

MINISTERIO DE
AGRICULTURA Y GANADERÍA

MINISTERIO DEL
AMBIENTE



GANADERÍA CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE
INTEGRANDO LA REVERSIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE
TIERRAS Y REDUCIENDO LOS RIESGOS DE
DESERTIFICACIÓN EN PROVINCIAS VULNERABLES



DOCUMENTO TÉCNICO

INFORME TÉCNICO DE FIJACIÓN DE CARBONO EN EL SUELO

Descripción del modelo

Quito, Ecuador

Junio, 2020

Proyecto: GCP/ECU/085/GFF – GCPECU/092/SCF

Ganadería Climáticamente Inteligente

Integrando la Reversión de Degradación de Tierras y Reducción del Riesgo de Desertificación en Provincias Vulnerables



Ejecutado por el Ministerio del Ambiente (MAE), Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), con el apoyo técnico de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF).

MINISTERIO DE
AGRICULTURA Y GANADERÍA

MINISTERIO DEL
AMBIENTE



Documento Técnico: informe técnico de fijación de carbono en el suelo

Elaborado por:

Armando Rivera Moncada (Técnico SIG- Proyecto GCI)

Revisado por:

Juan Merino (Coordinador Nacional del Proyecto GCI)

Pamela Sangoluisa (Especialista en Mitigación del Proyecto GCI)

Quito, junio de 2020

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	4
2. ESTRUCTURA DEL MODELO	5
3. PROCESAMIENTO DE DATOS	11
4. RESULTADOS	12
5. LIMITACIONES DEL MODELO	16
6. BIBLIOGRAFÍA.....	17
7. ANEXOS.....	18

ACRÓNIMOS

FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura
GCI	Ganadería Climáticamente Inteligente
GEI	Gases de efecto invernadero
GLEAM	Modelo de Evaluación Ambiental de la Ganadería Mundial
MS	Materia seca
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MAAE	Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador
SIG	Sistemas de Información Geográfica

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto Ganadería Climáticamente Inteligente (GCI) es una iniciativa implementada en conjunto por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Ministerio del Ambiente y Agua (MAAE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), con el financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente (GEF). El objetivo del proyecto es reducir la degradación de la tierra e incrementar la capacidad de adaptación al cambio climático y de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), a través de la implementación de políticas intersectoriales y técnicas de ganadería sostenible, con particular atención en las provincias vulnerables. Entre sus cuatro componentes se destaca la implementación de estrategias de transferencia, difusión e implementación de tecnologías para el manejo ganadero climáticamente inteligente y el monitoreo de las emisiones de GEI y de la capacidad adaptativa en el sector ganadero.

Como parte del componente de mitigación del proyecto GCI, se ha realizado una estimación de carbono secuestrado en el suelo de pasturas, como consecuencia de la implementación de buenas prácticas ganaderas.

La descomposición de material orgánico es de especial relevancia en la actividad agrícola debido su rol en el balance de elementos biogeoquímicos, los cuales son necesarios para el adecuado desarrollo de las plantas. Por tal motivo; se han generado más de 250 modelos que permiten estimar la descomposición de materia orgánica en el suelo, empleando similares ecuaciones aritméticas (Sierra, Müller & Trumbore, 2012).

Uno de los modelos desarrollados y utilizados frecuentemente es RothC; el cual utiliza datos de temperatura, precipitación, evapotranspiración, contenido de arcilla, cobertura vegetal y profundidad del suelo, en conjunto con información de incorporación de material orgánico para definir el contenido de carbono en un período de tiempo establecido. La acumulación de carbono se calcula mediante el análisis de 4 compartimientos activos de descomposición: DPM (material vegetal degradable), RPM (material vegetal resistente), BIO (biomasa microbial) y HUM (material orgánico humificado); y un compartimiento de difícil descomposición IOM (material orgánico inerte) (Coleman & Jenkinson, 1996).

La popularidad de este modelo ha permitido automatizar el proceso de cálculo mediante el uso de una herramienta en R llamada SoilR. Esta herramienta utiliza varios algoritmos, incluido RothC para definir el proceso de descomposición de la materia orgánica. La facilidad de uso del lenguaje de programación R, ha permitido la adaptación y construcción de esta herramienta, a fin de motivar un amplio uso del modelo de cálculo. Sin embargo, sus capacidades computacionales se ven limitadas ante el uso de otros lenguajes como C (Sierra, Müller & Trumbore, 2012).

En este contexto, el proyecto GCI ha generado un modelo adaptado a la realidad de las zonas de intervención para estimar la acumulación de carbono en el suelo durante la fase de campo en las 165 fincas piloto. Para este propósito, se ha adaptado las herramientas desarrolladas con el modelo GLEAM (FAO, 2017b) para cuantificar emisiones directas de gases de efecto invernadero, y la implementación del software RothC para estimar el secuestro de carbono por cada uno de los años de implementación de prácticas ganaderas.

2. ESTRUCTURA DEL MODELO

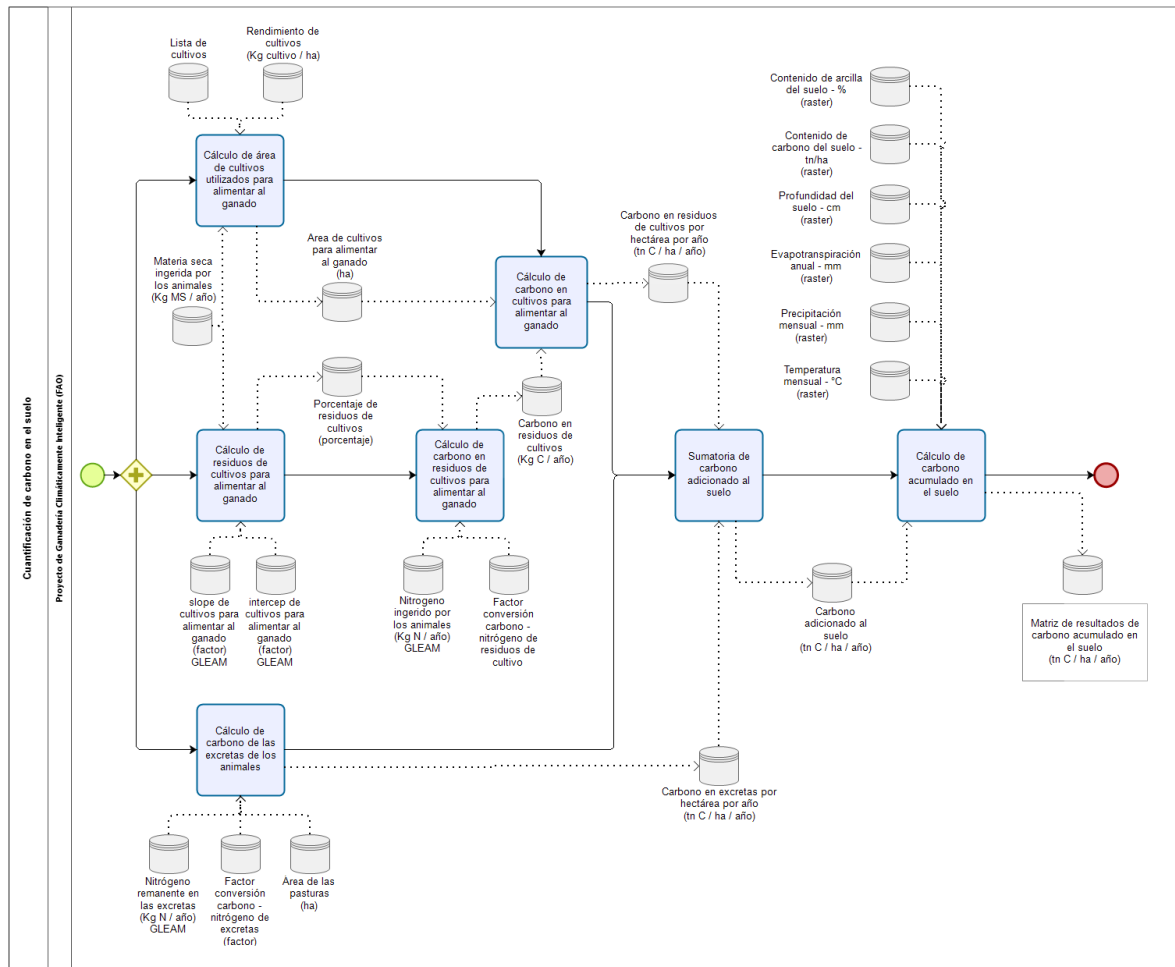


Figura 1. Flujo de proceso del funcionamiento de la herramienta para el cálculo de carbono en el suelo de la finca

Figura 1.

El modelo de cálculo de carbono en el suelo utiliza dos modelos de procesamiento de datos (GLEAM y SoilR), integrados en un script de automatización construido en R. A continuación se detalla cada uno de los modelos utilizados:

2.1 GLEAM

El Modelo de Evaluación Ambiental de la Ganadería Mundial (GLEAM por sus siglas en inglés), es una guía para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la producción pecuaria. Esta guía incorpora algoritmos que permiten modelar las diferentes etapas de desarrollo de los animales y estimar los gases que se producen de la actividad productiva (FAO, 2017a).

En el proceso de cálculo de carbono, utilizamos parte del modelamiento GLEAM para estimar los siguientes parámetros: cantidad de materia seca de alimentos ingeridos por los animales, cálculo de residuos de cultivos, cantidad de nitrógeno ingerido por los animales y la cantidad de nitrógeno remanente en las excretas.

2.1.1 Datos de entrada de GLEAM

Los datos de entrada para generar los datos del modelo GLEAM se presentan en una matriz, cuyas secciones se describen en los cuadros 1 al 7.

Cuadro 1: Sección de datos generales de la matriz de entrada

Variable	Descripción
fecha	Año de evaluación. Se puede incluir una fecha específica o período
finca	Nombre de la finca
latitud	Coordenada latitud de la ubicación de la finca*
longitud	Coordenada longitud de la ubicación de la finca*
producto	Tipo de producción, opciones: Carne, Leche**
sistema_productivo	Tipo de sistema productivo, opciones: Marginal, Mercantil, Combinado, Empresarial***

* Las coordenadas geográficas son necesarias, ya que los datos de temperatura y lixiviación se extraen con estos datos

**Escribir una sola opción. Debe ser escrita conservando el formato, es decir la primera letra en mayúsculas y el resto en minúsculas.

***Escribir una sola opción. Debe ser escrita conservando el formato, es decir la primera letra en mayúsculas y el resto en minúsculas. Los sistemas se basan en la Metodología de valoración de tierras rurales (MAGAP & PRAT, 2008): Marginal (prácticas de manejo tradicionales, principal fuente de ingresos no proviene de la finca, genera pocos excedentes para la venta de productos), Mercantil (una parte de la producción es para autoconsumo y los excedentes generados se intercambian en el mercado a través de terceros, la principal fuerza de trabajo en la finca es familiar, bajos niveles de tecnificación), Combinado (semi-tecnificado, la principal fuerza de trabajo en la finca es asalariada, los productos generados en la finca son comercializados constantemente), Empresarial (altamente tecnificado, la principal fuerza de trabajo en la finca es asalariada, producción destinada a la agroindustria y mercado de exportación).

Cuadro 2: Sección de número de animales por categoría de la matriz de entrada

Variable	Descripción
vacas	Número de hembras adultas (mayores a 2 años) en el año, incluidas en producción y secas*
vacas_produccion	Número de hembras adultas que estén produciendo leche*
vaconas	Número de hembras entre 1 y 2 años
terneras	Número de hembras menores a 1 año
toros	Número de machos adultos (mayores a 2 años)
toretos	Número de machos entre 1 y 2 años
terneros	Número de machos menores a 1 año

* El número promedio total animales que se tuvo durante el año de evaluación, sin incluir animales que se vendieron, descartaron o que murieron.

Cuadro 3: Sección de parámetros de mortalidad y salida de animales de la matriz de entrada

Variable	Descripción
vacas_muertas	Número de vacas que murieron en el año
terneras_muertas	Número de terneras que murieron en el año
toros_muertos	Número de toros que murieron en el año
terneros_muertos	Número de terneros que murieron en el año
vacas_faenadas	Número de vacas que se faenaron en el año
vacas_vendidas	Número de vacas que se vendieron en el año
toros_faenados	Número de toros que se faenaron en el año
toros_vendidos	Número de toros que se vendieron en el año

* El número total de animales que salieron durante el año de evaluación.

Cuadro 4: Sección de parámetros de fertilidad y pesos de la matriz de entrada

Variable	Descripción
partos_totales	Número de partos totales que hubo en el hato
edad_primer_parto_meses	Edad promedio del primer parto de vacas (expresado en meses)**
peso_vacas	Peso promedio en kg de las vacas*
peso_terneritas	Peso promedio en kg de las terneritas al nacimiento*
peso_toros	Peso promedio en kg de los toros*
peso_terneritos	Peso promedio en kg de los terneritos al nacimiento*
peso_sacrificio_vaconas	Peso promedio en kg de las vaconas al sacrificio o venta*
peso_sacrificio_toretos	Peso promedio en kg de los toretos al sacrificio o venta*

*Todos los pesos se ingresan en kilogramos.

**Edades y período se ingresan en meses.

Cuadro 5: Sección de parámetros productivos de la matriz de entrada

Variable	Descripción
grasa_leche	Porcentaje de grasa en la leche*
proteina_leche	Porcentaje de proteína en la leche**
produccion_leche_litro_animal_dia	Producción de leche promedio en litros por animal por día
periodo_lactancia_meses	Período de lactancia promedio***

*Valores por defecto: región costa = 3.98, región sierra = 3.72, región amazónica = 3.17

**Valores por defecto: región costa = 3.42, región sierra = 3.01, región amazónica = 2.91

***Edades y período se ingresan en meses.

Cuadro 6: Sección de manejo de excretas de la matriz de entrada

Variables	Descripción
excretas_sin_manejo	Porcentaje de las excretas que son dejadas en los potreros sin manejo
excretas_dispersion_diaria	Porcentaje de las excretas que son dispersadas diariamente en los potreros
excretas_liquido_fango	Porcentaje de las excretas que es almacenado con un mínimo agregado de agua fuera del lugar en el que están los animales, usualmente por períodos menores a un año
excretas_compostaje	Porcentaje de las excretas que se utiliza para la fabricación de abonos orgánicos con volteo frecuente para mezclado y aireación
excretas_digestor_anaerobico	Porcentaje de las excretas que se recogen en un tanque contenedor o laguna cubierta de manera anaeróbica (sin presencia de aire). Por lo general, los digestores se diseñan para descomponer los desechos, produciendo biogas que es capturado y usado como combustible
excretas_lote_secado	Porcentaje de las excretas que se acumulan en un área abierta sin cobertura vegetal
excretas_almacenamiento_solido	Porcentaje de las excretas que se almacena en camas, típicamente por un período de varios meses. El estiércol se puede apilar debido a la presencia de una cantidad suficiente de material de cama o la pérdida de humedad por evaporación
excretas_laguna_anaerobica	Porcentaje de las excretas que se almacenan de forma líquida en lagunas diseñadas para estabilizar los residuos y almacenar. El almacenamiento es por largos períodos de un año o más. El líquido de la laguna es utilizado como fertilizante
excretas_incinerada	Porcentaje de las excretas que se secan y se queman como combustible

* La suma de los porcentajes del manejo de las excretas debe sumar 100.

En la sección detalla en el cuadro 7, se debe incorporar información porcentual de hasta 10 tipos de alimentos que conforman la canasta alimenticia de los animales. Los detalles y número de identificación de cada alimento se muestran en el cuadro 8.

Cuadro 7: Sección de datos de alimentación de la matriz de entrada

Variables	Descripción
alimento1_nombre	ID del alimento 1*
alimento1_vacas	Porcentaje de la canasta alimenticia de las vacas que corresponde al alimento 1
alimento1_otros	Porcentaje de la canasta alimenticia de otras categorías (toros, vaconas, toretes, terneros y terneras) que corresponde al alimento 1
alimento1_digestibilidad	Porcentaje de digestibilidad del alimento 1
alimento1_proteina	Porcentaje de proteína del alimento 1
alimento2_nombre	ID del alimento 2*
alimento2_vacas	Porcentaje de la canasta alimenticia de las vacas que corresponde al alimento 2
alimento2_otros	Porcentaje de la canasta alimenticia de otras categorías (toros, vaconas, toretes, terneros y terneras) que corresponde al alimento 2
alimento2_digestibilidad	Porcentaje de digestibilidad del alimento 2
alimento2_proteina	Porcentaje de proteína del alimento 2

* Reportar ID 999 en caso de pasto normal, ID 998 en caso de pasto de corte y ID 997 en caso de mezcla forrajera. Estas dos últimas opciones toman el promedio de los pastos que conforman la mezcla.

El cuadro 8 y 9 muestra los datos de las principales fuentes de alimento de la canasta alimenticia en Ecuador, de acuerdo a diferentes fuentes literarias con la colaboración de personal de la Subsecretaría de Producción Pecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

Cuadro 8 : Porcentaje de digestibilidad y contenido de nitrógeno de los principales pastos de Ecuador

ID	name	digestibility_percentage_min	digestibility_percentage_max	nitrogen_content_min	nitrogen_content_max
999	Ninguno	33.00	33.00	19	19
999	Achicoria	61.78	61.78	19	19
999	Alfalfa	68.84	68.84	19	19
999	Brachiarias	46.95	72.10	19	19
999	Estrella	33.00	70.00	19	19
999	Festuca	66.50	66.50	19	19
999	Gramalote	51.46	58.90	19	19
999	Kikuyo	42.20	65.90	19	19
999	King grass	46.32	72.70	19	19
999	Llantén	56.64	59.67	19	19
999	Maní forrajero	52.65	64.87	19	19
999	Maralfalfa	60.29	74.14	19	19
999	Pasto azul	49.41	56.64	19	19
999	Pasto miel	55.70	69.30	19	19
999	Rye grass	49.51	69.75	19	19
999	Saboya	50.20	70.00	19	19
999	Trébol blanco	51.16	74.70	19	19
999	Trébol rojo	61.32	66.78	19	19

Cuadro 9: Porcentaje de digestibilidad, contenido de nitrógeno, materia seca de los principales alimentos suplementarios en Ecuador

ID	Nombre	% digestibilidad	% nitrogeno	% materia seca	Rendimiento (kg/ha)	cn_ratio	slope	intercept
7	balanceado	83.55	30.32	87.05	7367.22	41.94	0.89	712.35
8	heno o ensilaje de pasto	52.00	14.00	33.02	1791.34	24.71	0.25	0.00
10	heno o ensilaje de leguminosas y pasto	54.00	23.00	20.58	1116.47	24.71	0.25	0.00
11	ensilaje de alfalfa	60.30	29.00	23.57	1278.67	10.24	0.25	0.00
13	ensilaje de maíz	68.70	14.00	27.42	5675.94	64.00	1.03	610.00
14	residuos de trigo	45.20	6.00	32.70	486.50	56.05	1.51	520.00
15	residuos de maíz	57.60	10.00	25.00	4500.00	64.00	1.03	610.00
18	residuos de arroz	46.50	6.00	21.15	817.23	74.33	0.95	2460.00
19	residuos de otros granos	44.40	6.66	86.43	951.28	22.00	1.13	850.00
20	residuos de cana	54.50	9.00	32.70	24353.02	61.60	0.28	0.00
22	granos de maíz	85.90	16.00	86.43	2898.94	64.00	1.03	610.00
29	melaza	82.50	9.40	70.60	52578.69	61.60	0.28	0.00
33	palmiste	71.20	27.00	88.00	10855.01	55.60	0.00	0.00
66	subproductos de cerveza	60.60	47.20	88.60	1169.20	80.00	0.98	590.00
999	pasto	-	-	-	1256.43	24.71	0.25	0.00

Los datos del balanceado tipo se pueden ver en el anexo 3.

2.1.2. Datos de salida GLEAM

Los datos de salida del proceso GLEAM se muestran en el cuadro 10.

Cuadro 10: Variables de salida del proceso GLEAM para el cálculo de carbono en el suelo

variable	descripción	unidad
cantidad de materia seca de alimentos ingeridos por los animales	Basado en la alimentación de los animales, GLEAM proyecta el contenido de materia seca ingerido por cada categoría de animales	Kg MS / año
residuos de cultivos	GLEAM utiliza dos variables (slope e intercept) para calcular los residuos de un cultivo, utilizando la siguiente fórmula: Porcentaje de MS de residuos = MS ingerida * slope + intercept	Porcentaje
nitrógeno ingerido por los animales	Con los valores de porcentaje de nitrógeno de los alimentos, GLEAM calcula el valor ingerido en la dieta	Kg N / año
nitrógeno remanente en las excretas	Mediante un modelamiento del flujo de nitrógeno en el sistema productivo, GLEAM calcula la cantidad remanente del nitrógeno excretado que no se volatiliza	Kg N / año

2.1.3 Cálculo de carbono que se adiciona al suelo

A partir de los datos de salida del modelo GLEAM, se calcula el carbono que ingresa al suelo a partir de los residuos de cultivos y pastos, utilizados para la alimentación del ganado; y el proveniente de las excretas. Todo el proceso se realiza mediante las siguientes fórmulas:

Cálculo de área sembrada del cultivo (i) para la alimentación del ganado:

MS rendimiento cultivo (i) (kg MS/ha) = rendimiento del cultivo(i) (kg/ha) * % materia seca del cultivo (i) (%)

MS ingerida (i)(kg MS/año) = materia seca ingerida (kg MS/año) * % cultivo (i) en la dieta (%)

Área cultivo (i) (ha) = MS ingerida (i)(kg MS/año) / MS rendimiento cultivo (i) (kg MS/ha)

Cálculo del carbono proveniente del cultivo (i) para la alimentación del ganado:

Carbono ingerido (i)(kg C/año) = nitrógeno ingerido (i)(kg N/año)* (C/N ratio) del cultivo(i)

Residuos de cultivo (i) (kg/año) = materia seca ingerida (i) (kg MS/año) * slope (i) + intercept (i)

Carbono de residuos (i) (kg C/año) = Carbono ingerido (i)(kg C/año) * Residuos de cultivo (i) (kg/año) / total ingerido (i) (kg/año)

Carbono adicionado de residuos (i) (kg C/año/ha) = Carbono de residuos (i) (kg C/año) / Área cultivo (i) (ha)

Total carbono adicionado de residuos (kg C/año/ha) = Σ Carbono adicionado de residuos (i1+i2+i3...) (kg C/año/ha)

Carbono adicionado de cultivos (tn C/año/ha) = Total carbono adicionado de residuos (kg C/año/ha) * 1000000

Cálculo del carbono proveniente de las excretas del ganado:

Carbono de excretas (kg C/año) = nitrógeno de excretas (kg N/año) * (C/N ratio) de excretas

Total carbono adicionado de excretas (kg C/año/ha) = Carbono de excretas (kg C/año) / Área de pastos (ha)

Carbono adicionado de excretas (tn C/año/ha) = Carbono adicionado de excretas (kg C/año/ha) * 1000000

Carbono adicionado al suelo (tn C/año/ha) = Carbono adicionado de cultivos (tn C/año/ha) + Carbono adicionado de excretas (tn C/año/ha)

2.2 SoilR

El segundo modelo utilizado en la estimación de carbono en el suelo es SoilR. Este software desarrollado en R pudo ser integrado en el proceso de automatización, ya que la herramienta de automatización fue desarrollada en el mismo lenguaje de programación.

2.2.1 Datos de entrada de SoilR

Los datos de entrada del software SoilR se describen en el cuadro 11.

Cuadro 11. Descripción de datos de entrada del software SoilR utilizado para calcular la acumulación de carbono en el suelo.

Datos de entrada	Detalles
Precipitación mensual	<p>Descripción: Reporta la precipitación promedio mensual en isoyetas a nivel nacional. Estos datos fueron presentados en la Tercera Comunicación del Ministerio del Ambiente. Se procedió a extraer el dato de acuerdo a la ubicación de la finca y se construyó una matriz con la precipitación promedio en mm de cada uno de los meses del año.</p> <p>Unidad: mm</p> <p>Formato: Raster</p> <p>Año: 2017.</p> <p>Fuente: Ministerio del Ambiente (2017).</p>
Temperatura mensual	<p>Descripción: Se reporta la temperatura promedio mensual a nivel nacional. Esta información reportada en la Tercera Comunicación del Ministerio del Ambiente. Se procedió a extraer el dato de acuerdo a la ubicación de la finca y se construyó una matriz con la precipitación promedio en mm de cada uno de los meses del año.</p> <p>Unidad: °C</p> <p>Formato: Raster</p> <p>Año: 2017.</p> <p>Fuente: Ministerio del Ambiente (2017).</p>
Evapotranspiración anual	<p>Descripción: Se presentan los datos de evapotranspiración nacional. Este producto fue desarrollado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, el Instituto Espacial Ecuatoriano y Senplades. Para obtener el dato de la finca, se procedió a extraer el dato de acuerdo a la ubicación.</p>

Datos de entrada	Detalles
	Unidad: mm Formato: Raster Año: 2011. Fuente: MAG, IEE & SENPLADES (2011).
Profundidad efectiva del suelo	Descripción: Se construyó un raster a partir del atributo “profundidad efectiva” del Mapa de Geopedología. A partir de este raster, se procedió a extraer el dato de acuerdo a la ubicación de la finca. Unidad: cm Formato: Raster Año: 2018. Fuente: MAGAP. (2018).
Porcentaje de arcilla	Descripción: Se construyó un raster a partir del atributo “textura” del Mapa de Geopedología, considerando el porcentaje de arcilla de cada tipo de suelo. Para obtener el dato de la finca, se procedió a extraer el dato de acuerdo a la ubicación. Unidad: % Formato: Raster Año: 2018. Fuente: MAGAP. (2018).
Contenido de carbono del suelo	Descripción: Se presenta los datos del estimado de contenido de carbono en el suelo. Este dato es necesario para identificar un punto de partida a partir del cual se acumula carbono. Para obtener el dato de la finca, se procedió a extraer el dato de acuerdo a la ubicación. Unidad: tn / ha Formato: Raster Año: 2018. Fuente: MAG & FAO. (2018).
Carbono adicionado al suelo	Descripción: Cálculo realizado en la sección 1.2.2 Unidad: tn / ha

*Los datos de C/N ratio y las fuentes de información se describen en el anexo 1.

**Los datos de rendimientos de cultivos y su fuente de información, se describen en el anexo 2.

2.2.2 Datos de salida de SoilR

El proceso de cálculo de SoilR genera una matriz con la proyección de la acumulación de carbono en un período determinado. Cada fila de la matriz representa un mes de acumulación y muestra los datos de cada uno de los cuatro compartimentos de descomposición (DPM, RPM, BIO y HUM), así como del compartimento de difícil descomposición IOM.

Las características descritas en el cuadro 11 generan un flujo de acumulación de carbono en los suelos, el cual está directamente relacionado al carbono inicial del suelo. La sumatoria de los datos de los compartimentos de descomposición darán como resultado el carbono acumulado en el suelo. Si a este valor se le suma el valor inicial, se puede obtener el CARBONO TOTAL presente en el suelo.

3. PROCESAMIENTO DE DATOS

El cálculo del carbono en el suelo se realizó con información de cada una de las 165 fincas piloto del proyecto GCI, utilizando datos productivos y de ubicación de las fincas. Este proceso incluyó como fuentes de alimentación solo el pasto natural y las mezclas forrajeras; esto debido a que los registros de las 165 fincas piloto muestran que cerca del 80 % de la ración alimenticia de los animales está constituido por pastos. Además, el desconocimiento del origen de otros cultivos para la alimentación del ganado podría generar una sobreestimación del secuestro de carbono en la superficie ganadera.

El cuadro 12 muestra los datos de rendimiento, carbono-nitrógeno ratio, slope e intercept utilizados para los pastos durante el proceso de cálculo de carbono:

Cuadro 12. Parámetros de los pastos utilizados antes y durante la intervención de las fincas.

Parámetro	sin intervención	con intervención
Rendimiento	1256.43 kg/ha	2617.08 kg/ha
CN ratio	24.71	24.71

Parámetro	sin intervención	con intervención
Slope	0.25	0.25
Intercept	0.00	0.00

La fuente de información se detalla en el anexo 1 y 2

Cabe señalar que la relación carbono-nitrógeno utilizada para excretas es de 19.39. La fuente de información de este dato se detalla en el anexo 1.

El cálculo de carbono en los pastizales se generó con datos de manejo productivo de las 165 fincas piloto para los años 2017 (año sin intervención) y 2018, 2019, 2020 y 2021 (años con intervención del proyecto).

Para el año 2017, se utilizó una matriz de datos levantados previo a la intervención del proyecto en la sección GLEAM. Adicionalmente, para el cálculo de carbono adicionado al suelo, se utilizaron los datos “sin intervención” de los pastos (ver cuadro 12). Por último, en la sección SoilR, para el contenido inicial de carbono del suelo, se extrajeron los datos del raster que se indica en el cuadro 11. Esto permitió generar por cada una de las fincas un dato de acumulación de carbono y un dato de carbono total (ver sección 1.2.3.2).

Para el año 2018, se utilizó una matriz con los datos productivos levantados tras el primer año de intervención. Además, se utilizaron los datos “con intervención” para el cálculo del carbono adicionado al suelo. En la sección SoilR, el contenido inicial del carbono en el suelo utilizó el dato de carbono total generado del año 2017.

Para los años 2019, 2020 y 2021 se utilizó la misma metodología que el año 2018, teniendo en cuenta que al contenido de carbono inicial del suelo se le asigna el carbono total calculado del año anterior.

4. RESULTADOS

En la extracción de datos de carbono inicial del raster, muestra que las provincias de Imbabura, Morona Santiago y Napo presentan los valores más altos de contenido de carbono en el suelo, superando las 60 t/ha. Esto se debe principalmente a la incorporación y descomposición de material orgánico en estas tres provincias. En Imbabura se debe a la actividad agrícola y en las provincias de la amazonía se le atribuye a la presencia de vegetación arbórea (ver figura 2). Adicionalmente, se puede observar que los suelos de Guayas presentan los valores más bajos de carbono (cerca de 30 t/ha), atribuible a la desertificación de los suelos, poca profundidad efectiva de los mismos y debido principalmente a que la producción ganadera en esta provincia se realiza sin manejo en zonas de bosque seco (tenedores de ganado).

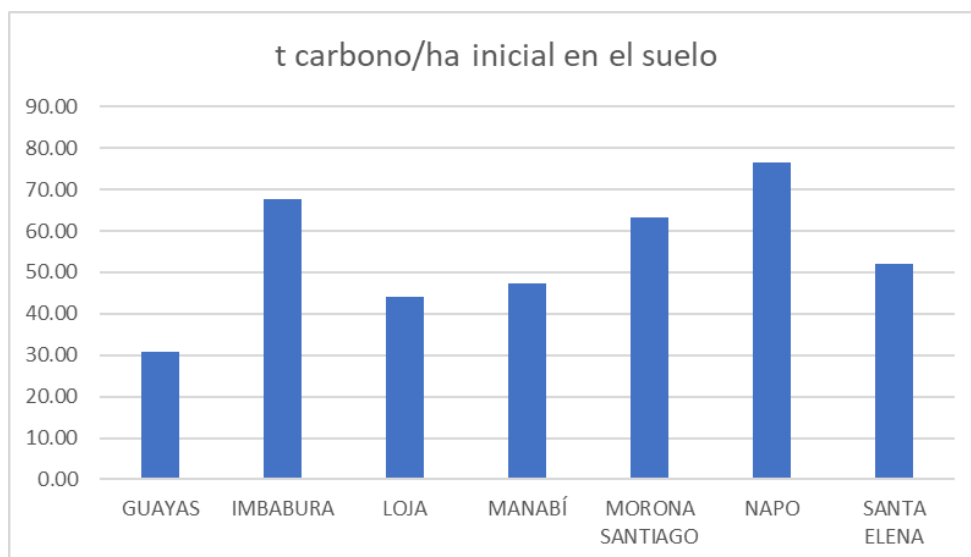


Figura 2. Promedio del contenido inicial de carbono por provincia.

Los resultados del análisis de la acumulación de carbono de los 4 compartimientos activos de descomposición: DPM, RPM, BIO y HUM están asociados directamente a la actividad ganadera, principalmente al carbono proveniente de residuos de cultivos y de las excretas de los animales. Es decir que las buenas prácticas se ven reflejadas en el comportamiento de esta variable. En la figura 3 se muestran estos resultados y se puede observar un aumento considerable en todas las provincias durante el primer año de intervención del proyecto (2018) en relación al 2017 cuando no hubo intervención. Estos datos muestran el fuerte trabajo de intervención en prácticas de rehabilitación de pastos y suplementos alimenticios de los animales.

Es importante destacar, el aumento considerable durante el 2019 en las provincias de Guayas y Loja, las cuales pasan de cerca de 0.5 t/ ha en 2018, a cerca de 1.3 t/ha. Guayas trabajó en temas de siembra y resiembra de pasturas, así como en prácticas de división de potreros; esto llevó a reducir los tiempos de consumo, aumentando los residuos de pasturas que se reincorporan al suelo. Por otro lado, en Loja se incorporaron prácticas para mejorar la digestibilidad de los pastos, mediante implementación de mezclas forrajeras durante el 2019 y prácticas en el manejo del estiércol, lo que generó menos emisiones de parte de este rubro, permitiendo que se incorporen de mejor manera en el suelo.

Es evidente observar que durante los años 2020 y 2021 existe una acumulación de carbono similar a la del 2019; asociado a un manejo continuo de la actividad ganadera con buenas prácticas en temas de alimentación.

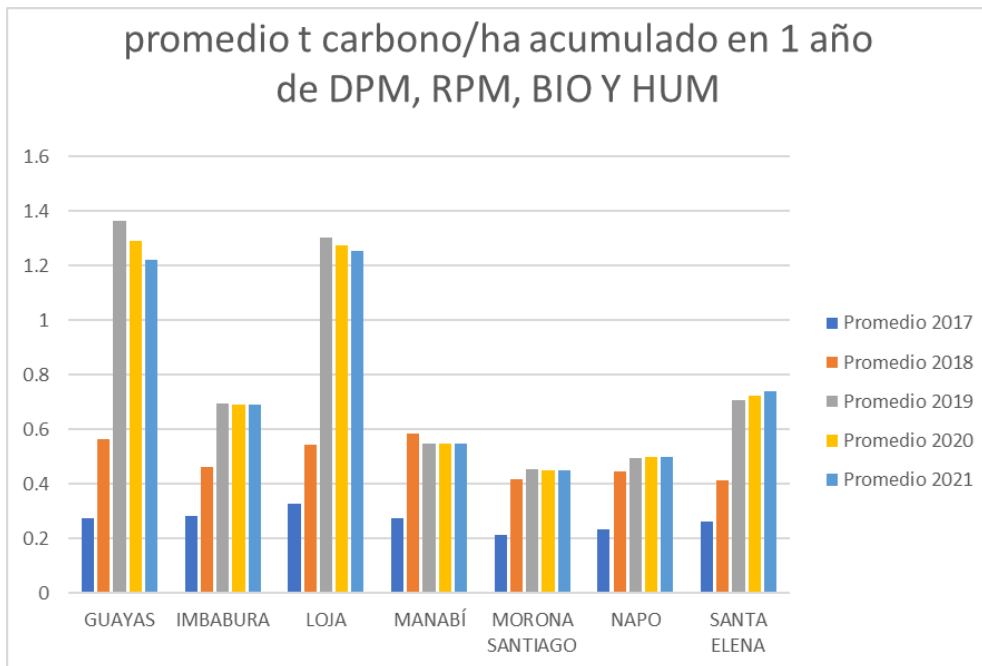


Figura 3. Promedio de la acumulación de carbono por hectárea de los compartimentos DPM, RPM, BIO y HUM por provincia.

El quinto compartimento asociado a la acumulación de carbono (IOM), tiene una relación directa con el carbono inicial de los suelos, por esta razón existe un comportamiento similar al observado en la figura 2. Esta misma relación se observa al analizar el dato de la suma de todos los compartimentos para estimar el carbono secuestrado en el suelo, tal como se muestra en la figura 4.

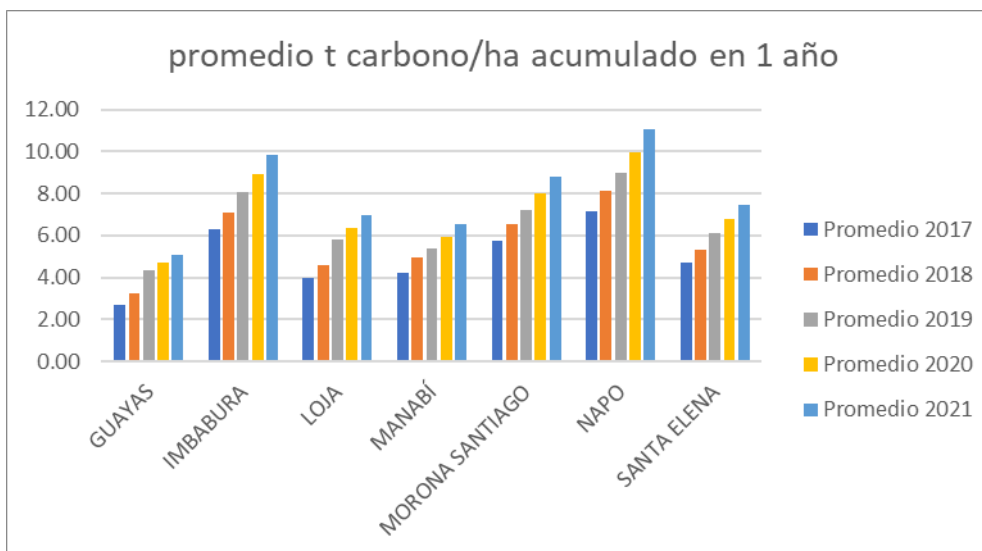


Figura 4. Promedio de la acumulación de carbono por hectárea por provincia.

La estimación de área de pastos utilizada en la alimentación del ganado muestra una fuerte reducción entre los años 2017 sin intervención del proyecto y 2018, primer año de intervención del proyecto.

La estimación de datos acumulados de todas las fincas piloto en el 2017 sugiere el uso de aproximadamente 13.000 ha de pastos, pasando en el 2018 a cerca de 5.000 ha. Esto se debe principalmente a un fuerte incremento de los rendimientos de los pastos al incorporar prácticas de

manejo de las pasturas durante el primer año de implementación. Durante los siguientes años se observa una tendencia de crecimiento, asociada al crecimiento del hato en las fincas (ver figura 5).

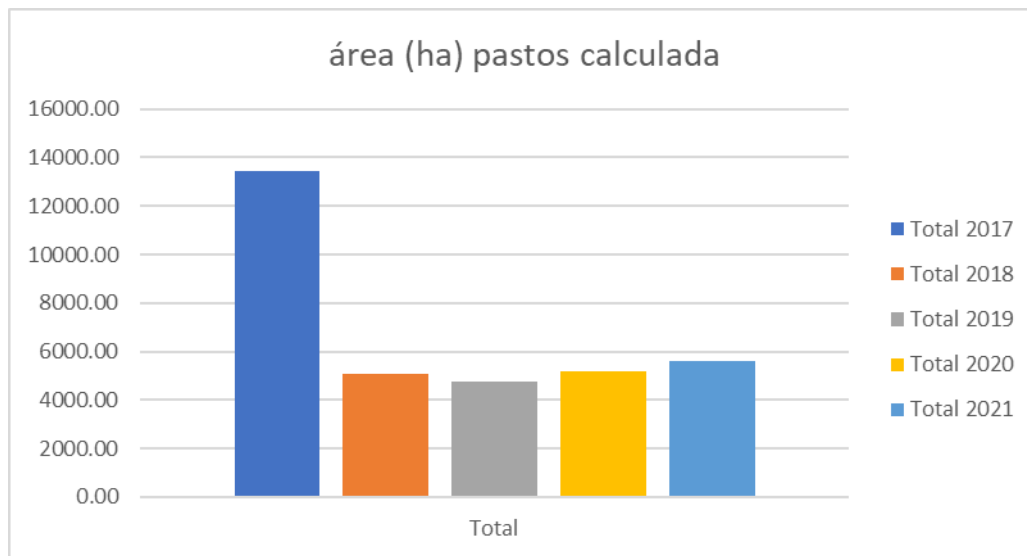


Figura 5. Sumatoria de área calculada de pastos por cada año.

El secuestro de carbono por hectárea anual muestra una tendencia de crecimiento (ver figura 6). Para el año 2017 sin intervención, las fincas acumulaban cerca de 5 toneladas de carbono por hectárea; para el primer año de intervención, las fincas aumentaron el secuestro a cerca de 5.5 toneladas por hectárea. Esto, como se indica anteriormente, se debe a la intervención en prácticas de mejoramiento de los pastos, lo cual generó un mayor rendimiento de estos. Para el año 2021 se estima un aumento a cerca de 8 toneladas de carbono por hectárea. Es importante mencionar, que durante los cuatro años de intervención (2018, 2019, 2020 y 2021), las fincas de intervención han logrado secuestrar cerca de 138 mil toneladas de carbono.

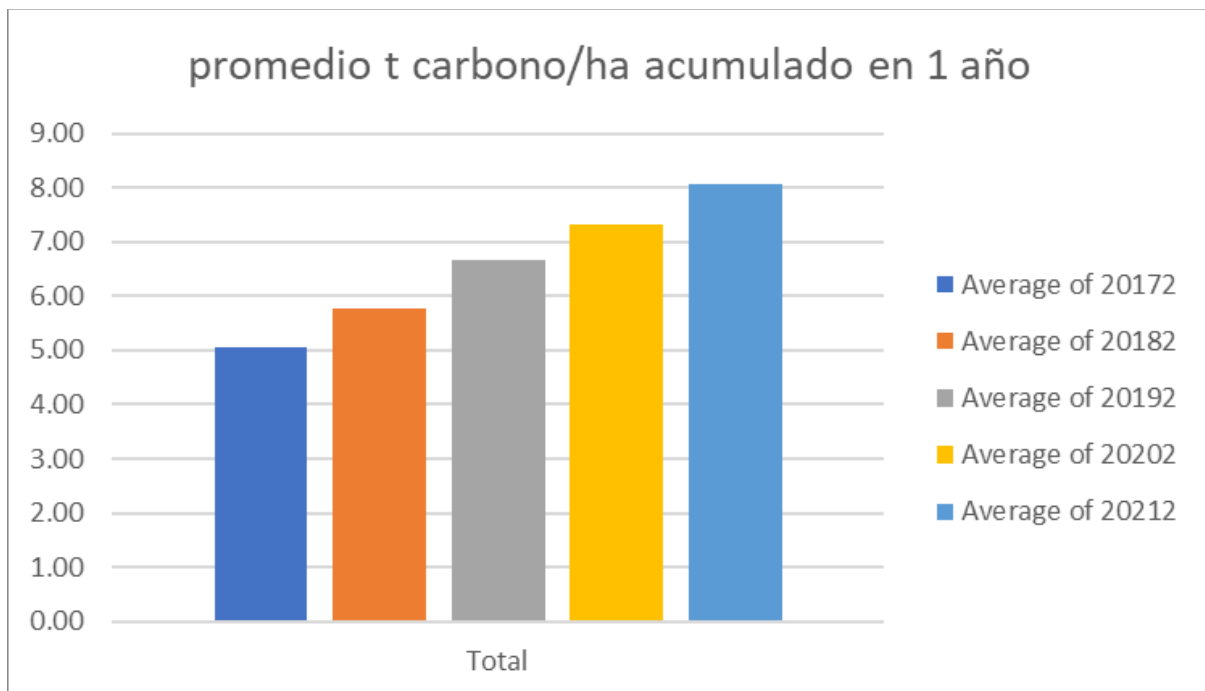


Figura 6. Total de carbono por hectárea secuestrado anualmente en las 165 fincas piloto del proyecto GCI.

Los resultados de carbono acumulado por provincia (figura 7) muestra una gran cantidad de carbono secuestrado en el suelo de las pasturas de la provincia de Manabí, con cerca de 50 mil toneladas en los cuatro años de intervención del proyecto. Este resultado va asociado al número de animales que existen en las fincas de dicha provincia. Al ser hatos grandes necesitan una mayor área de pasturas, lo cual genera una mayor cantidad de carbono secuestrado en comparación a otras provincias. Por otro lado, los hatos de las provincias de Santa Elena, Guayas y Loja son pequeños, por esta razón, la acumulación en estas provincias no supera las 10 mil toneladas de carbono.

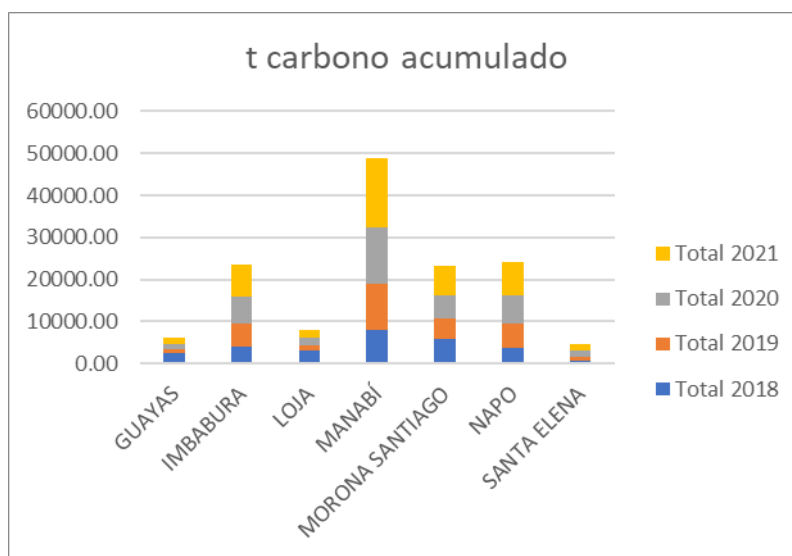


Figura 7. Total de carbono secuestrado anualmente por provincia.

Los resultados de cada una de las fincas utilizados para este análisis se encuentran en el anexo 4.

5. LIMITACIONES DEL MODELO

El trabajo realizado utiliza una metodología robusta para estimar el secuestro de carbono en el suelo de los pastizales. Sin embargo, tal como se indicó en la sección de procesamiento de datos, en el análisis presentado en este informe, solo se tomaron las áreas de pasturas y el manejo de excretas para determinar el procesamiento de datos, dejando de lado la estimación de secuestro de carbono en residuos de cultivos dedicados para la alimentación de los animales. Esto, debido a que el modelo depende de variables espaciales (temperatura, precipitación, contenido de arcilla, contenido de carbono, evapotranspiración y profundidad efectiva), cuya certeza para los residuos de las pasturas está dada por la localización de las fincas, no así del origen de producción de cultivos para suplementación.

La metodología desarrollada permite estimar el carbono secuestrado de la descomposición de cultivos dedicados a la alimentación del ganado. Para poder utilizar este componente se debe conocer la procedencia de los cultivos que conforman la canasta alimenticia y procesar los datos con su localización, de esta manera las estimaciones de secuestro de carbono serán más precisas.

6. BIBLIOGRAFÍA

FAO (2017a). Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM).

FAO (2017b). Livestock solutions for climate change. Tomado de <http://www.fao.org/3/a-i8098e.pdf>

Sierra, C. A., Müller, M., & Trumbore, S. E. (2012). Models of soil organic matter decomposition: the SoilR package, version 1.0. *Geoscientific Model Development*, 5, 1045-1060.

Coleman, K., & Jenkinson, D. S. (1996). RothC-26.3-A Model for the turnover of carbon in soil. In *Evaluation of soil organic matter models* (pp. 237-246). Springer, Berlin, Heidelberg.

Ministerio del Ambiente. (2017). Tercera Comunicación Nacional del Ecuador sobre Cambio Climático. Quito.

MAG, IEE & SENPLADES (2011). EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL

MAE, & MAGAP. (2016). Mapa de Cobertura y Uso de la tierra del Ecuador Continental, 2013-2014, escala 1:100.000. Geoportal del Agro Ecuatoriano.

MAG & FAO (2018). Mapeo Digital de Carbono Orgánico en los Suelos del Ecuador. Memoria técnica. Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador - Coordinación General del Sistema de Información Nacional, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Quito, Ecuador.

Suquilanda, M. (1995). Fertilización orgánica manual técnico. Quito, Ec. Fundagro. Ediciones UPS.

Feicán, C. (2011). Manual de producción de abonos orgánicos. Cuenca: INIAP, Estación Experimental Austro.

Brechelt, A. (2000). Serie Cultivos, Guía Técnica N° 35 , Agricultura Orgánica. Santo Domingo: CEDAF

Goddart, N. (2009). Manual práctico sobre el lombricompostaje. Ibarra: Ideas y diseños.

Peña, E., Carrión, M., Martínez, F., Rodríguez, A. & Companioni, N. (2002). Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana. La Habana: PNUD-INIFAT

Gurmit S., Kow D.L., Lee K.H., Lim K.C. & Loong S.G. (1999). Empty Fruit Bunches as mulch. In: *Oil Palm and the Environment - A Malaysian Perspective* (Ed. by Gurmit Singh et ál.) pp. 171-183, Malaysia Oil Palm Growers' Council, Kuala Lumpur.

Espinosa, J. (2015). Caracterización y mejoramiento del compost de raquis de palma africana (*Elaeis guineensis*) de palmeras del Ecuador, campamento Shushufindi. Quito: Universidad Internacional SEK

Chris, A.; Shafiqur, R. Composting animal manures: a guide to the process and management of animal manure compost

Augustin, C., & Rahman, S. (2010). Composting animal manures: a guide to the process and management of animal manure compost.

Pino, A. D., Repetto, C., Mori, C., & Perdomo, C. (2008). Patrones de descomposición de estiércoles en el suelo. *Terra Latinoamericana*, 26(1), 43-52

Sierra, C. & Rojas, C. (2010). La materia orgánica y su efecto como enmienda y mejorador de la productividad de los cultivos. Centro Nacional de Investigación La Platina. Chile

Robalino, H. (2011). Evaluación de la actividad biológica y nutricional del biol en diferentes formulaciones y la respuesta a su aplicación en cultivos de arroz (*Oriza sativa*) y Maíz (*Zea mays*) en Guayas. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica de Litoral

7. ANEXOS

Anexo 1: Fuente de información de Carbono – nitrógeno ratio

Cultivo	cn_ratio	Observaciones	País	Fuente
Alfalfa	16.00	Corresponde a alfalfa de tres años	Ecuador	Suquilanda (1995)
Alfalfa	13.00	Corresponde a alfalfa	Ecuador	Feicán (2011)
Alfalfa	1.73	Corresponde a alfalfa fresca	Ecuador	Feicán (2011)
Promedio Alfalfa	10.24			
Pasto	10.00	Corresponde a pasto fresco	Ecuador	Feicán (2011)
Pasto	16.00	Corresponde a trébol verde	Ecuador	Feicán (2011)
Pasto	19.00	Corresponde a gramíneas	República Dominicana	Brechelt (2000)
Pasto	12.00	Corresponde a grama	Ecuador	Feicán (2011)
Pasto	15.00	Corresponde a grama	Ecuador	Feicán (2011)
Pasto	20.00	Corresponde a pasto verde	Ecuador	Goddart (2009)
Pasto	81.00	Corresponde a gramíneas secas	Cuba	Peña et al. (2002)
Pasto promedio	24.71			
Maíz	60.00	Corresponde a tallos de maíz	República Dominicana	Brechelt (2000)
Maíz	80.00	Corresponde a paja de cereales	República Dominicana	Brechelt (2000)
Maíz	60.00	Corresponde a la caña de maíz	Ecuador	Suquilanda (1995)
Maíz	60.00	Corresponde a raíces y hojas de la mazorca	Ecuador	Suquilanda (1995)
Maíz	60.00	Corresponde a residuos de maíz	Ecuador	Goddart (2009)
Maíz promedio	64.00			
Trigo	38.16		Ecuador	Feicán (2011)
Trigo	80.00	Corresponde a paja de cereales	República Dominicana	Brechelt (2000)
Trigo	50.00	Corresponde a paja de trigo	Ecuador	Suquilanda (1995)
Trigo promedio	56.05			
Arroz	80.00	Corresponde a paja de cereales	República Dominicana	Brechelt (2000)
Arroz	77.00	Corresponde a paja de arroz	Cuba	Peña et al. (2002)
Arroz	66.00	Corresponde a cascarilla de arroz	Cuba	Peña et al. (2002)
Arroz promedio	74.33			
Residuos otros granos	12.00	Corresponde a leguminosas	República Dominicana	Brechelt (2000)
Residuos otros granos	32.00	Corresponde a residuos de fréjol	Ecuador	Goddart (2009)
Residuos otros granos	25.00	Corresponde a leguminosas	Ecuador	Goddart (2009)
Residuos otros granos	27.00	Corresponde a hojas de fréjol	Cuba	Peña et al. (2002)
Residuos otros granos	14.00	Corresponde a residuos de maní	Cuba	Peña et al. (2002)
Residuos otros granos promedio	22.00			
Caña azúcar	50.00	Corresponde a bagazo de caña	Ecuador	Suquilanda (1995)
Caña azúcar	32.00	Corresponde a bagazo de caña	Ecuador	Goddart (2009)
Caña azúcar	104.00	Corresponde a bagazo de caña	Cuba	Peña et al. (2002)
Caña azúcar	49.00	Corresponde a paja de caña	Cuba	Peña et al. (2002)
Caña azúcar	73.00	Corresponde a cogollo de caña	Cuba	Peña et al. (2002)
Caña azúcar promedio	61.60			
Palma aceitera	45.00	Corresponde a racimo vacío (tusa)	Malasia	Gurmit et al. (1999)
Palma aceitera	64.00	Corresponde a racimo vacío (tusa)	Malasia	Gurmit et al. (1999)
Palma aceitera	57.80	Corresponde a acimo vacío (raquis)	Ecuador	Espinosa (2015)
Palma aceitera promedio	55.60			
Cebada	80.00	Corresponde a paja de cereales	República Dominicana	Brechelt (2000)
Cebada promedio	80.00			
Estiércol bovino	19.00		EEUU	Augustin & Rahman (2010)
Estiércol bovino	25.00	Corresponde a estiércol seco	Ecuador	Suquilanda (1995)
Estiércol bovino	8.00	Corresponde a estiércol fresco	Ecuador	Suquilanda (1995)
Estiércol bovino	17.50		Uruguay	Pino et al. (2008)
Estiércol bovino	15.00		Chile	Sierra & Rojas (2010).

Estiércol bovino	22.49		Ecuador	Feicán (2011)
Estiércol bovino	20.00	Corresponde a estiércol descompuesto	Ecuador	Feicán (2011)
Estiércol bovino	25.50		Ecuador	Robalino (2011)
Estiércol bovino	22.00		Ecuador	Goddart (2009)
Estiércol bovino promedio	19.39			

Anexo 2: Fuente de información de rendimientos de cultivos

Cultivo	Año /zona	Rendimiento (kg/ha)	Fuente	Observaciones
Pasto sin GCI	Napo Bajo	2600.00	IAP GCI-Napo	pasto holco
Pasto sin GCI	Napo Bajo	4600.00	IAP GCI-Napo	pasto miel
Pasto sin GCI	Napo Bajo	6500.00	IAP GCI-Napo	pasto xaraes
Pasto sin GCI	Manabí	8000.00	IAP GCI-Manabí	pasto saboya
Pasto sin GCI promedio		5425.00		
Pasto con GCI	Napo Bajo	5900.00	IAP GCI-Napo	pasto holco
Pasto con GCI	Napo Bajo	12100.00	IAP GCI-Napo	pasto miel
Pasto con GCI	Napo Bajo	12500.00	IAP GCI-Napo	pasto xaraes
Pasto con GCI	Manabí	14000.00	IAP GCI-Manabí	pasto saboya
Pasto con GCI	Imbabura	12000.00	IAP GCI-Imbabura	mezcla forrajera (ryegrass+trébol+llantén)
Pasto con GCI promedio		11300.00		
Maíz	2016	2218.30	ESPAC 2016	maíz duro choclo (en choclo)
Maíz	2017	4087.70	ESPAC 2017	maíz duro choclo (en choclo)
Maíz	2018	2437.53	ESPAC 2018	maíz duro choclo (en choclo)
Maíz	2016	3564.61	ESPAC 2016	maíz duro seco (grano seco)
Maíz	2017	4002.28	ESPAC 2017	maíz duro seco (grano seco)
Maíz	2018	3624.48	ESPAC 2018	maíz duro seco (grano seco)
Maíz	2016	2929.33	ESPAC 2016	maíz duro choclo (en choclo)
Maíz	2017	3146.16	ESPAC 2017	maíz duro choclo (en choclo)
Maíz	2018	3356.14	ESPAC 2018	maíz duro choclo (en choclo)
Maíz	2016	675.89	ESPAC 2016	maíz duro seco (grano seco)
Maíz	2017	839.67	ESPAC 2017	maíz duro seco (grano seco)
Maíz	2018	1065.44	ESPAC 2018	maíz duro seco (grano seco)
Maíz promedio		3354.09		
Maíz residuos	Guayas	18000.00	GCI- fincas piloto	maíz (taraya-consumo local, no contiene mazorcas)
Maíz residuos promedio		18000.00		
Maíz ensilaje sin GCI	Santa Elena	23400.00	GCI- fincas piloto	maíz variedad local
Maíz ensilaje sin GCI	Guayas	18000.00	GCI- fincas piloto	maíz (taraya-consumo local, no contiene mazorcas)
Maíz ensilaje sin GCI promedio		20700.00		
Maíz ensilaje con GCI	Santa Elena	31500.00	GCI- fincas piloto	maíz híbrido trueno
Maíz ensilaje con GCI	Santa Elena	27900.00	GCI- fincas piloto	maíz híbrido interoc-máximo
Maíz ensilaje con GCI	Santa Elena	18000.00	GCI- fincas piloto	maíz híbrido interoc-mínimo
Maíz ensilaje con GCI	Manabí	25965.00	GCI- fincas piloto	maíz entregado por GCI-mínimo
Maíz ensilaje con GCI	Manabí	28845.00	GCI- fincas piloto	maíz entregado por GCI-máximo
Maíz ensilaje con GCI	Guayas	22500.00	GCI- fincas piloto	maíz entregado por GCI-mínimo
Maíz ensilaje con GCI	Guayas	27000.00	GCI- fincas piloto	maíz entregado por GCI-máximo
Maíz ensilaje con GCI promedio		25958.57		
Maíz balanceado	2016	3564.61	ESPAC 2016	maíz duro seco (grano seco)
Maíz balanceado	2017	4002.28	ESPAC 2017	maíz duro seco (grano seco)
Maíz balanceado	2018	3624.48	ESPAC 2018	maíz duro seco (grano seco)
Maíz balanceado promedio		3738.27		
Trigo	2016	1524.99	ESPAC 2016	trigo (grano seco)
Trigo	2017	1292.42	ESPAC 2017	trigo (grano seco)
Trigo	2018	1714.00	ESPAC 2018	trigo (grano seco)
Trigo promedio		1487.77		
Arroz	2016	4190.50	ESPAC 2016	arroz en cáscara
Arroz	2017	2978.54	ESPAC 2017	arroz en cáscara
Arroz	2018	4525.99	ESPAC 2018	arroz en cáscara
Arroz promedio		3863.95		
Residuos otros granos	2016	441.73	ESPAC 2016	arveja seca (grano seco)
Residuos otros granos	2016	1702.99	ESPAC 2016	arveja tierna (en vaina)

Residuos otros granos	2016	568.68	ESPAC 2016	fréjol seco (grano seco)
Residuos otros granos	2016	1445.13	ESPAC 2016	fréjol tierno (en vaina)
Residuos otros granos	2016	597.54	ESPAC 2016	haba seca (grano seco)
Residuos otros granos	2016	2962.87	ESPAC 2016	haba tierna (en vaina)
Residuos otros granos	2016	790.80	ESPAC 2016	maní (grano descascarado)
Residuos otros granos	2016	1590.12	ESPAC 2016	soya (grano seco)
Residuos otros granos	2017	405.83	ESPAC 2017	arveja seca (grano seco)
Residuos otros granos	2017	1290.30	ESPAC 2017	arveja tierna (en vaina)
Residuos otros granos	2017	643.32	ESPAC 2017	fréjol seco (grano seco)
Residuos otros granos	2017	1166.74	ESPAC 2017	fréjol tierno (en vaina)
Residuos otros granos	2017	621.25	ESPAC 2017	haba seca (grano seco)
Residuos otros granos	2017	1550.38	ESPAC 2017	haba tierna (en vaina)
Residuos otros granos	2017	883.95	ESPAC 2017	maní (grano descascarado)
Residuos otros granos	2017	1249.28	ESPAC 2017	soya (grano seco)
Residuos otros granos	2018	405.83	ESPAC 2018	arveja seca (grano seco)
Residuos otros granos	2018	1290.30	ESPAC 2018	arveja tierna (en vaina)
Residuos otros granos	2018	643.32	ESPAC 2018	fréjol seco (grano seco)
Residuos otros granos	2018	1166.74	ESPAC 2018	fréjol tierno (en vaina)
Residuos otros granos	2018	621.25	ESPAC 2018	haba seca (grano seco)
Residuos otros granos	2018	1550.38	ESPAC 2018	haba tierna (en vaina)
Residuos otros granos	2018	883.95	ESPAC 2018	maní (grano descascarado)
Residuos otros granos	2018	1249.28	ESPAC 2018	soya (grano seco)
Residuos otros granos promedio		1100.63		
Caña azúcar	2017	19109.98	ESPAC 2017	caña de azúcar - otros usos
Caña azúcar	2018	20552.42	ESPAC 2018	caña de azúcar - otros usos
Caña azúcar	2016	82758.44	ESPAC 2016	caña azúcar para azúcar
Caña azúcar	2017	81644.27	ESPAC 2017	caña de azúcar para azúcar
Caña azúcar	2018	75890.50	ESPAC 2018	caña de azúcar para azúcar
Caña azúcar promedio		74474.06		
Palma aceitera	2016	11840.79	ESPAC 2016	palma africana (fruta fresca)
Palma aceitera	2017	12585.83	ESPAC 2017	palma africana (fruta fresca)
Palma aceitera	2018	12585.83	ESPAC 2018	palma africana (fruta fresca)
Palma aceitera promedio		12335.24		
Cebada	2016	1467.29	ESPAC 2016	cebada (grano seco)
Cebada	2017	1205.55	ESPAC 2017	cebada (grano seco)
Cebada	2018	1205.55	ESPAC 2018	cebada (grano seco)
Cebada promedio		1319.64		

Anexo 3: Datos del balanceado tipo utilizado en el análisis

Composición	%	% digestibilidad	% nitrógeno	slope	intercept	Rendimiento (kg/ha)	cn_ratio
Maíz	0.33	85.90	16.00	1.03	610.00	3738.27	64.00
Melaza	0.07	82.50	9.40	0.28	0.00	74474.06	61.60
Pasta palmiste	0.10	71.20	27.00	0.00	0.00	12335.24	55.60
Pasta Soya	0.14	92.20	76.90	0.93	1350.00	1249.28	22.00
Sorgo	0.11	82.70	21.40	1.13	850.00	1100.63	
Subproductos de arroz	0.13	80.90	28.10				
Subproductos de maíz	0.07	80.90	28.10				
Subproductos de trigo	0.02	80.90	28.10				
Soya	0.03	82.70	76.90				
Promedio ponderado				0.89	712.00	8463.21	41.94

Fuente: GLEAM (FAO, 2017a)

Anexo 4: Resultados de acumulación de carbono en las 165 fincas piloto

finca	carbono/ha inicial					carbono/ha acumulado en 1 año					área (ha) pastos calculada					carbono/ha acumulado * área intervención (ha)				
	2017	2018	2019	2020	2021	2017	2018	2019	2020	2021	2017	2018	2019	2020	2021	2017	2018	2019	2020	2021
GZ1FP1	33.00	35.90	39.40	43.50	47.95	2.90	3.50	4.09	4.45	4.85	115.40	40.47	15.66	16.76	18.57	334.91	141.71	64.12	74.63	90.08
GZ1FP10	45.00	49.03	53.75	63.32	73.34	4.03	4.72	9.57	10.02	10.52	14.95	6.07	0.19	0.20	0.23	60.24	28.65	1.83	2.05	2.42
GZ1FP11	30.00	32.64	35.77	38.74	41.99	2.64	3.13	2.97	3.25	3.55	36.68	17.34	0.00	0.00	0.00	96.71	54.30	0.00	0.00	0.00
GZ1FP2	37.00	40.27	44.14	48.87	54.01	3.27	3.87	4.72	5.14	5.61	184.14	70.49	23.54	26.23	29.48	602.22	273.00	111.18	134.95	165.52
GZ1FP3	29.00	31.55	34.63	38.28	42.24	2.55	3.08	3.65	3.96	4.32	101.90	37.54	16.25	18.13	20.30	259.99	115.55	59.27	71.89	87.61
GZ1FP4	29.00	31.55	34.65	39.83	45.30	2.55	3.10	5.18	5.47	5.87	11.11	6.84	0.92	1.10	1.24	28.35	21.18	4.77	6.03	7.28
GZ1FP5	29.00	31.55	34.59	40.90	47.63	2.55	3.04	6.31	6.73	7.20	64.00	33.96	2.55	2.86	3.21	163.23	103.35	16.11	19.23	23.14
GZ1FP6	42.00	45.74	50.09	55.99	62.31	3.74	4.36	5.89	6.33	6.83	33.20	11.15	2.30	2.48	2.79	124.13	48.58	13.52	15.68	19.02
GZ1FP7	38.00	41.35	45.31	50.33	55.78	3.35	3.95	5.03	5.45	5.94	256.03	120.76	28.40	32.23	36.23	858.91	477.43	142.72	175.58	215.09
GZ1FP8	45.00	49.01	53.68	58.26	63.28	4.01	4.67	4.58	5.02	5.52	75.21	29.13	0.00	0.00	0.00	301.89	135.93	0.00	0.00	0.00
GZ1FP9	45.00	49.03	53.73	61.06	69.07	4.03	4.70	7.34	8.00	8.71	55.72	13.68	1.92	2.10	2.36	224.41	64.32	14.08	16.77	20.53
GZ2FP1	33.00	35.92	39.42	42.74	46.37	2.92	3.49	3.32	3.63	3.97	28.37	13.57	0.00	0.00	0.00	82.92	47.40	0.00	0.00	0.00
GZ3FP1	26.00	28.28	31.09	37.08	43.31	2.28	2.82	5.98	6.23	6.60	34.30	15.84	0.50	0.54	0.61	78.11	44.63	2.98	3.38	4.03
GZ3FP2	26.00	28.27	31.01	33.52	36.25	2.27	2.74	2.51	2.73	2.98	47.23	11.66	0.00	0.00	0.00	107.20	31.96	0.00	0.00	0.00
GZ3FP3	26.00	28.27	31.01	34.28	37.81	2.27	2.74	3.27	3.53	3.82	35.48	9.83	3.51	3.89	4.30	80.43	26.92	11.51	13.74	16.42
GZ3FP5	26.00	28.27	31.03	34.66	38.58	2.27	2.76	3.62	3.92	4.26	93.30	49.57	17.82	21.11	23.73	211.94	136.90	64.60	82.76	101.17
GZ4FP1	19.00	20.66	22.74	24.98	27.42	1.66	2.08	2.24	2.44	2.65	160.57	76.15	33.22	34.97	37.16	266.37	158.17	74.55	85.28	98.59
GZ4FP2	22.00	23.91	26.27	28.82	31.59	1.91	2.35	2.55	2.78	3.02	208.01	94.27	38.72	41.07	43.79	397.95	221.92	98.73	114.00	132.46
GZ4FP3	13.00	14.18	15.75	17.44	19.26	1.18	1.57	1.68	1.82	1.98	917.83	126.36	121.97	128.56	138.23	1080.35	198.88	205.49	234.37	273.02
GZ4FP4	24.00	26.09	28.63	31.39	34.40	2.09	2.55	2.76	3.01	3.28	180.18	93.63	35.68	38.27	41.17	375.96	238.35	98.47	115.09	135.03
IZ1FP1	54.00	58.89	64.36	70.67	77.62	4.89	5.47	6.31	6.95	7.65	17.45	6.00	6.97	7.68	8.48	85.25	32.85	43.99	53.35	64.90
IZ1FP2	54.00	58.95	64.56	70.75	77.56	4.95	5.61	6.19	6.81	7.50	13.89	7.79	6.25	6.74	7.22	68.73	43.70	38.68	45.91	54.19
IZ1FP3	54.00	58.86	64.49	70.78	77.71	4.86	5.63	6.29	6.93	7.64	14.10	7.46	6.61	6.92	7.21	68.48	41.99	41.61	47.96	55.05
IZ1FP4	54.00	58.97	64.58	70.87	77.80	4.97	5.61	6.29	6.92	7.63	8.87	6.29	8.89	8.97	9.30	44.09	35.28	55.96	62.14	70.92
IZ1FP5	54.00	58.88	64.21	70.38	77.16	4.88	5.33	6.17	6.78	7.47	12.89	5.22	8.84	8.99	9.24	62.89	27.83	54.49	61.01	69.06
IZ1FP6	54.00	58.89	64.33	70.59	77.48	4.89	5.44	6.26	6.89	7.60	23.63	8.26	11.16	11.03	10.93	115.55	44.91	69.85	76.03	83.09
IZ1FP7	54.00	58.84	64.19	70.51	77.46	4.84	5.34	6.32	6.96	7.66	13.36	5.04	4.35	4.74	5.18	64.73	26.90	27.51	32.99	39.72
IZ1FP8	54.00	58.90	64.38	70.68	77.63	4.90	5.48	6.31	6.94	7.65	24.00	6.90	4.18	4.28	4.52	117.58	37.77	26.38	29.73	34.59
IZ1FP9	54.00	58.89	64.26	70.52	77.41	4.89	5.37	6.26	6.89	7.59	12.27	5.94	6.45	6.88	7.38	60.04	31.91	40.35	47.37	56.01
IZ2FP1	54.00	58.85	64.28	70.47	77.28	4.85	5.43	6.19	6.81	7.50	20.08	5.58	8.39	8.91	9.73	97.33	30.31	51.93	60.67	73.02
IZ2FP10	90.00	98.52	108.09	118.82	130.70	8.52	9.57	10.73	11.88	13.17	22.21	9.52	12.78	13.37	14.67	189.25	91.15	137.08	158.81	193.31
IZ2FP2	54.00	58.88	64.31	70.49	77.29	4.88	5.43	6.18	6.80	7.49	18.69	6.38	8.87	9.97	11.21	91.20	34.64	54.81	67.78	83.93

IZ2FP3	54.00	58.87	64.39	70.54	77.30	4.87	5.53	6.15	6.76	7.45	51.54	18.18	6.51	6.81	7.31	250.88	100.50	40.01	46.04	54.47
IZ2FP4	54.00	58.87	64.39	70.61	77.47	4.87	5.52	6.23	6.85	7.55	18.85	9.38	37.95	39.12	41.58	91.78	51.73	236.36	268.16	314.07
IZ2FP5	54.00	58.87	64.16	70.39	77.25	4.87	5.29	6.23	6.85	7.55	10.67	5.08	9.19	9.72	10.37	51.93	26.88	57.28	66.64	78.29
IZ2FP6	54.00	58.87	64.22	70.38	77.15	4.87	5.35	6.16	6.78	7.47	14.02	4.94	6.46	6.39	6.57	68.23	26.42	39.80	43.28	49.02
IZ2FP7	54.00	58.90	64.40	70.59	77.39	4.90	5.50	6.19	6.81	7.50	32.65	9.80	7.47	7.84	8.42	160.02	53.87	46.21	53.39	63.10
IZ2FP8	54.00	58.88	64.64	73.73	83.59	4.88	5.75	9.09	9.86	10.75	58.22	13.21	1.90	2.17	2.44	284.19	76.04	17.24	21.36	26.19
IZ2FP9	107.00	117.31	129.07	141.90	156.13	10.31	11.76	12.82	14.24	15.83	38.81	29.04	36.53	37.86	40.25	400.29	341.49	468.41	539.12	637.23
IZ3FP1	51.00	55.61	60.87	66.72	73.15	4.61	5.27	5.84	6.43	7.08	43.95	19.47	28.73	30.58	32.20	202.38	102.59	167.94	196.54	227.82
IZ3FP2	103.00	112.87	123.85	136.23	149.96	9.87	10.98	12.38	13.73	15.26	15.83	6.13	9.46	9.89	10.44	156.21	67.32	117.03	135.88	159.37
IZ3FP3	94.00	102.93	113.05	124.29	136.76	8.93	10.12	11.25	12.47	13.84	54.15	21.93	23.97	25.03	26.23	483.55	221.80	269.66	312.16	363.13
IZ3FP4	103.00	112.83	123.96	136.28	149.96	9.83	11.13	12.32	13.68	15.20	36.78	17.00	15.51	17.42	19.40	361.72	189.13	191.13	238.19	294.86
IZ4FP1	77.00	84.23	92.56	101.75	111.91	7.23	8.34	9.19	10.16	11.25	38.68	23.24	23.49	23.73	24.26	279.53	193.71	215.87	241.21	272.99
IZ4FP2	88.00	96.34	105.86	116.39	128.06	8.34	9.52	10.54	11.67	12.94	38.78	19.13	25.94	25.93	26.19	323.29	182.08	273.35	302.57	339.03
IZ4FP3	78.00	85.35	93.77	103.14	113.51	7.35	8.42	9.37	10.37	11.48	59.89	25.63	29.86	30.70	31.92	440.07	215.97	279.74	318.21	366.55
IZ4FP4	77.00	84.20	92.43	101.56	111.66	7.20	8.23	9.13	10.10	11.18	40.25	17.05	20.72	21.93	23.33	289.96	140.34	189.16	221.45	260.80
IZ4FP5	77.00	84.20	92.46	101.57	111.63	7.20	8.26	9.11	10.07	11.14	62.95	30.03	116.23	127.16	139.78	453.08	248.12	1058.56	1280.21	1557.47
IZ4FP6	100.00	109.61	120.62	132.80	146.32	9.61	11.01	12.18	13.51	15.01	327.75	125.59	100.79	101.33	102.35	3150.11	1382.93	1227.57	1369.46	1536.85
LZ1FP1	40.00	43.55	47.71	52.60	58.01	3.55	4.17	4.89	5.41	5.98	26.91	28.64	6.74	6.43	6.47	95.45	119.31	32.94	34.80	38.71
LZ1FP10	52.00	56.76	62.13	68.33	75.17	4.76	5.37	6.20	6.84	7.57	21.59	27.75	6.89	6.94	6.87	102.76	149.04	42.73	47.48	52.01
LZ1FP2	57.00	62.05	67.94	75.35	83.58	5.05	5.88	7.41	8.23	9.15	53.55	8.78	2.89	2.87	2.90	270.70	51.63	21.39	23.60	26.55
LZ1FP3	49.00	53.47	58.44	64.43	70.93	4.47	4.97	5.99	6.50	7.09	18.56	1.94	0.91	1.02	1.15	83.01	9.66	5.44	6.64	8.14
LZ1FP4	49.00	53.43	58.59	64.68	71.38	4.43	5.16	6.09	6.70	7.37	29.92	7.69	3.19	3.30	3.46	132.40	39.71	19.44	22.06	25.50
LZ1FP5	49.00	53.40	58.48	63.65	69.33	4.40	5.09	5.17	5.68	6.25	39.20	9.88	0.00	0.00	0.00	172.35	50.27	0.00	0.00	0.00
LZ1FP6	57.00	62.24	68.22	74.37	81.15	5.24	5.98	6.15	6.78	7.47	3.26	1.00	0.00	0.00	0.00	17.06	5.95	0.00	0.00	0.00
LZ1FP7	52.00	56.76	62.01	68.33	75.26	4.76	5.25	6.32	6.93	7.62	17.17	15.79	4.90	5.54	6.22	81.71	82.95	30.95	38.37	47.40
LZ1FP8	46.00	50.18	54.99	60.45	66.45	4.18	4.82	5.46	5.99	6.58	172.28	115.37	58.58	63.89	69.73	719.60	555.66	319.84	382.87	459.03
LZ1FP9	43.00	46.82	51.26	59.35	68.10	3.82	4.43	8.09	8.75	9.50	79.85	20.09	1.31	1.47	1.65	305.41	89.07	10.57	12.84	15.68
LZ2FP11	51.00	55.63	60.86	67.20	74.18	4.63	5.23	6.34	6.97	7.68	18.17	5.52	1.81	2.03	2.28	84.14	28.85	11.46	14.16	17.53
LZ2FP12	47.00	51.30	56.17	61.65	67.67	4.30	4.87	5.48	6.02	6.62	16.05	15.87	12.86	13.77	14.79	68.95	77.35	70.51	82.90	97.91
LZ2FP13	64.00	69.92	76.61	84.04	92.23	5.92	6.68	7.44	8.19	9.03	15.57	45.46	17.04	19.15	21.52	92.22	303.78	126.68	156.83	194.41
LZ2FP14	51.00	55.60	60.98	67.17	73.98	4.60	5.37	6.19	6.81	7.50	38.17	14.24	12.89	14.08	15.47	175.71	76.50	79.79	95.92	116.06
LZ2FP15	51.00	55.69	60.91	67.04	73.76	4.69	5.22	6.13	6.72	7.39	9.79	7.43	3.10	3.48	3.92	45.94	38.78	19.00	23.42	28.93
LZ2FP16	29.00	31.55	34.60	38.15	42.06	2.55	3.05	3.55	3.91	4.32	23.59	11.07	15.55	15.21	14.58	60.18	33.76	55.14	59.45	62.99
LZ2FP17	29.00	31.65	34.73	39.25	44.17	2.65	3.09	4.52	4.92	5.36	37.45	10.79	1.52	1.67	1.86	99.08	33.30	6.85	8.23	9.98
LZ2FP18	47.00	51.05	55.85	61.82	68.35	4.05	4.79	5.97	6.54	7.17	7.20	4.85	1.09	1.23	1.38	29.17	23.25	6.52	8.02	9.88
LZ2FP19	51.00	55.64	60.94	66.87	73.37	4.64	5.30	5.93	6.51	7.15	25.39	67.79	32.23	35.39	39.27	117.80	359.38	190.99	230.25	280.88

LZ3FP21	41.00	44.71	49.15	54.09	59.49	3.71	4.44	4.94	5.41	5.93	44.75	9.20	9.36	10.52	11.83	165.82	40.85	46.24	56.90	70.12
LZ3FP22	30.00	32.69	35.98	41.11	46.56	2.69	3.30	5.12	5.45	5.83	31.28	6.64	0.38	0.43	0.48	84.01	21.90	1.97	2.35	2.83
LZ3FP23	30.00	32.75	35.98	39.00	42.30	2.75	3.23	3.02	3.30	3.61	9.93	9.82	0.00	0.00	0.00	27.34	31.70	0.00	0.00	0.00
LZ3FP24	30.00	32.66	35.81	39.47	43.46	2.66	3.15	3.66	3.99	4.36	62.16	4.66	2.57	2.74	3.08	165.11	14.69	9.41	10.95	13.44
LZ3FP25	53.00	57.83	63.41	69.75	76.70	4.83	5.58	6.33	6.96	7.66	13.15	5.99	3.50	3.94	4.43	63.50	33.42	22.19	27.41	33.89
LZ3FP26	44.00	48.06	52.56	57.69	63.32	4.06	4.50	5.13	5.63	6.17	7.73	6.93	3.34	3.75	4.21	31.37	31.18	17.14	21.10	26.00
LZ3FP27	47.00	51.36	56.26	61.71	67.69	4.36	4.91	5.45	5.98	6.57	37.24	52.56	19.79	21.01	22.41	162.27	257.82	107.82	125.67	147.28
LZ3FP28	32.00	34.95	38.25	43.12	48.40	2.95	3.30	4.87	5.28	5.74	40.50	26.10	4.00	4.41	4.95	119.42	86.13	19.48	23.28	28.44
LZ4FP20	32.00	34.88	38.26	51.05	64.63	2.88	3.38	12.79	13.58	14.55	144.99	27.00	0.53	0.59	0.66	417.42	91.30	6.71	8.01	9.65
LZ4FP29	32.00	34.90	38.29	43.11	48.40	2.90	3.39	4.82	5.29	5.81	54.84	40.86	4.37	4.73	5.14	159.22	138.41	21.07	25.00	29.86
LZ4FP30	38.00	41.45	45.46	49.96	54.86	3.45	4.02	4.50	4.90	5.36	52.47	42.64	19.22	21.32	23.67	180.85	171.22	86.41	104.54	126.86
MSZ1FP1	50.00	54.43	59.52	65.10	71.24	4.43	5.09	5.59	6.14	6.76	174.28	78.80	61.59	67.97	75.95	772.28	400.87	344.03	417.31	513.08
MSZ1FP2	67.00	73.11	80.08	87.76	96.24	6.11	6.97	7.68	8.48	9.36	47.13	21.61	3.05	2.98	2.99	287.86	150.66	23.44	25.22	27.99
MSZ1FP3	50.00	54.43	59.52	65.12	71.28	4.43	5.09	5.60	6.15	6.77	106.12	69.88	26.20	29.21	32.40	470.03	355.82	146.73	179.79	219.38
MSZ2FP1	73.00	79.71	87.31	95.72	105.00	6.71	7.60	8.40	9.28	10.27	146.36	59.95	83.20	93.71	104.04	982.72	455.62	699.33	869.98	1068.21
MSZ2FP2	63.00	68.72	75.08	82.27	90.18	5.72	6.37	7.18	7.92	8.74	72.90	17.86	39.94	44.28	49.41	416.81	113.71	286.82	350.49	431.70
MSZ2FP3	73.00	79.80	87.55	96.03	105.39	6.80	7.75	8.48	9.36	10.36	20.33	15.45	29.55	33.20	36.56	138.12	119.81	250.53	310.96	378.62
MSZ2FP4	72.00	78.61	86.15	93.99	102.65	6.61	7.53	7.84	8.66	9.57	12.87	4.44	0.00	0.00	0.00	85.10	33.43	0.00	0.00	0.00
MSZ2FP5	65.00	70.90	77.59	85.00	93.18	5.90	6.68	7.42	8.18	9.03	22.52	17.74	8.27	9.45	10.62	132.92	118.54	61.33	77.26	95.89
MSZ2FP6	91.00	99.56	109.27	120.01	131.91	8.56	9.70	10.75	11.90	13.21	33.45	75.35	30.59	30.72	32.28	286.40	731.17	328.68	365.70	426.29
MSZ2FP7	84.00	91.83	100.68	110.47	121.31	7.83	8.85	9.79	10.84	12.01	151.17	63.30	18.36	19.34	20.83	1184.13	559.96	179.83	209.56	250.06
MSZ3FP1	75.00	81.90	89.65	98.41	108.07	6.90	7.74	8.76	9.67	10.68	146.15	69.68	29.04	31.63	34.21	1009.16	539.63	254.37	305.79	365.57
MSZ3FP2	53.00	57.74	63.03	69.00	75.56	4.74	5.29	5.97	6.56	7.23	81.53	16.36	86.70	90.94	95.32	386.36	86.55	517.32	596.93	689.04
MSZ3FP3	82.00	89.64	98.31	108.18	119.09	7.64	8.68	9.87	10.91	12.08	83.28	38.98	15.21	16.44	17.88	635.87	338.33	150.09	179.42	216.03
MSZ3FP4	44.00	47.64	51.66	56.51	61.84	3.64	4.01	4.85	5.33	5.85	16.11	6.97	15.42	16.70	18.30	58.71	27.99	74.86	88.93	107.05
MSZ3FP6	96.00	105.09	115.39	126.81	139.47	9.09	10.30	11.42	12.66	14.06	48.80	16.38	18.02	18.22	18.74	443.53	168.67	205.87	230.70	263.41
MSZ4FP1	49.00	53.34	58.33	63.35	68.88	4.34	4.99	5.03	5.53	6.08	79.93	30.91	0.00	0.00	0.00	346.57	154.19	0.00	0.00	0.00
MSZ4FP2	49.00	53.34	58.33	63.89	69.98	4.34	4.99	5.55	6.10	6.70	38.04	21.00	17.50	18.77	21.10	165.02	104.90	97.20	114.43	141.41
MSZ4FP3	49.00	53.34	58.32	63.82	69.86	4.34	4.99	5.50	6.04	6.64	194.07	72.05	23.75	23.55	23.36	841.58	359.28	130.52	142.22	155.14
MSZ4FP4	37.00	40.22	43.87	48.09	52.72	3.22	3.64	4.23	4.63	5.07	42.70	19.66	16.87	18.27	19.91	137.64	71.63	71.29	84.55	101.00
MSZ5FP1	61.00	66.53	72.88	79.87	87.57	5.53	6.34	6.99	7.70	8.50	44.77	33.85	46.85	47.52	49.06	247.69	214.73	327.44	366.01	416.91
MSZ5FP2	56.00	61.03	66.78	73.13	80.11	5.03	5.76	6.34	6.98	7.70	28.44	16.67	13.66	14.64	15.85	142.91	95.99	86.64	102.24	122.01
MSZ5FP3	61.00	66.52	72.82	79.77	87.43	5.52	6.30	6.95	7.66	8.45	106.96	25.89	42.13	43.65	45.41	589.89	163.21	292.81	334.30	383.71
MSZ5FP4	56.00	61.02	66.79	73.16	80.19	5.02	5.76	6.38	7.02	7.74	89.93	65.06	52.22	53.40	55.35	451.87	374.77	333.13	375.11	428.45
MZ1FP1	47.00	51.22	56.24	61.60	67.48	4.22	5.01	5.36	5.88	6.47	104.26	27.76	29.69	31.96	34.42	440.46	139.16	159.09	188.05	222.72
MZ1FP2	50.00	54.51	59.78	65.48	71.75	4.51	5.26	5.70	6.27	6.90	160.70	54.57	94.24	104.70	116.28	725.54	287.13	537.28	656.11	801.90

MZ1FP3	43.00	46.85	51.36	56.34	61.81	3.85	4.51	4.98	5.47	6.01	320.91	104.17	117.15	125.32	135.13	1234.37	470.05	583.78	685.74	812.78
MZ1FP4	47.00	51.24	56.19	61.55	67.43	4.24	4.96	5.35	5.88	6.47	114.88	51.39	49.72	53.31	57.58	486.56	254.88	266.17	313.46	372.31
MZ1FP5	51.00	55.60	60.94	66.74	73.12	4.60	5.34	5.80	6.38	7.02	149.37	41.38	25.80	27.75	29.70	687.53	220.86	149.72	177.02	208.51
MZ1FP6	51.00	55.62	61.00	66.83	73.23	4.62	5.38	5.83	6.40	7.05	73.87	17.34	19.29	21.02	23.36	341.41	93.35	112.39	134.60	164.67
MZ1FP7	43.00	46.85	51.35	56.23	61.59	3.85	4.50	4.88	5.36	5.88	241.22	115.28	99.09	108.76	119.66	928.72	518.54	483.87	582.71	704.17
MZ1FP8	51.00	55.61	60.93	66.75	73.15	4.61	5.32	5.82	6.40	7.04	160.46	58.53	51.61	55.72	60.79	739.24	311.64	300.25	356.42	428.03
MZ1FP9	47.00	51.18	56.06	61.38	67.23	4.18	4.88	5.32	5.85	6.43	163.84	15.28	144.52	167.46	186.11	685.50	74.51	769.26	979.25	1196.72
MZ2FP1	49.00	53.40	58.59	64.25	70.47	4.40	5.19	5.66	6.22	6.84	450.78	99.93	172.15	189.10	208.81	1982.43	518.70	974.07	1176.00	1428.79
MZ2FP2	49.00	53.38	58.48	64.09	70.25	4.38	5.10	5.61	6.16	6.77	161.36	49.72	47.01	51.51	56.70	707.07	253.56	263.48	317.21	384.11
MZ2FP3	46.00	50.10	54.88	60.14	65.93	4.10	4.78	5.27	5.79	6.36	235.52	78.37	74.97	82.90	91.89	965.37	374.43	394.97	479.61	584.39
MZ2FP4	48.00	52.32	57.40	62.90	68.95	4.32	5.08	5.50	6.05	6.66	836.54	152.65	141.18	150.32	161.49	3610.07	775.97	776.94	909.26	1074.83
MZ2FP5	49.00	53.38	58.49	64.06	70.18	4.38	5.11	5.57	6.12	6.73	259.34	90.30	110.92	122.95	136.44	1135.49	461.30	617.90	752.62	918.84
MZ2FP6	51.00	55.58	60.98	66.80	73.20	4.58	5.40	5.82	6.40	7.04	39.73	16.55	47.41	51.52	56.04	181.94	89.33	275.90	329.62	394.69
MZ2FP7	49.00	53.39	58.57	64.16	70.29	4.39	5.18	5.59	6.14	6.75	98.71	14.72	29.87	32.12	34.58	433.18	76.26	166.85	197.15	233.49
MZ2FP8	48.00	52.30	57.31	62.75	68.75	4.30	5.01	5.45	5.99	6.59	35.07	52.07	30.99	67.59	72.40	150.74	260.72	168.88	404.93	477.08
MZ3FP1	48.00	52.28	57.26	62.72	68.71	4.28	4.97	5.46	6.00	6.60	147.39	49.63	45.54	48.22	51.84	631.40	246.75	248.64	289.26	341.99
MZ3FP2	46.00	50.10	54.93	60.29	66.19	4.10	4.83	5.37	5.90	6.49	77.34	20.46	19.93	21.90	23.99	316.80	98.80	106.94	129.11	155.60
MZ3FP3	43.00	46.82	51.25	56.11	61.44	3.82	4.43	4.86	5.33	5.86	290.30	114.11	101.51	107.65	115.00	1108.83	506.01	493.20	573.91	673.42
MZ3FP4	43.00	46.81	51.33	56.22	61.58	3.81	4.52	4.89	5.36	5.89	320.83	80.68	70.09	75.46	81.81	1221.84	364.87	342.52	404.65	481.93
MZ3FP5	47.00	51.19	56.05	61.39	67.25	4.19	4.86	5.33	5.86	6.44	124.14	42.81	54.97	60.18	66.17	520.12	208.18	293.25	352.58	426.27
MZ3FP6	44.00	47.91	52.46	57.47	62.98	3.91	4.55	5.01	5.50	6.05	560.38	191.97	325.94	348.92	371.66	2190.34	873.56	1634.44	1920.59	2248.18
MZ3FP7	46.00	50.09	54.91	60.12	65.85	4.09	4.81	5.22	5.73	6.30	213.54	60.15	164.17	183.53	205.36	874.31	289.37	856.52	1051.33	1293.13
MZ3FP8	47.00	51.20	56.08	61.43	67.31	4.20	4.87	5.35	5.88	6.46	45.08	27.92	23.87	26.32	28.69	189.51	136.09	127.68	154.69	185.42
NZ1FP1	113.00	123.95	136.27	150.00	165.26	10.95	12.31	13.73	15.26	16.98	20.26	9.81	6.87	7.41	8.03	221.92	120.82	94.36	113.03	136.28
NZ1FP2	113.00	123.99	136.34	150.08	165.36	10.99	12.35	13.74	15.28	17.00	16.63	7.62	34.45	35.49	37.32	182.75	94.11	473.41	542.17	634.55
NZ1FP3	113.00	123.98	136.25	149.98	165.24	10.98	12.28	13.73	15.26	16.98	65.31	35.34	58.81	63.28	67.70	716.79	433.94	807.30	965.38	1149.45
NZ1FP4	122.00	133.92	147.27	162.30	179.02	11.92	13.36	15.03	16.72	18.63	28.81	12.84	3.28	3.57	3.84	343.43	171.44	49.33	59.76	71.47
NZ1FP5	117.00	128.11	140.44	154.71	170.57	11.11	12.32	14.27	15.87	17.67	0.00	0.00	17.95	19.06	20.15	0.00	0.00	256.09	302.44	355.96
NZ2FP1	76.00	83.05	90.97	99.77	109.50	7.05	7.92	8.80	9.72	10.76	42.83	19.62	23.54	25.27	27.23	302.09	155.43	207.07	245.74	292.96
NZ2FP2	61.00	66.59	73.05	80.21	88.10	5.59	6.46	7.16	7.89	8.71	80.55	38.58	30.24	34.92	39.10	450.13	249.31	216.44	275.66	340.60
NZ2FP3	61.00	66.51	72.74	79.79	87.56	5.51	6.23	7.05	7.77	8.58	66.03	30.83	21.36	24.20	26.96	363.63	192.07	150.58	188.14	231.20
NZ2FP4	88.00	96.24	105.47	115.75	127.14	8.24	9.23	10.29	11.39	12.63	44.67	19.61	31.39	34.44	37.85	368.07	180.96	322.85	392.24	477.89
NZ3FP1	76.00	83.15	91.40	100.25	110.03	7.15	8.25	8.85	9.78	10.83	9.31	4.54	24.22	24.74	26.52	66.57	37.44	214.41	242.08	287.13
NZ3FP2	76.00	83.08	91.17	100.04	109.84	7.08	8.09	8.87	9.80	10.85	12.88	6.42	10.59	11.70	12.96	91.18	51.96	93.95	114.65	140.59
NZ3FP3	76.00	83.05	91.09	99.94	109.71	7.05	8.04	8.84	9.78	10.82	7.43	3.73	10.42	10.58	11.10	52.41	29.99	92.11	103.41	120.09
NZ3FP4	61.00	66.55	72.93	79.85	87.49	5.55	6.38	6.93	7.63	8.42	18.36	9.13	26.24	28.26	30.55	101.94	58.22	181.74	215.74	257.28

NZ3FP5	100.00	109.52	120.30	132.35	145.71	9.52	10.78	12.05	13.36	14.84	32.50	16.35	9.49	10.18	10.92	309.44	176.24	114.34	136.08	162.01
NZ4FP1	72.00	78.60	86.09	94.34	103.45	6.60	7.49	8.25	9.11	10.07	57.96	28.98	34.40	38.09	41.39	382.58	217.15	283.64	347.05	416.98
NZ4FP2	72.00	78.60	86.09	94.40	103.58	6.60	7.49	8.31	9.18	10.14	87.93	42.21	44.45	47.91	51.19	580.22	316.31	369.35	439.65	519.35
NZ4FP3	58.00	63.20	69.12	75.66	82.85	5.20	5.93	6.53	7.19	7.93	50.31	25.79	57.16	60.68	64.80	261.57	152.84	373.37	436.48	513.85
NZ4FP4	83.00	90.74	99.51	109.25	120.03	7.74	8.77	9.74	10.78	11.94	45.55	23.47	29.76	32.16	34.54	352.67	205.91	289.79	346.57	412.36
NZ4FP5	87.00	95.14	104.35	114.60	125.94	8.14	9.20	10.25	11.35	12.58	93.26	46.26	46.22	49.12	52.40	759.54	425.67	473.74	557.52	659.26
NZ6FP1	39.00	42.41	46.39	50.71	55.45	3.41	3.98	4.32	4.74	5.20	20.82	9.99	24.57	25.82	27.40	70.98	39.74	106.24	122.37	142.42
NZ6FP2	39.00	42.40	46.37	50.73	55.50	3.40	3.97	4.36	4.77	5.24	60.39	28.99	57.23	61.44	66.67	205.59	114.98	249.25	293.35	349.25
NZ6FP3	44.00	47.86	52.30	57.16	62.48	3.86	4.45	4.85	5.32	5.85	23.16	11.12	17.02	17.58	18.44	89.30	49.45	82.59	93.58	107.81
NZ6FP4	44.00	47.86	52.33	57.28	62.70	3.86	4.46	4.95	5.42	5.95	100.14	48.08	18.50	19.26	20.58	386.93	214.63	91.60	104.42	122.52
NZ6FP5	47.00	51.15	55.93	61.19	66.97	4.15	4.78	5.26	5.78	6.35	13.51	6.08	13.56	13.20	12.85	56.05	29.08	71.34	76.21	81.56
SEZ1FP1	71.00	77.54	84.87	93.12	102.22	6.54	7.33	8.24	9.10	10.06	87.79	21.09	34.82	36.80	39.25	574.50	154.58	286.96	334.91	394.99
SEZ1FP2	53.00	57.78	63.42	69.59	76.36	4.78	5.65	6.16	6.77	7.46	9.53	3.64	7.98	8.33	9.08	45.52	20.58	49.19	56.39	67.72
SEZ1FP3	71.00	77.58	85.17	93.48	102.65	6.58	7.59	8.31	9.17	10.14	32.53	19.08	15.58	16.19	17.06	213.92	144.83	129.45	148.54	172.95
SEZ1FP4	53.00	57.78	63.18	69.18	75.79	4.78	5.41	6.00	6.60	7.27	16.15	5.64	7.34	8.09	9.09	77.12	30.48	44.05	53.37	66.07
SEZ1FP5	53.00	57.78	63.07	69.23	76.00	4.78	5.30	6.16	6.77	7.45	16.85	4.90	5.68	6.37	7.15	80.48	25.98	34.97	43.13	53.28
SEZ1FP6	53.00	57.79	63.39	69.49	76.19	4.79	5.60	6.10	6.70	7.37	10.62	3.01	7.22	8.56	9.62	50.89	16.85	44.05	57.33	70.89
SEZ1FP7	53.00	57.73	63.01	68.97	75.53	4.73	5.28	5.96	6.56	7.22	16.68	9.59	9.40	9.96	10.78	78.85	50.66	56.08	65.34	77.84
SEZ2FP1	28.00	30.47	33.35	38.62	44.66	2.47	2.87	5.27	6.04	6.88	32.17	4.70	0.65	0.61	0.56	79.53	13.51	3.44	3.65	3.88
SEZ2FP2	51.00	55.47	60.60	66.43	72.85	4.47	5.13	5.83	6.42	7.06	11.07	2.91	24.48	26.27	28.41	49.48	14.92	142.82	168.53	200.63
SEZ2FP3	41.00	44.66	48.74	53.59	58.88	3.66	4.09	4.84	5.29	5.80	17.24	5.47	7.27	8.06	8.89	63.02	22.35	35.21	42.68	51.55
SEZ2FP4	56.00	61.08	66.55	73.08	80.28	5.08	5.46	6.54	7.19	7.92	29.34	7.61	24.56	27.75	30.65	149.19	41.54	160.57	199.63	242.87
SEZ2FP5	51.00	55.58	60.71	65.97	71.76	4.58	5.12	5.26	5.79	6.37	17.02	2.65	0.00	0.00	0.00	78.00	13.60	0.00	0.00	0.00
SEZ2FP6	40.00	43.55	47.63	52.34	57.51	3.55	4.07	4.71	5.17	5.67	3.99	0.99	0.58	0.61	0.69	14.18	4.05	2.75	3.16	3.89
SEZ2FP7	56.00	61.08	66.56	73.02	80.12	5.08	5.49	6.45	7.10	7.83	15.52	3.31	18.03	20.96	23.19	78.80	18.18	116.36	148.91	181.58