLES FISICAS* – LORETO

- **Mapa 16a:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Oenocarpus bataua* (ungurahui) - ESCENARIO CLIMATICO FUTURO (2020) – LORETO
 - **Mapa 17a:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Oenocarpus bataua* (ungurahui) - ESCENARIO CLIMATICO FUTURO (2020) + VARIABLES FISICAS – LORETO
- 4) Especie de frutal nativo *Plinia clausa* (anihuayo)
- **Mapa 18a:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Plinia clausa* (anihuayo) - ESCENARIO CLIMATICO ACTUAL – LORETO
 - **Mapa 19a:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Plinia clausa* (anihuayo) - ESCENARIO CLIMATICO ACTUAL + VARIABLES FISICAS* – LORETO
 - **Mapa 20a:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Plinia clausa* (anihuayo) - ESCENARIO CLIMATICO FUTURO (2020) – LORETO
 - **Mapa 21a:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Plinia clausa* (anihuayo) - ESCENARIO CLIMATICO FUTURO (2020) + VARIABLES FISICAS – LORETO
- 5) Especie de frutal nativo *Spondias mombin* (ubos)
- **Mapa 22a:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Spondias mombin* (ubos) - ESCENARIO CLIMATICO ACTUAL – LORETO
 - **Mapa 23a:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Spondias mombin* (ubos) - ESCENARIO CLIMATICO ACTUAL + VARIABLES FISICAS* – LORETO
 - **Mapa 24a:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Spondias mombin* (ubos) - ESCENARIO CLIMATICO FUTURO (2020) – LORETO
 - **Mapa 25a:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Spondias mombin* (ubos) - ESCENARIO CLIMATICO FUTURO (2020) + VARIABLES FISICAS – LORETO
- 6) Especie de frutal nativo *Theobroma subincanum* (cacahuillo)
- **Mapa 26a:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Theobroma subincanum* (cacahuillo) - ESCENARIO CLIMATICO ACTUAL – LORETO
 - **Mapa 27a:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Theobroma subincanum*

(cacahuillo) - ESCENARIO CLIMATICO ACTUAL + VARIABLES FISICAS* – LORETO

- **Mapa 28a:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Theobroma subincanum* (cacahuillo) - ESCENARIO CLIMATICO FUTURO (2020) – LORETO
- **Mapa 29a:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Theobroma subincanum* (cacahuillo) - ESCENARIO CLIMATICO FUTURO (2020) + VARIABLES FISICAS – LORETO

- San Martin

a) Mapas de Distribución espacial

- Mapa 01b: MAPA DE DISTRIBUCION DE MUESTRAS POR ESPECIES – SAN MARTIN
- Mapa 02b: MAPA DE DISTRIBUCION DE MUESTRAS POR PROVINCIAS - SAN MARTIN
- Mapa 03b: MAPA DE DISTRIBUCION DE MUESTRAS POR PROVINCIAS - SAN MARTIN
- Mapa 04b: MAPA DE DISTRIBUCION DE MUESTRAS POR DISTRITOS - SAN MARTIN
- Mapa 05b: MAPA DE DISTRIBUCION DE MUESTRAS POR ZONAS DE INTERES - SAN MARTIN

b) Mapas de modelamiento y simulación

- 1) Especie de frutal nativo *Oenocarpus bataua* (ungurahui)
 - **Mapa 06b:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Oenocarpus bataua* (ungurahui) - ESCENARIO CLIMATICO ACTUAL – SAN MARTIN
 - **Mapa 07b:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Oenocarpus bataua* (ungurahui) - ESCENARIO CLIMATICO ACTUAL + VARIABLES FISICAS* – SAN MARTIN
 - **Mapa 08b:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Oenocarpus bataua* (ungurahui) - ESCENARIO CLIMATICO FUTURO (2020) – SAN MARTIN
 - **Mapa 09b:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Oenocarpus bataua* (ungurahui) - ESCENARIO CLIMATICO FUTURO (2020) + VARIABLES FISICAS – SAN MARTIN
- 2) Especie de frutal nativo *Spondias mombin* (ubos)
 - **Mapa 10b:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Spondias mombin* (ubos) - ESCENARIO CLIMATICO ACTUAL – SAN MARTIN
 - **Mapa 11b:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Spondias mombin* (ubos) -

ESCENARIO CLIMATICO ACTUAL + VARIABLES FISICAS* – SAN MARTIN

- **Mapa 12b:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Spondias mombin* (ubos) - ESCENARIO CLIMATICO FUTURO (2020) – SAN MARTIN
 - **Mapa 13b:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Spondias mombin* (ubos) - ESCENARIO CLIMATICO FUTURO (2020) + VARIABLES FISICAS – SAN MARTIN
- 3) Especie de frutal nativo *Theobroma subincanum* (cacahuillo)
- **Mapa 14b:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Theobroma subincanum* (cacahuillo) - ESCENARIO CLIMATICO ACTUAL – SAN MARTIN
 - **Mapa 15b:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Theobroma subincanum* (cacahuillo) - ESCENARIO CLIMATICO ACTUAL + VARIABLES FISICAS* – SAN MARTIN
 - **Mapa 16b:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Theobroma subincanum* (cacahuillo) - ESCENARIO CLIMATICO FUTURO (2020) – SAN MARTIN
 - **Mapa 17b:** MAPA PREDICTIVO DE LA DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA ESPECIE DE FRUTAL NATIVO *Theobroma subincanum* (cacahuillo) - ESCENARIO CLIMATICO FUTURO (2020) + VARIABLES FISICAS – SAN MARTIN