

1: INTRODUCCIÓN

El dióxido de carbono (CO₂) es un gas de efecto invernadero que se encuentra de forma natural en la atmósfera. Las actividades humanas y la degradación de los bosques se están aumentando la concentración atmosférica de CO₂ y de esta manera contribuyen al calentamiento global del planeta.

Las emisiones de CO₂ se producen cuando se quema combustible, ya sea en grandes centrales eléctricas, en motores de automóviles, o en sistemas de calefacción. También pueden producirse emisiones mediante otros procesos industriales, por ejemplo cuando se extraen y se procesan los recursos o cuando se queman los bosques.

De tal manera uno de los indicadores de actuación del Proyecto GEF_Chaco está referido al incremento de captura y almacenamiento de carbono como uno de los servicios de los sistemas productivos, debido a la intervención en el mejoramiento de las prácticas agropecuarias y forestales, en particular en los citados sitios pilotos para determinar la captura de dióxido de carbono.

El proyecto GEF-Chaco “Gran Chaco Americano” cubre aproximadamente 1.000.000 de Km² en la parte central de América del Sur. Comprende la región norte-central de Argentina (abarca un 53% del área total del Gran Chaco y 22% de la superficie del país), el occidente del Paraguay (25% del área del Gran Chaco y 60% del área del país), y el sudeste de Bolivia (14% del área del Gran Chaco y 13% del área del país). El Gran Chaco abarca un mosaico de medio ambientes, incluyendo sabanas, tierras pantanosas y uno de los más grandes tractos remanentes de bosque seco en el mundo y el segundo ecosistema boscoso más grande, fuera de la Amazonía en América del Sur. Su biodiversidad identificada incluye 3.400 especies de plantas de las cuales 400 son endémicas, 150 especies mamales, 12 de las cuales son endémicas, casi 500 especies de aves, 188 especies anfibias, 297 reptiles.

En este contexto, el Proyecto GEF_Chaco contrata los servicios del Instituto Boliviano de Investigación Forestal (IBIF) para cuantificar el carbono almacenado en un gradiente de usos de suelos y así tener una línea base sobre el balance de carbono en

cuatro municipios del Chaco boliviano. De esta manera, con el estudio se contribuirá en la definición de estrategias de conservación que garanticen el mantenimiento de las reservas actuales, así como la continuidad de los servicios ambientales, en particular del secuestro de carbono en los sistemas productivos de los pobladores del Chaco boliviano.

La presente investigación se realizó con el marco el convenio entre la UAJMS con el proyecto GEF_Chaco y los tesistas donde eligieron tres sitios pilotos establecidos en la provincia Gran Chaco el monitoreo, donde uno de los tres sitios se realizara en la parcela permanente de bosque diferido ubicado en la estancia ganadera La Criolla, Ibibobo, Villa Montes, Tarija.

1.2 JUSTIFICACIÓN

En nuestro país y en nuestro departamento de Tarija hay muy poca información existente en cuanto a estudios sobre el almacenamiento y potencial de almacenamiento de carbono en diferentes usos de suelos. Sin embargo, existen varias experiencias y metodologías desarrolladas para la cuantificación de carbono en los bosques tropicales en la Amazonia. Las metodologías se basan en la información levantada durante la realización del inventario del bosque, donde se obtienen datos de diámetro, altura total, densidad de la madera; con los cuales, haciendo el uso de ecuaciones alométricas, se puede estimar la biomasa del bosque.

En tal sentido, cuantificar la cantidad de carbono almacenado en la biomasa aérea de manera precisa y eficiente, para obtener datos confiables, es de interés para todos los que apostamos por la conservación de dichos bosques. Estos datos servirán como línea base para luego realizar los balances de dióxidos de carbono que puedan dar diferentes usos.

OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Estimar la cantidad (STOKC) de dióxido de carbono en el sitio piloto de bosque diferido en Ibibobo, La Criolla, Villa Montes en base en la metodología de Instituto Boliviano de Investigación forestal (IBIF).

1.3.2 Objetivos específicos

- Estimar la Biomasa y Carbono de la parcela permanente ubicada en el predio la Criolla del sitio piloto de un bosque diferido.
- Determinar la captura de carbono bajo el sistema de Bosque Diferido de la parcela permanente de muestreo del sitio piloto ubicado en el municipio de Villa Montes.
- Contribuir mediante los datos obtenidos a la actualización y/o comparación de la base de datos del IBIF; GEF-CHACO con el fin de promover la captura de Carbono en los países que componen el Chaco Americano.

2.- MARCO TEÓRICO

2.1 Panel intergubernamental de cambio climático (ipcc).

El volumen 4 del IPCC brinda orientación para la preparación de los inventarios anuales de gases de efecto invernadero en el Sector de agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU, del inglés,). En este volumen se integra la orientación previa individual incluida en las Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996 para la Agricultura y para Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura. En esta integración se reconoce que los procesos que subyacen a las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero, así como las diferentes formas de carbono almacenado en tierra, pueden producirse en todos los tipos de tierras. Se reconoce que los cambios de uso de la tierra pueden producirse en todos los tipos de tierras. Con este método, se intenta mejorar la coherencia y la exhaustividad en la estimación y la declaración de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero.

El Sector AFOLU tiene ciertas características exclusivas con relación al desarrollo de métodos de inventario. Hay muchos procesos que traen aparejadas emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero que pueden encontrarse muy dispersos geográficamente y ser muy variables con el tiempo. Los factores que regulan las emisiones y las absorciones pueden ser tanto naturales como antropogénicos (directos e indirectos) y puede resultar difícil distinguir claramente entre los factores causales. Aun reconociendo esta complejidad, los métodos de inventario deben ser prácticos y operativos. Las *Directrices del IPCC de 2006* están diseñadas para ayudar en la estimación y generación de informes sobre los inventarios nacionales de emisiones y absorciones antropogénicas de gases de efecto invernadero. Para el Sector AFOLU, las emisiones antropogénicas y absorciones por sumideros de gases de efecto invernadero se definen como aquellas que se producen en «tierras gestionadas». La tierra gestionada es aquella en la que ha habido intervención humana y donde se han aplicado prácticas para la realización de actividades de producción, ecológicas o sociales. Todas las

definiciones y clasificaciones de tierras deberán especificarse a nivel nacional, describirse de manera transparente y aplicarse de forma coherente a lo largo del tiempo. No es necesario declarar las emisiones/absorciones de gases de efecto invernadero en tierras no gestionadas. No obstante, es una *buena práctica* que los países cuantifiquen, y efectúen un seguimiento con el tiempo, de la superficie de tierras no gestionadas, de manera que se pueda mantener la coherencia en la contabilidad de la superficie a medida que se producen cambios de uso de la tierra.

Actualmente, la orientación y los métodos para estimar las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero para el Sector AFOLU incluyen:

- Las emisiones y absorciones de CO₂ resultantes de los cambios en las existencias de carbono en la biomasa, materia orgánica muerta y suelos minerales, para todas las tierras gestionadas;
- Las emisiones de CO₂ producidas por incendios en todas las tierras gestionadas;
- Las emisiones de N₂O de todas las tierras gestionadas;
- Las emisiones de CO₂ relacionadas con la aplicación de cal y urea en tierras gestionadas. (IPCC, 2006)

2.2 PERSPECTIVA GENERAL DE LAS EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL SECTOR AFOLU

2.2.1 Fundamento científico

El uso y la gestión de la tierra tiene su influencia sobre una diversidad de procesos del ecosistema que afectan a los flujos de los gases de efecto invernadero, tales como la fotosíntesis, la respiración, la descomposición, la nitrificación/desnitrificación, la fermentación entérica y la combustión. Estos procesos incluyen transformaciones del carbono y del nitrógeno provocadas por los procesos biológicos (actividad de microorganismos, plantas y animales) y físicos (combustión, lixiviación y escurrimiento).

2.2.2 Los gases de efecto invernadero.

El CO₂ es considerado uno de los gases de mayor influencia en el efecto de invernadero, se considera necesario e importante conocer un poco acerca del comportamiento del carbono en la superficie de la tierra y su papel en la atmósfera, la cual de forma resumida parte del Ciclo del carbono. El ciclo del carbono es considerado como un conjunto de cuatro depósitos interconectados: la atmósfera, la biosfera terrestre (incluyendo los sistemas de agua dulce), los océanos y los sedimentos (incluso los sedimentos fósiles). Estos depósitos son fuentes que cumplen la opción de liberar el carbono, o de ser sumideros que absorben carbono de otra parte del ciclo.

(Ciesla, 1996, citado por Molina y Paíz, 2002). (IPCC, 2006).

2.2.3 Procesos de emisión y absorción

Los flujos de gas de efecto invernadero en el Sector AFOLU pueden estimarse de dos maneras: 1) como cambios netos en las existencias de C a medida que transcurre el tiempo (lo que se emplea para la mayoría de los flujos de CO₂) y 2) directamente como caudales de flujo de gas hacia y desde la atmósfera (lo que se utiliza para estimar las emisiones y absorciones de CO₂). La utilización de los cambios en las existencias de C para estimar las emisiones y absorciones de CO₂ se basa en el hecho de que los cambios en las existencias de C del ecosistema se producen, en su mayoría (aunque no exclusivamente) a través del intercambio de CO₂ entre la superficie terrestre y la atmósfera (es decir que los demás procesos de transferencia de C, como la lixiviación, se consideran insignificantes). En consecuencia, los incrementos en las existencias totales de C con el correr del tiempo se equiparan con la absorción neta de CO₂ de la atmósfera, mientras que las reducciones en las existencias totales de C (a las que se restan las transferencias a otros depósitos, como los de productos de madera recolectada) se equiparan con la emisión neta de CO₂. Las emisiones de no-CO₂ son, en su mayor parte, producto de procesos microbiológicos (p. ej. en el suelo, las vías digestivas animales y el estiércol) y de la combustión de materiales orgánicos. A continuación, se describen los procesos de emisión y absorción del Sector AFOLU para las existencias y procesos de los principales ecosistemas, organizados por sus

componentes, a saber: 1) biomasa, 2) materia orgánica muerta, 3) tierras y 4) ganado. (IPCC, 2006).

2.2.4 Biomasa

La biomasa vegetal, incluyendo sus partes aéreas y subterráneas, constituye el principal medio de absorción de CO₂ de la atmósfera. Hay grandes cantidades de CO₂ que se transfieren entre la atmósfera y los ecosistemas terrestres, fundamentalmente a través de la fotosíntesis y de la respiración. A la captación de CO₂ a través de la fotosíntesis se la llama producción primaria bruta (GPP, del inglés). Alrededor de la mitad de lo que respiran las plantas y que vuelve a la atmósfera, mientras que el resto constituye la producción primaria neta (NPP, del inglés), que es el total de producción de biomasa y de materia orgánica muerta en un año.

En otras palabras, la biomasa aprovecha residuos de procesos agrícolas o industriales. Por ejemplo, se puede emplear desechos de la agricultura y ganadería (como cáscaras, estiércol, purines, huesos o paja), los lodos de depuradoras o residuos forestales para producir energía.

La ventaja es que la biomasa *per se* altera el equilibrio de la concentración de carbono atmosférico. Esto es debido a que es un combustible no fósil, también considerado como ‘neutro’ dentro del ciclo del carbono, como se observa en la imagen.

IPCC. 2006.



2.2.5 Materia orgánica muerta

En algún momento, la mayor parte de la biomasa (NPP) contenida en el material vegetal vivo se transfiere a depósitos de materia orgánica muerta (DOM, del inglés) (p. ej. madera muerta y hojarasca – véase el Cuadro 1.1 para conocer las definiciones). Parte de la DOM se descompone rápidamente y devuelve el carbono a la atmósfera, pero hay una parte retenida durante meses hasta años o décadas. El uso y el manejo de las tierras repercuten sobre las existencias de carbono en la materia orgánica muerta al tener su efecto sobre la velocidad de descomposición y sobre el ingreso de detrito fresco. Las pérdidas debidas al quemado de materia orgánica muerta incluyen emisiones de CO₂, N₂O, CH₄, NO_x, COVDM y CO. (IPCC, 2006).

2.2.6 Carbono y materia orgánica en el suelo

En este ciclo, el carbono orgánico del suelo representa la mayor reserva en interacción con la atmósfera y se estima en cerca de 1 500 Pg C a 1 m de profundidad (cerca de 2 456 a dos metros de profundidad). El carbono inorgánico representa cerca de 1 700 Pg pero es capturado en formas más estables tales como el carbonato de calcio. La vegetación (650 Pg) y la atmósfera (750 Pg) almacenan considerablemente menos cantidades que los suelos. Los flujos entre el carbono orgánico del suelo o terrestre y la atmósfera son importantes y pueden ser positivos bajo la forma de captura o negativos como emisión de CO₂. (FAO-2006).

2.2.7 Ganado

Los sistemas de producción animal, y en particular los de rumiantes, pueden constituir fuentes significativas de emisiones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, la fermentación entérica que se produce en los sistemas digestivos de los rumiantes lleva a la producción y emisión de CH₄. Las decisiones de gestión tomadas respecto de la eliminación y el almacenamiento de estiércol afectan a las emisiones de CH₄ y de N₂O, los que se forman durante la descomposición del estiércol como subproductos de la

metanogénesis y de la nitrificación/desnitrificación, respectivamente. Más aun, las pérdidas por volatilización de NH₃ y NO_x de los sistemas de gestión del estiércol y de los suelos conducen a emisiones indirectas de gases de efecto invernadero. (IPCC, 2006).

2.3 DEFINICIONES DE DEPÓSITOS DE CARBONO CO₂

Dentro de cada una de las categorías de usos de la tierra, los cambios en las existencias de carbono y las estimaciones de emisión/absorción pueden incluir a los cinco depósitos. Para ciertas categorías de uso de la tierra y métodos de estimación, los cambios en las existencias de C pueden estar basados en los tres depósitos de carbono agregados (es decir, biomasa, DOM y suelos). Es posible que las circunstancias de cada país exijan efectuar modificaciones a las definiciones de depósitos que se presentan aquí. Cuando se utilizan definiciones modificadas, es una buena práctica declararlas y documentarlas claramente a fin de asegurar que las definiciones modificadas se utilicen coherentemente a medida que transcurre el tiempo y de demostrar que los depósitos no se omiten ni se cuentan dos veces. Normalmente, los cambios en las existencias de carbono relacionados con los productos de madera recolectada se declaran a escala nacional (IPCC, 2006).

2.3.1 Ciclo del carbono terrestre

El dióxido de carbono (CO₂) es intercambiado entre la vegetación terrestre y la atmósfera. Se producen cambios en los balances netos entre el secuestro (también conocido como almacenamiento o fijación) y la liberación a lo largo de periodos de tiempo: (a) minuto a minuto (ej., cuando las nubes interceptan la luz solar), (b) patrón día noche, a lo largo de un ciclo estacional de predominancia del crecimiento y la descomposición y (c) las etapas del ciclo de vida de la vegetación o del sistema de uso de la tierra. (IPCC, 2006).

2.3.2 Deforestación y balance del carbono.

Cuando los bosques se convierten a otros usos de la tierra, ocurre una gran liberación neta de carbono a la atmósfera. El proceso puede ocurrir en cuestión de horas en el caso de incendios, o durar años en el caso de la descomposición, o décadas cuando los productos de la madera ingresan en los sistemas domésticos/urbanos. Las emisiones netas pueden calcularse analizando la disminución o el aumento de las “reservas terrestres de carbono”. Debido a que los bosques tropicales en condiciones naturales contienen más carbono aéreo de superficie que cualquier otro tipo de cobertura terrestre (Gibbs y otros, 2007), es importante considerarlos en los esfuerzos por mitigar el cambio climático. (IPCC, 2006).

2.3.3. Métodos para medir el carbono (C)

Los cambios en las reservas promedio de carbono por cobertura terrestre pueden monitorearse utilizando diversos métodos que incluyen conjuntos de datos y cálculo secundarios de IPCC (2003b). Además, los países pueden realizar inventarios forestales y muestreos in situ utilizando parcelas permanentes para los usos d la tierra. Para medir cambios en las reservas de carbono ocasionados por la degradación, IPCC (2006) recomienda dos opciones que no son mutuamente excluyentes.

- El método de diferencia entre reservas y
- El método de ganancia-pérdida

El método de diferencia entre reservas utiliza los inventarios de reservas de carbono de usos d la tierra para calcular secuestros o emisiones. Las reservas de carbono en cada reservorio de carbono se calculan midiendo la reserva de biomasa existente al comienzo y al final de cada periodo de contabilización. (IPCC, 2006)

2.4 MEDICIÓN DEL CARBONO DE DIFERENTES USOS DE LA TIERRA

La tierra puede destinarse a una (y solo una) de las seis categorías expuestas abajo. Un uso de la tierra puede considerarse como una categoría de nivel superior para representar todos los usos similares d la tierra, y las subcategorías describen

circunstancias especiales significativas para el contenido de carbono, si es que hay datos disponibles. (IPCC, 2006).

2.4.1 Tierras forestales.

Estima los cambios en las reservas de carbono y en las emisiones/absorciones de GEI asociadas a cambios en la biomasa y el Grupo Consultivo de Expertos (GCE) – Manual sobre los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura carbono orgánico del suelo en tierras forestales y tierras convertidas a tierras forestales; - Proporciona metodologías para cinco depósitos de carbono; - Relaciona la biomasa y los depósitos de carbono del suelo para áreas en la misma categoría (en niveles superiores): - Estima el incremento anual de las reservas de carbono en la biomasa viva (BA + BS), la disminución en las reservas de carbono y el cambio neto en las reservas de carbono.

Estima los cambios en las reservas de carbono en madera muerta, mantillo y el cambio neto anual de la reserva de carbono, estima los cambios en las reservas de carbono en suelos minerales, suelos orgánicos y el cambio neto anual en las reservas de carbono en los suelos. (FAO-2006).

2.4.2 Tierras agrícolas

Esta categoría comprende las tierras para la agricultura, incluyendo los campos de cultivo de arroz, y sistemas agroforestales donde la estructura de la vegetación se encuentra (actualmente o potencialmente) por debajo de los parámetros utilizados para definir la categoría de Suelo Forestal. (IPCC, 2006).

2.4.3 Pastizal

Esta categoría incluye tierras de pasto y pasturas no consideradas Tierras Agrícolas.

También incluye sistemas con vegetación leñosa y otra vegetación que no es pasto como las hierbas y los arbustos que quedan por debajo de los valores parámetro utilizados en la categoría de Suelo forestal. La categoría incluye también todos los

pastizales abarcando desde las tierras vírgenes hasta áreas recreativas, así como sistemas agrícolas y sistemas silvopastoriles, en congruencia con las definiciones nacionales. (IPCC, 2006).

2.4.4 Otras coberturas de suelo

Esta categoría incluye suelo desnudo, roca, hielo y todas las áreas de suelo que no corresponden a ninguna de las otras cuatro categorías. Permite que el total de áreas desueto identificadas coincida con el área nacional, cuando hay datos disponibles.

Si hay datos disponibles, se incentiva a los países a clasificar los suelos no manejados conforme a las categorías de uso de la tierra mencionadas anteriormente (ej. Clasificarlos como Suelo Forestal no manejado, Pastizal no manejado y Humedales no manejados). (IPCC, 2006).

2.5 BENEFICIOS

Los beneficios no relacionados con el clima de un balance de carbono mejorado en el suelo son conocidos y valorados en el desarrollo agrícola. Están asociados con muchos objetivos medioambientales que se concentran en los recursos naturales y agrícolas. De alguna forma, se podría considerar que la secuestación del carbono del suelo proporciona una ganancia triple como beneficio público.

- **Valor para el agricultor:** El secuestro del C mejora los rendimientos agrícolas (aumento del rendimiento, ahorro de insumos, ahorro de agua) e ingresos (producción adicional y Pago de Servicios Ambientales (PSA11)).
- **Valor para la comunidad:** El secuestro de C contribuye al aumento de la resiliencia de los sistemas agrícolas y de las cuencas hidrográficas para hacer frente a las crisis climáticas (participación a la adaptación al cambio climático, PSA).

- **Valor para la sociedad:** El gran potencial de mitigación de la agricultura proviene del secuestro de C (valor de carbono local y global).

CUADRO 1.1 DEFINICIONES DE LOS DEPÓSITOS DE CARBONO UTILIZADOS EN AFOLU PARA CADA CATEGORÍA DE USO DE LA TIERRA		
Depósito		Descripción
Biomasa	Biomasa aérea	Toda la biomasa de la vegetación viva, tanto maderera como herbácea, que se halla por encima del suelo, incluidos tallos, cepas, ramas, corteza, semillas y follaje. Nota: En los casos en los que el sotobosque sea un componente menor del depósito de carbono de la biomasa aérea, es aceptable que se lo excluya para las metodologías y los datos asociados que se utilizan en ciertos niveles, siempre que éstos se empleen de manera coherente a lo largo de toda la serie temporal del inventario.
	Biomasa subterránea	Toda la biomasa de las raíces vivas. A menudo, las raíces finas, de menos de 2 mm de diámetro (sugerido), se excluyen porque, empíricamente, no se las puede distinguir de la materia orgánica del suelo o de la hojarasca.
Materia orgánica muerta	Madera muerta	Incluye toda la biomasa leñosa no viviente que no está contenida en la hojarasca, ya sea en pie, tendida en el suelo o enterrada. La madera muerta incluye la madera tendida en la superficie, las raíces muertas y las cepas de 10 cm de diámetro o más (o del diámetro especificado por el país).
	Hojarasca	Incluye toda la biomasa no viva con un tamaño mayor que el límite establecido para la materia orgánica del suelo (sugerido 2 mm) y menor que el diámetro mínimo elegido para la madera muerta (p. ej. 10 cm), que yace muerta, en diversos estados de descomposición por encima o dentro del suelo mineral u orgánico. Incluye la capa de hojarasca como se la define habitualmente en las tipologías de suelos. Las raíces vivas finas por encima del suelo mineral u orgánico (por debajo del diámetro mínimo límite elegido para la biomasa subterránea) se incluyen con la hojarasca cuando no se las puede distinguir de esta última empíricamente.
Suelos	Materia orgánica del suelo ¹	Incluye el carbono orgánico contenido en suelos minerales hasta una profundidad dada, elegida por el país y aplicada coherentemente a lo largo de la serie temporal ² . Las raíces finas vivas y muertas y la DOM que se encuentran dentro del suelo y que miden menos que el límite de diámetro mínimo (sugerido 2 mm) para raíces y DOM se incluyen con la materia orgánica del suelo cuando no se las puede distinguir de esta última empíricamente. El valor por defecto para la profundidad del suelo es de 30 cm y la orientación sobre cómo determinar las profundidades específicas para cada país se incluyen en el Capítulo 2.3.3.1.

¹ Incluye la materia orgánica (viva y no viva) que se encuentra dentro de la matriz del suelo, operativamente definida como una fracción de un tamaño específico (p. ej. toda la materia que pasa a través de un cedazo de 2 mm). Las estimaciones de las existencias de C en el suelo pueden incluir también C inorgánico del suelo si se emplea un método del Nivel 3. Las emisiones de CO₂ producidas en los suelos por aplicación de enclado y urea se estiman como flujos empleando el método de Nivel 1 o 2.

² Las existencias de carbono en suelos orgánicos no se calculan explícitamente empleando el método de Nivel 1 o 2 (que estiman solamente el flujo anual de C de los suelos orgánicos), sino que se los puede estimar utilizando un método del Nivel 3. La definición de los suelos orgánicos a los fines de su clasificación se suministra en el Capítulo 3.

FUENTE: (IPCC, 2006).

2.6. ESTIMACIONES DE BIOMASA Y CARBONO EN BOSQUES NATURALES DE BOLIVIA

Se estimaron valores de biomasa aérea total de todos los árboles a partir de 10 cm de DAP en bosques naturales de cuatro ecoregiones bolivianas: Amazonía, Preandino amazónico, Transición chiquitano amazónica y Chiquitanía. Se utilizaron datos de 600 mil árboles obtenidos en 74 inventarios forestales y la ecuación más exigente desarrollada por Brown et al. (1989), que requiere el DAP, altura total y densidad básica como variables independientes. Los valores de biomasa aérea total varían entre promedios de 97 t/ha en la ecoregión de Transición chiquitanoamazónica hasta 171 t/ha

en la Amazonía. En consecuencia la variación del carbono almacenado es de 49 t/ha a 86 t/ha respectivamente. Habiendo realizado ajustes de curvas de altura con datos locales, se alerta la ocurrencia de sobre estimaciones de biomasa al utilizar funciones de altura derivadas en otras zonas tropicales. Otros resultados logrados son los factores de expansión de volumen y de biomasa, lo que permitirá el uso más amplio de datos de inventarios convencionales.

2.7 SISTEMA PRODUCTIVO

2.7.1 Sistema Pecuario.

Para el sistema pecuario, se han considerado cuatro formas o técnicas de uso de suelo. Estas formas de uso del suelo, en general, se aplicó para dos regiones del Chaco boliviano, el de la Llanura y Pie de Monte. (IBIF. Santa Cruz, Bolivia).

2.7.2 Bosque diferido.

El bosque diferido, el cual consiste en el manejo de un área cercada, con bosque natural, donde se introduce el ganado por determinado tiempo, luego el ganado es llevado a otra área cercada similar. El área utilizada permanece encerrada por cercos eléctricos o alambrados varios meses, incluso años, para su recuperación. Específicamente, el monte diferido consiste en controlar el acceso del ganado al bosque nativo para el consumo de especies forrajeras nativas, para ello se requiere la construcción de alambradas que evitan el acceso del animal (usar cercas eléctricas es lo más económico). Lo ideal es instalar divisiones internas en toda la propiedad según la calidad de los suelos, aptitudes y su fragilidad y hacer rotaciones del pastoreo según las condiciones. Tener divisiones permite además una programación adecuada de la disponibilidad de las pasturas a lo largo del año.

En el manejo del monte diferido, es decir para lograr la recuperación de la vegetación, su conservación y uso productivo no se deja entrar animales desde el inicio del período de lluvias hasta el mes de abril. Una vez que las plantas han producido semillas, el ganado puede entrar para el pastoreo. Se aplica el diferido durante dos o tres años. Si el potrero fue muy castigado debe ser diferido más años. Una vez recuperado un sector

se procede a otro sector del potrero. El sector recuperado si se utiliza durante la época de lluvias el otro descansa para ser utilizado en época seca. Cuando todos los potreros hayan mejorado su condición, el descanso se aplica hasta la mitad del período de lluvias para unos y la otra mitad para los otros potreros. (IBIF. Santa Cruz, Bolivia).

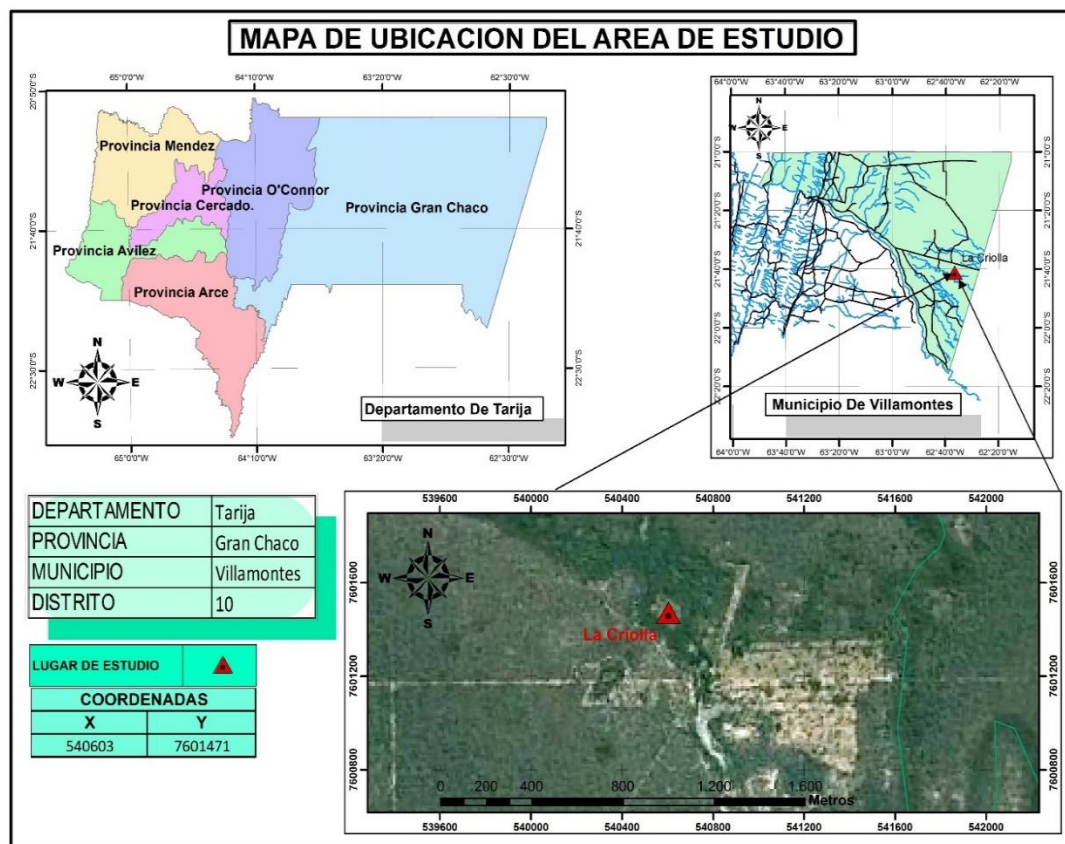
3. MATERIALES Y MÉTODOS:

3.1 Localización de zona de estudio

El Sitio Piloto La Criolla se encuentra ubicado en el Municipio de Villa Montes, en el distrito 10 Cutaiqui, encuentran ubicado al noreste del municipio. Sus límites son los siguientes: al norte con el Departamento de Chuquisaca, al sur con el Municipio de Yacuiba y la República de la Argentina, al este con la República del Paraguay y al oeste con los distritos municipales 5 (Indígena), 7 (Tiguipa) y 9 (Ibibobo)

El sitio de muestreo de la Parcela Permanente de Muestreo del predio “La Criolla” perteneciente al municipio de Villa Montes del chaco boliviano en la provincia Gran Chaco del departamento de Tarija con las coordenadas de X: 540603 Y: 7601471 con una superficie de 4000 ha . (ZONISIG – APDS, 2000).

Mapa de Ubicación:



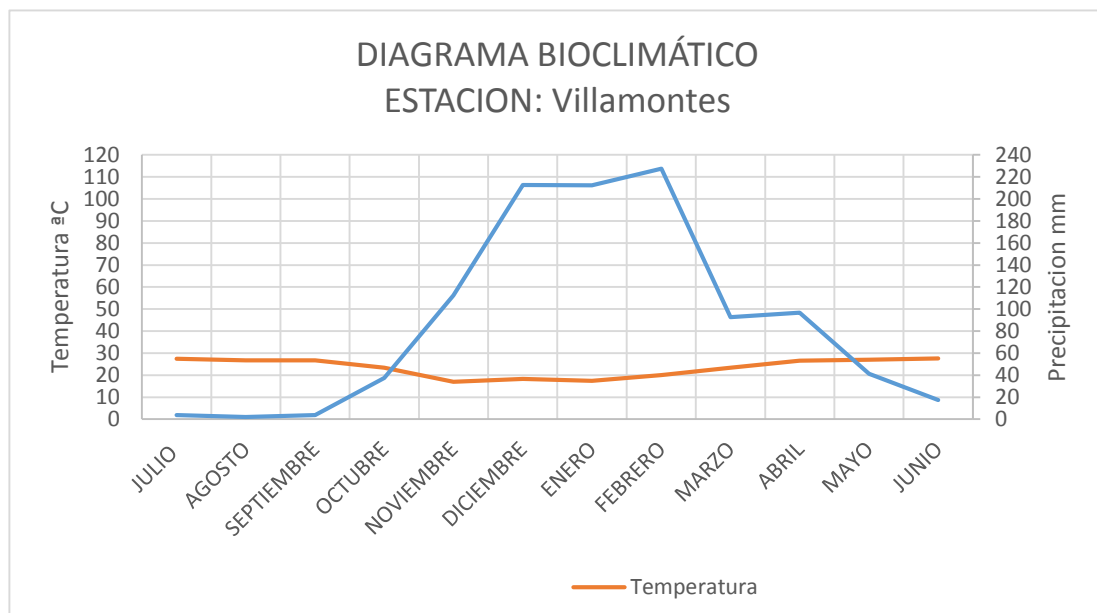
3.3 CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS

3.3.1. Características meteorológicas

3.3.1.1. Clima

En el Sitio Piloto La Criolla, el clima es cálido árido se encuentra la llanura chaco beniana, formando con niveles altitudinales que varían entre 200 a 800 msnm. La temperatura media anual fluctúa entre los 23,5 °C mientras que la precipitación promedio anual varía entre 500 a 700 mm. (SENAMHI).

Grafica N° 1



SENAMHI

3.3.2 Características físicas:

3.3.2.1 Fisiografía:

El área del estudio La Criolla se ubica en las terrazas por lo tanto las características del suelo es de llanura chaco-beniano, donde se identifica un relieve casi plano a ligeramente ondulado (0 - 2%), y se constituye de superficies de la llanura y depresiones, con una elevación entre 350 y 550 msnm. En general los suelos son profundos, de texturas franco-limosas, franco-arcillo-limoso, formadas por materiales

no consolidados de depósitos coluviales y fluviales, con buen drenaje a rápido en las superficies de la llanura, e imperfecto en las depresiones.

(ZONISIG – APDS, 2000).

3.3.2.2. Geología:

Q. Cuaternario

El 90,2 % de la superficie total del sitio piloto La Criolla, constituido casi íntegramente por sedimentos lacustres, fluviales y aluviales que tapizan la llanura chaqueña y que configuran superficies bad-lans, con una litología compuesta por gravas, arenas, limos y arcillas. (ZONISIG – APDS, 2001).

3.3.2.3 Suelos:

Generalmente los suelos son formados en material sedimentaria, sobre todo conglomeratos y breccias, intercambiado con algunas capas coluviales y fluviales. El drenaje es bueno a rápido. Comprende las unidades de terreno 809, 812, 814.

En el sitio piloto La Criolla, los suelos son formados por arena fina limosa, son profundos, bien drenados en las terrazas y moderadamente drenados. El relieve es ligeramente ondulado, con ligera erosión laminar y encostramiento. Los suelos de las terrazas presentan moderado grado de sodicidad, lo que afecta la estructura del suelo. (ZONISIG – APDS, 2001).

3.3.2.4. Hidrología:

La fuente de agua más importante de régimen permanente es el río Pilcomayo. Tiene su origen en la cordillera de Los Frailes (departamento Potosí), y atraviesa la sección municipal de noroeste a sudeste, con una longitud de 245 Km.

Este río, presenta una marcada variación del caudal medio mensual, característica de un río pluvial con máximas en el período lluvioso de diciembre a abril (donde puede

superar los 200 m³/s). A partir de abril hasta junio los caudales disminuyen bruscamente hasta alcanzar los mínimos entre septiembre y octubre (entre los 30 y 60 m³/s).

En la sección sur de la llanura existen número de cauces semipermanentes, lo que podría deberse a la existencia de suelos con mayor porcentaje de arcilla, que restringe la infiltración del agua superficial y provocan una mayor circulación de la misma sobre los sedimentos.

A través de imágenes de satélite es posible identificar el cono aluvial de gran magnitud, cuyo ápice se ubica en la zona de Ibibobo aguas abajo. Se mencionan paleocanales, bajos topográficos y paleoterrazas, altos topográficos. Históricamente, el cauce del río se ha movido hacia el sur-oeste. Proceso que continúa manifestándose, esta migración sufrida por el río puede deberse a reactivaciones tectónicas que han provocado su desplazamiento hacia el sur. Es importante destacar, que el río acarrea importantes cantidades de sedimentos, que se ha calculado en 98 millones de toneladas anuales a la altura de la ciudad de Villa Montes, dicha carga ha aumentado en los últimos años debido a una acción erosiva más intensa de áreas expuestas por efecto del desmonte, lo que provocó la acumulación de gran cantidad de sedimentos en los sectores Argentino y Paraguayo del río, y con ello el retroceso de su cauce activo estimado en unos siete Km. por año. (ZONISIG – APDS, 2000).

El territorio donde se encuentra el sitio piloto La Criolla, pertenece a dos sistemas de drenaje, Cuenca del río Pilcomayo y Cuencas pequeñas, cuyos cursos penetran o se originan en la llanura Chaqueña.

3.3.2.5. Vegetación:

En el sitio piloto La Criolla en el área de estudio, se desarrolla sobre un paisaje que forma parte de la llanura Chaco-beniana, con relieve casi plano a inclinado, presenta una variación altitudinal de 347 a 430 msnm y clima semiárido a árido.

La vegetación presenta un aspecto homogéneo, de bosque y matorral ralo a semidenso (en sectores), xerofítico, esclerófilo, condicionado al régimen hídrico y a la naturaleza del suelo. Se puede diferenciar tres grandes tipos de vegetación:

La vegetación dominante corresponde a un bosque generalmente denso a ralo, bajo xerofítico, deciduo por sequía, con variaciones de acuerdo a las características edáficas. Los sitios con relieve convexo, mejor drenados y suelos más profundos, presentan un bosque mejor desarrollado, formado por quebracho colorado (*Schinopsis quebracho colorado*), quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*), mistol (*Ziziphus mistol*), algarrobilla (*Caesalpinia paraguariensis* Burk); en sitios más localizados y húmedos como los bañados se presenta la perilla (*Phyllostylon ramnoides* Taubert), asociado a cebil (*Anadenanthera colubrina* Benth) asociado a palo blanco (*Calycophyllum multiflorum* Griseb).

En los sitios con relieve cóncavo y suelos arcillosos, domina un matorral denso, alto, compuesto por duraznillo (*Rupretchia triflora*) y algunos árboles emergentes aislados. En general los volúmenes de productos maderables de árboles en pie son muy bajos a bajos. El principal uso es la ganadería extensiva de vacunos.

El segundo tipo de vegetación corresponde a un bosque ralo bajo xerofítico, localizado en las terrazas aluviales del río Pilcomayo, en el dosel superior dominan especies como algarrobo (*Prosopis sp*), chañar (*Geoffroea decorticans*), mistol (*Zizyphus mistol* Griseb). Los volúmenes maderables disponibles son muy bajos. También se presentan matorrales casi puros de vinal (*Prosopis ruscifolia*), en forma dispersa se presentan la tala (*Celtis espinosa*), puca (*Solarum sp*), porotillo (*Peltophorum sp*). El principal uso es la ganadería extensiva de vacunos.

Finalmente se tiene áreas con cultivos agrícolas anuales a secano, con agricultura a temporal y ganadería intensiva y extensiva en pastos naturales.

(ZONISIG – APDS, 2000).

3.3.3 Descripción socioeconómica

3.3.3.1 Población total, rural

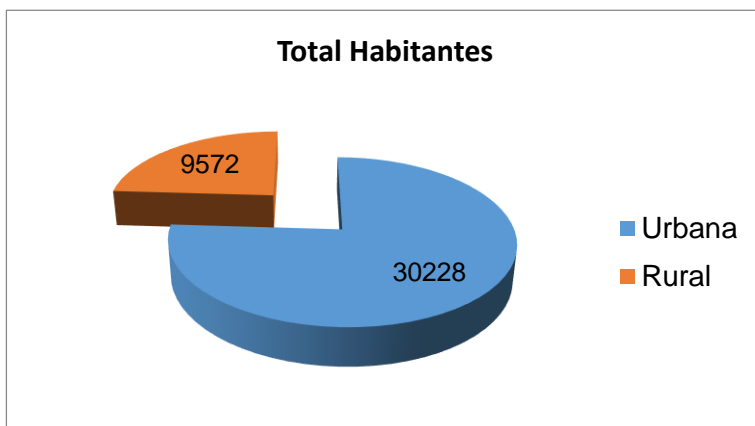
La población total según los resultados del censo Nacional de Población y Vivienda 2.012 alcanza a 39.800 habitantes, de los cuales el 75,95% se encuentran en el área urbana (30.228 habitantes), el 24,05% viven en el área rural (9.572 habitantes).

Población por área y sexo

Distrito	Área	Hombres	Mujeres	Total Habitantes	Nro. de familias
Distrito 1, 2, 3, 4	Urbana	15235	14993	30228	8995
Distritos 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	Rural	5290	4282	9572	2707
Total		20525	19275	39800	11702

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística INE 2012

La población del área del estudio La Criolla se encuentran en distritos 10, donde se dedican ganadería.



FUENTE: Resolución de la Junta Municipal No. 041/9

3.3.3.2 Actores sociales y el uso de los recursos naturales en el área

En el área de estudio en el sitio piloto La Criolla el uso de los recursos naturales está principalmente dirigido a la ganadería extensiva del bosque natural, la agricultura por las condiciones de déficit hídrico solamente se realiza al temporal.

La agricultura a secano nunca tuvo condiciones adecuadas para prosperar debido al marcado déficit de humedad, sin embargo, hasta hace unos 10 a 15 años era practicada en pequeñas parcelas, según los pobladores de la zona cambios climáticos como el incremento de la temperatura y la mayor dispersión de las lluvias, impiden que se desarrolle dicha actividad.

Por su parte la producción pecuaria antes de la guerra del Chaco, había ganadería en las áreas próximas al río Pilcomayo, aunque a pequeña escala. La guerra originó el alejamiento de la población local a lugares donde la influencia de la contienda bélica era menor, por esta causa la actividad humana y pecuaria prácticamente desapareció en la zona por un espacio de alrededor de 10 años, tiempo transcurrido entre el inicio de la contienda y la normalización de la vida en la zona. La ganadería fue reintroducida después de finalizada la guerra, aproximadamente en el año 1941, la reinscripción de la ganadería tomó muchos años logrando alcanzar niveles de importancia recién a partir de la década de los años 50.

El monte durante el tiempo en que no fue ocupado por el ganado tuvo una recuperación importante, los pastos eran abundantes al igual que la vida silvestre. La tierra, en general, era fiscal y los nuevos ocupantes no tenían problema para poseerla y apropiarse de territorios de magnitud.

Actualmente, algunas familias en la zona, han introducido sementales de razas nuevas en la zona, que fueron cruzados con hembras criollas con fines de mejorar el ganado local y la calidad del producto.

3.3.3.3 Base económica en el área

La economía de la población del área al tener una vocación ganadera, su economía está basada principalmente en los recursos generados en esta actividad, con la venta de los animales y en la época de la lechada con la producción de quesos.

Las particularidades de la Ganadera en el Sitio Piloto La Criolla de Villa Montes presentan las siguientes características:

- Sistema de crianza de tipo extensivo, es decir el ganado se encuentra en el monte, la base de su alimentación es el ramoneo de especies arbóreas tales como Choroque, Chañar, Mistol, Algarrobo, Tusca, Algarrobilla, y Coca de cabra, por falta de pastos naturales. En general el manejo es muy básico: existen pocos ganaderos que han construido cercos para dividir parcelas, no se hace manejo racional del monte, pocos ganaderos siembran pastos, aunque este porcentaje está incrementándose, como siembra de pastos en praderas desmontadas completamente, o en forma de monte mejorado.
- El ganado vacuno es predominantemente criollo, el manejo reproductivo es muy rudimentario, aunque actualmente hay productores que han introducido otras razas con fines de mejoramiento genético.
- La cantidad promedio de cabezas de ganado por familia en la llanura chaqueña son de 200 a 500 cabezas según zona, existiendo hatos de caprinos y ovinos, mayormente en áreas cercanas al río Pilcomayo.

Diagnóstico Municipal de Villa Montes, 2010.

3.4 MATERIALES:

Materiales y equipos necesarios para la instalación, evaluación y remediación de las parcelas permanentes. ●● = Imprescindibles, ● = Importantes.

Material o Equipo	Importancia
1. Instalación y remediación de parcelas permanentes	
Planillas de campo	●●
Brújulas	●●
Clinómetros	●●
Cintas diamétricas	●●
Cintas métricas	●●
Calibradores	●●
GPS	●●
Placas de aluminio	●●
Numerador para placas	●●
Clavos	●●
Martillos	●●
Tubos de PVC. (para señalar las parcelas y subparcelas)	●●
Alambre delgado para amarrar placas a los tubos y plántulas	●●
Pintura spray o al óleo	●●
Crayones y/o tizas	●●
Lápices, bolígrafos	●●
Borradores y tajadores	●
Cintas flaming	●
Marcadores permanentes	●
Planchetas	●
2. Muestreo de suelo y hojarasca	
Palas, palitas jardineras o similares	●●
Colector para muestras de suelo (pico de pato)	●●
Cilindro para toma de muestras de suelo	●●
Peso las y/o balanzas de precisión	
3. Muestreo destructivo (herbáceas y gramíneas)	
Tijeras podadoras	●●
Barreno de Pressler para extraer muestras de madera	●●
Motosierra para la extracción de muestras de madera	●●
Bolsas plásticas, bolsas de tela o tocuyo	●●
4. Otros	
Botiquín de primeros auxilios	●●
Machetes	●●
Mapas de campo	●●
Cámara fotográfica	●
Binoculares	●
Piedras de afilar machetes	●
Chalecos para asistentes o trabajadores	●

3.5 METODOLOGÍA

La metodología está basada en el documento del Protocolo de mediciones de stock de carbono para el Chaco boliviano, elaborado por el Instituto Boliviano de Investigación Forestal (IBIF), para la medición de depósitos de carbono, en los diferentes gradientes de uso de suelos (bosque, barbechos, agricultura y pastura o pastizales).

3.5.1 Desarrollo de parcelas permanentes de monitoreo de biomasa

3.5.1.1 Diseño de muestreo

El diseño de muestreo es sistemático (en general con transeptos distantes cada 100 m), distribuyéndose los transeptos sistemáticamente en cada área de bosque diferido, es decir equidistantes entre sí en las diferentes áreas de estudio.

3.5.1.2 Número de parcelas





Se estableció 5 parcelas permanentes por cada uso de suelo del sistema de bosque diferido.

3.5.1.3 Tamaño de parcela

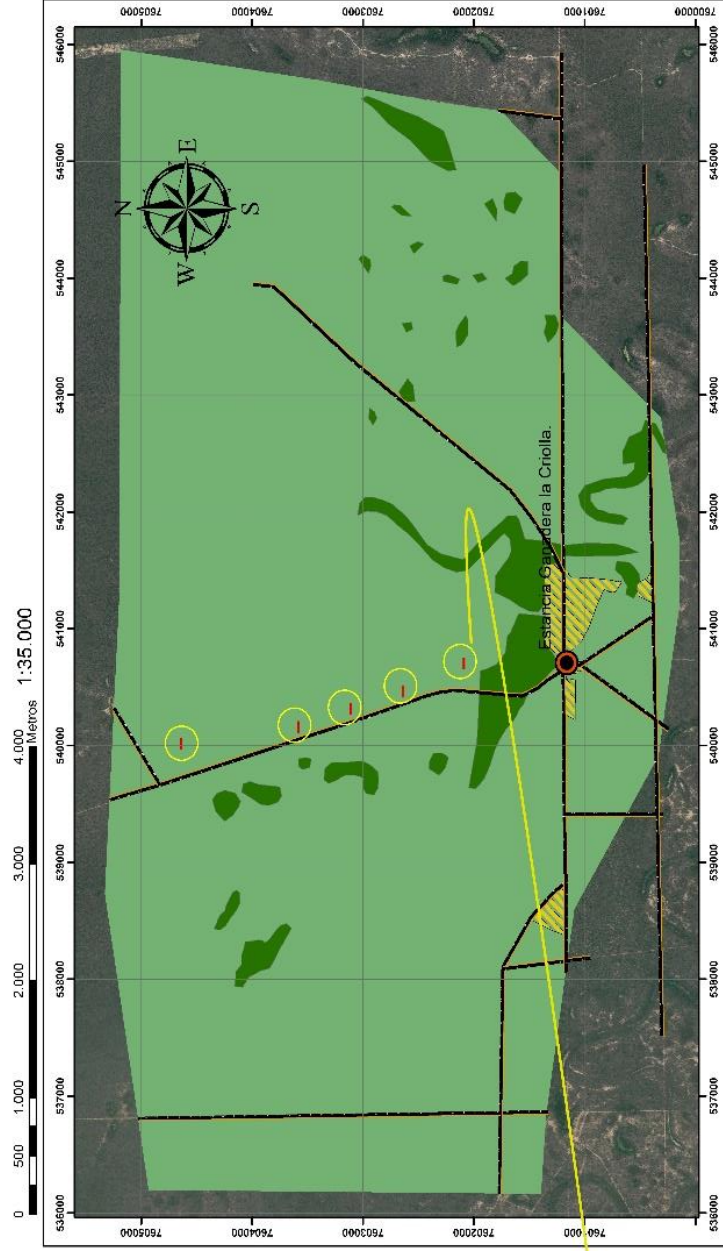
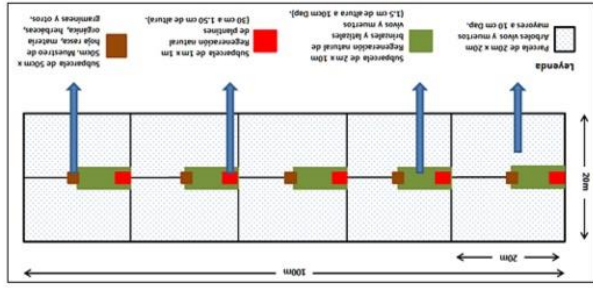
La parcela principal será de 20 m x 100 m, el cual estará dividido en subparcelas de diferentes superficies para evaluar las diferentes clases y tamaños de plantas.

Mapa de Uso de Suelo en La Criolla

DEPARTAMENTO	Tarija
PROVINCIA	Gran chaco
MUNICIPIO	Villa Montes
ESTANCIA GANADERA	La Criolla

DESCRIPCIÓN	COLOR	SUPERFICIE
Bosque natural denso		191,22 ha.
Bosque natural ralo		3905,04 ha
Silvopastoril		45,4 ha.
PPMs.		1 ha.

Distribución de las PPMs



Diseño de parcelas permanentes de monitoreo de biomasa, carbono y CO₂ en diferentes usos de suelo de bosque diferido La Criolla.

- a) En subparcelas de 20 m x 20 m se evaluó todos los árboles vivos y muertos mayores a 10 cm de diámetro a la altura de 1,30 mts del nivel del suelo (DAP).
- b) En subparcelas de 2 m x 10 m se evalúan los árboles y arbustos menores a 10 cm de DAP (latizales y brinzales).
- c) En subparcelas de 1m x 1m se evaluó los platines igual o mayor a 30 cm de altura hasta 1.5 m de altura.
- d) En subparcelas de 50cm x 50 cm se realizó el muestreo destructivo donde se colectaran muestras de herbáceas o arbustos y gramíneas, como también se colectara la hojarasca y materia orgánica. (IBIF. Santa Cruz, Bolivia).

3.5.2 Muestreo de suelos

La colecta de suelos se realizó en la parte central de cada subparcela de 20m x 20m (Figura 1). Las muestras se deben colectar a tres diferentes profundidades (5cm, 15cm y 30 cm) para determinar la densidad del suelo y la cantidad de carbono y una muestra sobre el nivel del suelo. (IBIF. Santa Cruz, Bolivia).

3.5.3 Variables registradas (aérea y suelo)

Para el levantamiento de datos en las sub-parcelas se utilizó el Formulario B (Anexo 2) que considera las siguientes mediciones:

- a) Para árboles mayores a 10 cm: Categoría del árbol, nombre común, diámetro (DAP), coordenadas UTM (X, Y), altura de medición del DAP, altura comercial, altura total (medido con una regla graduable), calidad de fuste y estado del árbol.
- b) Para árboles y arbustos menores a 10 cm DAP: Nombre común, diámetro, altura total, estado del árbol, densidad de individuos, categoría de tamaño de la planta (plantín, brinzal y latizal).
- c) Para árboles muertos mayores/menores a 10 cm de DAP: En los árboles muertos caídos se midió el diámetro tanto en la base como en la punta y su largo (DAP1 -

DAP2 – HT). Para los árboles muertos en pie se registraron los siguientes códigos (Cod): 1) si presenta ramas grandes, medianas y ramas en su copa. 2) solo presenta ramas grandes y medianas. 3) solo presenta ramas grandes. 4) Sin ramas (medida de diámetro mayor y menor y su altura). Estado de descomposición (E- Desc): 1) estado inicial, 2) estado intermedio y 3) estado avanzado.

- d)** Muestras de suelos: Se registró el peso húmedo de cada muestra de suelo.
- e)** Muestras de hojarasca y materia orgánica, herbáceas, gramíneas y otros: Se registrará el peso húmedo y seco de cada unidad de muestreo. El proceso de secado de las muestras se realizó a 70°C de temperatura durante 4 a 5 días hasta tener obtener un peso constante de la muestra.
- f)** Asimismo, en cada uno de los sitios de estudio se hizo una descripción de variables generales (Cuadro 1). (IBIF. Santa Cruz, Bolivia)

Cuadro 1. Variables registradas en los sitios de muestreo.

Variables	Descripción
Razón Social:	Estancia Ganadera “La Criolla”
Nombre del usuario	Patricia Zúñiga
Nombre del evaluador:	Luis Alejandro Gonzales Ortega
Ubicación administrativa:	Está ubicado en la estancia ganadera La Criolla, del municipio de Villa Montes del departamento de Tarija.
Superficie productiva	1 ha.
Número de parcelas:	5
Tamaño de la parcela:	0.20 ha.
Tipo de diseño:	Muestreo permanente
Precipitación promedio anual:	500 a 700mm.
Temperatura promedio:	35,5Cº.
Ecorregión:	Llanura chaqueña, chaco seco
Tipo de uso de suelo:	Bosque diferido
Tipo de perturbación	Parcela permanente de muestreo
Posición fisiográfica:	planicie
Textura del suelo:	Arena fina y limoso
Disturbios:	No se afectó a la parcela
Drenaje:	Drenado regular
Fechas de instalación:	29/05/2016 al 01/06/2016

3.5.4 Procesamiento de la información

Con la información recopilada de campo (mediciones) se procedió a la digitalización de los datos en planillas estructurada en el programa Excel. Así también se procedió con la determinación de pesos secos de las muestras colectadas en las diferentes sub-parcelas (muestras vegetales y de suelo).

En cuanto a las muestras de suelo, éstas fueron analizadas para estimar su contenido de carbono en un laboratorio acreditado para la determinación de carbono en el Laboratorio de Suelos ubicado en el campus universitario de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Una vez procesada toda la información de campo y del laboratorio de suelos, se procedió a la realización de los cálculos de biomasa, carbono y dióxido de carbono (CO₂) para cada lote de medición (sistemas productivos), para concluir con el balance de carbono empleando las ecuaciones descritas en el Protocolo de mediciones y estimaciones de Carbono (GEF_Chaco, 2014).

3.5.5 Formularios, Registros y Base de datos

Los formularios empleados para la evaluación de la biomasa aérea están descritos ampliamente en el Protocolo de medición del stock de carbono. En el Anexo 2 se presenta el formulario de llenado para los lotes de medición.

En cuanto a la recopilación de datos para la evaluación de materia orgánica, herbáceas y suelos, también están descritos en el Protocolo de medición del stock de carbono.

3.5.6 MÉTODO DE ESTIMACIÓN DE BIOMASA Y CARBONO

3.5.6.1 Biomasa aérea viva (tronco, ramas, hojas) árboles y arbustos

Para estimar el carbono secuestrado en la biomasa aérea viva, se evaluó todos los árboles mayores de 10 cm de DAP en 5 parcelas de 20 m x 100 m (componente arbóreo). En la sub parcela de 2 m x 10 m se evaluó el sotobosque (componente del

sotobosque), que comprende los árboles y arbustos menores a 10 cm de DAP hasta 1.5 m de altura. Los individuos menores a 1.5 m de altura se evaluó en subparcelas de 0.5 m x 0.50 m (Componente herbáceo y de gramíneas) realizando un muestreo destructivo. (IBIF. Santa Cruz, Bolivia).

3.5.6.2 Necromasa o materia orgánica

Se refiere a la materia orgánica que reposa sobre la superficie del suelo, generalmente en estado fresco y con bajo grado de descomposición. Se subdivide en dos grupos:

Necromasa mayor

También conocida como detritos de madera gruesa. Es toda la masa vegetal muerta compuesta por pedazos de madera, leños, troncos y árboles muertos en pie o caídos (Saldarriaga 1994; citado por Herrera *et al.*, 2001).

a. Biomasa de árboles muertos en pie y en el suelo.

Se evalúa de manera similar a la de biomasa arbórea viva. Es decir se mide el diámetro y la altura del árbol en la parcela que le corresponda. Se registra los árboles muertos en tres clases según la metodología descrita a continuación.

Árboles muertos en pie y caídos

Tanto los árboles muertos en pie y caídos se deben medir en la parcela completa. De aquellos árboles muertos caídos, se medirá el diámetro tanto en la base como en la punta y su largo. Los árboles muertos en pie deben ser medidos de acuerdo a los mismos criterios que los árboles vivos. Sin embargo, se adicionan algunas variables a medir según tres criterios (Brown *et al.* 2003, Pearson *et al.* 2005).

- a.** Si el árbol muerto parado contiene ramas grandes, pequeñas y ramitas y se parece a un árbol vivo (salvo por las hojas), se debe indicar esto en la hoja de datos con un “1” y su biomasa será calculada utilizando la ecuación de regresión de biomasa apropiada como para los árboles vivos (menos una fracción estándar).

- b. Si existen ramas pero no existen ramitas en el árbol muerto parado, clasifíquelo de la siguiente manera:
- Únicamente ramas pequeñas y grandes-indíquelo en la hoja de datos con un “2”.
 - Únicamente ramas grandes-indíquelo en la hoja de datos con un “3”.
- c. Si falta la parte de arriba del tronco muerto parado (sin ramas), clasifíquelo con un “4” en la hoja de datos. En este caso mida la altura del fuste que resta con un clinómetro y calcule el diámetro de la parte de arriba se puede hacer esto calculando la relación del diámetro de la parte de arriba al DAP.

Estos códigos indicarán la proporción de la biomasa que será restada del total para el árbol. Lo que constituye una rama grande, o pequeña es subjetivo y dependerá del tipo de bosque en el que se esté realizando las mediciones. El jefe del equipo deberá observar el árbol y clasificar las ramas en proporción al tamaño del árbol muerto parado. Adicionalmente se debe clasificar el estado de descomposición del árbol muerto. Esto es **1)** si se encuentra en estado inicial de descomposición, **2)** si se encuentra en estado intermedio y **3)** si se encuentra en estado avanzado.

Para estimar tasa de descomposición por especie, se tomarán muestras de madera y años más tarde se deberán tomar nuevas muestras. Inicialmente se pueden tomar tasas de descomposición reportadas en la bibliografía pero relacionadas con el tipo de vegetación a estudiarse. Toda esta información se registrará en el Formulario B.

Necromasa menor (hojarasca - Bh)

Se cuantifica en base a las hojas, flores, frutos, semillas y fragmentos de estos, ramitas y material leñoso menores a 10 cm de diámetro. Las muestras se tomarán de 25 parcelas de 0.25 m² (0.5 x 0.5 m), distribuidas sistemáticamente dentro de las 5 parcelas de 20m x 100m. Se colectara toda la hojarasca y materia orgánica compuestas por ramitas y

ramas, donde se registrara el peso fresco por 0,25 m². El cual será colectado en una bolsa plástica debidamente codificada, para posteriormente enviarla al laboratorio de la F.C.A.F. (UAJMS) para el secado de la muestra en una estufa a 75 °C hasta obtener peso seco constante. (IBIF. Santa Cruz, Bolivia).

3.5.6.3 Carbono en el suelo

En las subparcelas señaladas para el muestreo de la necromasa o materia orgánica (0.5m x 0.5 m), se abrirá un poso de 0.40m x 0.30 m de 0.35 m de profundidad. Donde se tomaran 25 muestras de suelos de diferentes profundidades: a 5 cm, 15 cm y 30 cm. En cada uno de estas profundidades, usando un cilindro rígido de volumen conocido se estimará la densidad aparente del suelo. Este valor es el peso seco de un volumen determinado de suelo expresado en gramos por centímetro cúbico (g/cm³). Por cada profundidad se tomaran muestras compuestas de 5 muestras de suelos por cada profundidad de suelo (por cada uso de suelos). Las muestras se codificaran y serán enviadas al laboratorio para la cuantificación de materia orgánica total en porcentaje. (IBIF. Santa Cruz, Bolivia).

3.5.6.4 Cálculo de biomasa, carbono y CO₂ aérea viva árboles y arbustos.

Se estimará la biomasa aérea de cada individuo usando la ecuación de Brown et al., (1989), según un estudio de análisis de errores cuadráticos medios (Villegas et al., 2009), entre las diferentes ecuaciones propuestas (Brown 1997, Brown 1997b, Araujo *et al.*, 1999, Carvalvo *et al.*, 2005, Chave *et al.*, 2005 y Chave et al., 2005) determina que la ecuación utilizada para estos cálculos resulta siendo la que genera menores errores distribuidos aleatoriamente y con media cero y varianza de 0.5.

Una vez calculada la biomasa para cada individuo se sintetizara esta información para cada parcela sumando todos los datos y dividiendo entre 0.20 ha para obtener los resultados por hectárea y promediar entre las 5 parcelas en cada sistema de usos de suelos con sus respectivos error estándar.

$$BA = \text{EXP} [-2.409 + 0.952 * \ln (DM * (DAP)^2 * He)]$$

Dónde:

BA: Biomasa aérea Kg/árbol

DM: Densidad de la madera (g/cm³)

DAP: Diámetro altura pecho (cm)

He: Altura estimada (m)

Ln: logaritmo.

(IBIF. Santa Cruz, Bolivia).

3.5.6.4.1 Biomasa del sotobosque

Los individuos del sotobosque tienen un DAP menores a 10 cm, que corresponde a la regeneración natural (latizales, brinzales y plántulas). La biomasa de estos individuos que se encuentran en las clases de tamaño con diámetro menores a 10 cm, se calcula con las mismas ecuaciones usadas para los árboles del componente arbóreo y arbustos.

3.5.6.4.2 Biomasa de árboles muertos en pie y suelo

La biomasa de los árboles muertos en pie, que presentan sólo un fuste (SR), se estimará con la ecuación siguiente:

$$BM = (0.78 * DAP^2 * He) * DM$$

Dónde:

BM = Biomasa de árboles muertos en pie (Mg)

DM = Densidad de madera (gr/cm³)

DAP = Diámetro de fuste (cm)

H = Altura total (m)

0.65 = Factor de forma

0.785=Constante

Los árboles muertos en pie, que aun presentaron ramas, la biomasa se calculará utilizando las ecuaciones descritas para la biomasa arbórea viva según su diámetro.

(IBIF. Santa Cruz, Bolivia).

3.4.6.4.3. Biomasa de hojarasca (Bh)

Para estimar la biomasa de la hojarasca se empleará la siguiente ecuación:

$$Bh = \frac{Psm}{Pfm} * Pft$$

Dónde:

Bh = Biomasa de la hojarasca (Kg)

Psm = Peso seco de la muestra colectada (Kg)

Pfm = Peso fresco de la muestra colectada (Kg)

Pft = Peso fresco total por parcela (Kg).

3.4.6.4.4. Cálculo del peso seco del suelo

Para calcular el peso seco del suelo por hectárea a partir de los datos de la parcela de evaluación, se determinara primero la densidad aparente del suelo por cada muestra evaluada en cada sistema de usos de suelo. Con el valor de la densidad aparente se calculará el peso seco del suelo por cada muestra y luego calcular por hectárea. Finalmente el peso seco del suelo servirá para estimar el carbono en el suelo. (IBIF. Santa Cruz, Bolivia).

3.4.6.4.5. Cálculo de la densidad aparente del suelo

La densidad aparente del suelo se determina mediante volumen cilindro:

$$Da = \frac{psc}{vc}$$

Dónde:

Da = Densidad aparente (g/cm³)

Psc = Peso seco del suelo dentro del cilindro (g)

vc = Volumen cilindro (cm³)

3.4.6.4.6 Cálculo del peso del volumen del suelo

El peso del volumen se calculará mediante la siguiente ecuación:

$$Pvs = Da * Eh * 10\ 000$$

Dónde:

Pvs = Peso seco del suelo para el horizonte i (Mg/ha)

Da = Densidad aparente para el horizonte i (gr/cm³)

Eh = Espesor del horizonte i del perfil de suelo evaluado (cm)

10000 = Constante

i= horizonte del suelo (5, 15, 30cm)

3.4.6.4.7 Cálculo del carbono en el suelo

Para determinar el carbono en el suelo se utilizará la siguiente ecuación.

$$CS = \sum_i^n \frac{PVS * C_{LAB}}{100}$$

Dónde:

CS = Carbono en el suelo (Mg C ha-1)

P_{vs} = peso seco del suelo para cada horizonte i (Mg ha⁻¹)

C_{LBA} = resultados del % de C de las muestras analizadas en laboratorio

n = Número de casos en el perfil (100)

Se utilizará un factor de 1.9 para la conversión de materia orgánica a carbono en muestras de suelos de superficie y 2.5 para las muestras de sub-suelo. Estos factores corresponden a un 50% de carbono en la materia orgánica de los suelos. (IBIF. Santa Cruz, Bolivia).

3.4.6.4.8 Cálculo del carbono en la biomasa aérea total

Para las estimaciones de biomasa a carbono orgánico se multiplica el total de biomasa por cada componente por un factor de 0.47 según las recomendaciones del IPCC (2006) según la ecuación siguiente.

$$CBA = BAT * 0.47$$

Dónde:

CBA = Carbono en la biomasa aérea total (Mg C ha⁻¹)

BAT = Biomasa aérea total (Mg ha⁻¹)

0.47= Constante.

3.4.6.4.9 Cálculo del carbono a dióxido de carbono (CO₂) total

Para las estimaciones de carbono orgánico se multiplica el total de carbono total por cada componente y por cada sistema de usos de suelos por un factor de 3,667 según las recomendaciones del IPCC (2006), este factor de conversión de C en CO₂ se basa en la relación de pesos moleculares de CO₂ (44/12). (IBIF. Santa Cruz, Bolivia).

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES:

4.1 RESULTADO DE ESTIMACIÓN DE BIOMASA Y CARBONO

4.1.1 Resultado de biomasa aérea viva (tronco, ramas, hojas) de árboles y arbustos

Cuadro N°: 1 Biomasa aérea viva de árboles mayores de 10 cm de DAP

PARCELA	BIOMASA VIVA mg/ha	TAMAÑO DE PARCELA Ha	BIOMASA POR HECTÁREA (BIOMASA VIVA /TAMAÑO PARCELA)
PARCELA 1	6,03	0,2	30,15
PARCELA 2	8,61	0,2	43,05
PARCELA 3	11,35	0,2	56,75
PARCELA 4	10,17	0,2	50,84
PARCELA 5	20,77	0,2	103,87
TOTAL			284,66 Mg/ha
(Media total Biomasa Mg/ha)/5 parcelas			
TOTAL: 56,93 mg/ha.			

FUENTE: Elaboración propia Gonzales, L.A.2016

De acuerdo a los resultados de biomasa aérea en la parcela 5 se tiene con peso mayor de 103,87 Mg/ha (Mega gramos por hectárea) y en la parcela 1 se obtuvo una menor

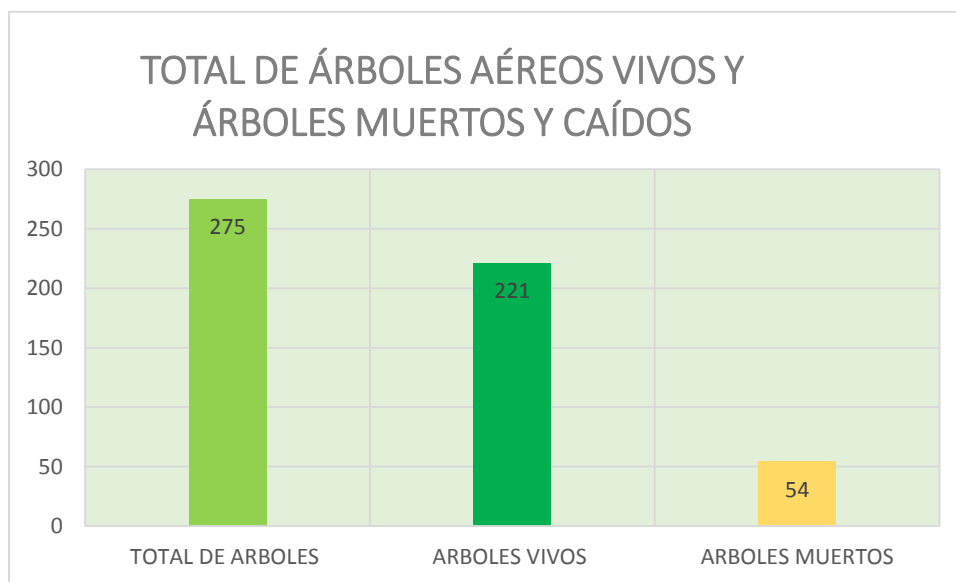
cantidad de biomasa viva con un resultado de 30,15 Mg/ha. Obteniendo una sumatoria de 284,66Mg/ha y una media de 56,93 Mg/ha.

En la parcela 5 se encontraron mayor cantidad de árboles vivos por lo que nos indica mayor resultado en la parcela (1, 2,3 y 4) de acuerdo a la cantidad y distribución de árboles (anexo 11).

El árbol de menor diámetro es de 32cm de circunferencia (10.19cm de DAP) y el árbol con mayor diámetro 319cm de circunferencia (101.54 de DAP).

Se encontraron arboles sanos y fuertes de buen fuste con buen diámetro y altura, como también arboles dañados por fenómenos naturales, incestos y una gran cantidad de árboles que están por cumplir con el diámetro mayor ah 10cm.

Grafica N°: 1 Total de árboles vivos y muertos mayores de 10 cm de diámetro.



FUENTE: Elaboración propia Gonzales, L.A.2016

En la gráfica N°: 1 Total de árboles vivos y muertos mayores de 10 cm de diámetro, se tiene un total de 221 árboles vivos y 54 de árboles muertos en pie y caídos haciendo un total de 275 árboles vivos aéreos y muertos.

4.1.2 RESULTADO DE BIOMASA AÉREA VIVA DE SOTOBOSQUE ARBOLES MENORES DE 10 CM DE DIÁMETRO

Cuadro N°:2 Biomasa viva de sotobosque menores a 10 cm de diámetro.

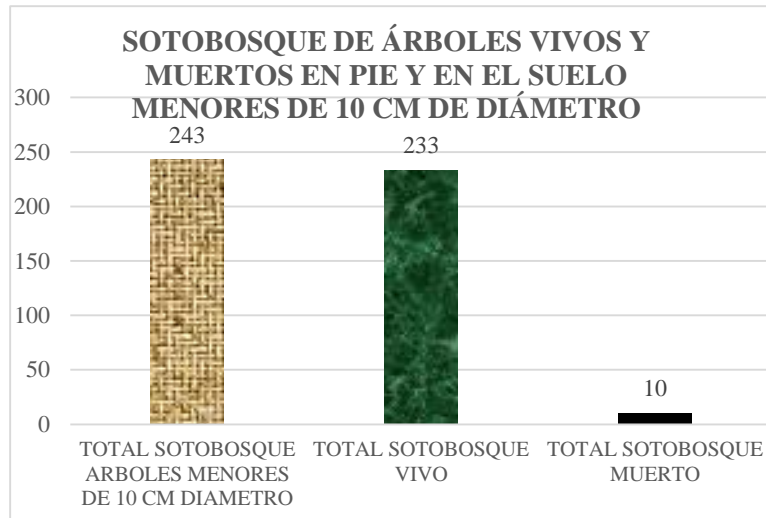
PARCELA	BIOMASA SOTOBOSQUE VIVOS Mg/ha	TAMAÑO DE SUB PARCELA	BIOMASA POR HECTÁREA (BIOMASA VIVA/ TAMAÑO DE PARCELA)
PARCELA 1	0,20	0,002	101,25
PARCELA 2	0,18	0,002	92,25
PARCELA 3	0,11	0,002	56,25
PARCELA 4	0,19	0,002	95,75
PARCELA 5	0,28	0,002	137,55
BIOMASA TOTAL: 483,05 Mg/ha			
BIOMASA MEDIA DE SOTOBOSQUE (Media total Biomasa Mg/ha)/5: 96,61Mg/ha			

FUENTE: Elaboración propia Gonzales, L.A.2016

El cuadro N°2 de biomasa viva de sotobosque menor a 10 cm de diámetro nos muestra detalladamente la distribución de las parcelas donde se obtiene una mayor cantidad de biomasa en la parcela 5 con un número de 137.55 Mg/ha de peso y le sigue la parcela 1 con 101.25 Mg/ha y con un peso más bajo la parcela 4 con 95.75 Mg/ha y mucho más bajo en la parcela 2 con 92.25 Mg/ha y con peso mucho más menor la parcela 3 con 56.25 Mg/ha de peso respectivamente. Obteniendo un total de 483.05 Mg/ha y una media de 96.61 Mg/ha.

Los resultados que se dieron de biomasa de sotobosque fueron relativamente altos porque la gran mayoría se encontraron en estado viviente.

Gráfica: 2 Sotobosque de árboles vivos y muertos



FUENTE: Elaboración propia Gonzales, L.A.2016

En la gráfica N°2 de sotobosque de árboles vivos y muertos se tiene un total de 233 sotobosque vivo y con una cantidad menor de 10 árboles de sotobosque muerto y se obtuvo un total de 243 árboles vivos y muertos, menores de 10cm de diámetro.

4.1.3 BIOMASA (BIOMASA AÉREA) HERBÁCEAS

Cuadro N°: 3 Biomasa (biomasa aérea) herbáceas.

PARCELA	BIOMASA DE HERBACEAS mg/ha
PARCELA 1	0,31
PARCELA 2	0,35
PARCELA 3	0,43
PARCELA 4	0,09
PARCELA 5	0,03
TOTAL 1,21 Mg/ha	
BIOMASA MEDIA DE HERBACEAS: 0,24 Mg/ha	

FUENTE: Elaboración propia Gonzales, L.A.2016

Referente al cuadro N°3 biomasa (biomasa aérea) herbáceas, los componentes de mayor captura de biomasa es la parcela 3 con 0,43 Mg/ha de biomasa de herbáceas, con 0.35Mg/ha en la parcela 2 y en la parcela 1 con 0.31 Mg/ha y las parcelas con menor captura de biomasa fue la parcela 4 con 0.03 Mg/ha y la parcela 5 con 0.09 Mg/ha donde hubo menor captura de biomasa. Obteniendo un total de 1,21 Mg/ha y una media de 0,24Mg/ha de biomasa de herbáceas.

Los resultados de biomasa de herbácea se obtuvieron bajos resultados a causa de la sequedad del suelo.

4.2 NECROMASA O MATERIA ORGÁNICA:

4.2.1 Resultados de biomasa de árboles muertos en el pie mayores de 10 cm de diámetro en el suelo.

Cuadro N°: 4 Biomasa de árboles muertos en pie y caídos.

PARCELA	BIOMASA MUERTA mg/ha	TAMAÑO DE PARCELA EN HA.	Biomasa por hectárea (Biomasa muerta /tamaño parcela) mg/ha
PARCELA 1	4,59	0,2	22,95
PARCELA 2	0,22	0,2	1,12
PARCELA 3	1,15	0,2	5,73
PARCELA 4	0,50	0,2	2,49
PARCELA 5	0,53	0,2	2,63
TOTAL			34,91Mg/ha
Biomasa media (Biomasa total mg/ha)/5			
MEDIA: 6,98 Mg /ha.			

FUENTE: Elaboración propia Gonzales, L.A.2016

Luego del levantamiento de datos en campo y procesamiento de datos nos arrojan los siguientes resultados.

Los resultados de biomasa de árboles en pie muertos y caídos mayores de 10 cm de diámetro los componentes donde hubo mayor captura de biomasa, en parcela 1 con

22,95 Mg/ha con 5,73 Mg/ha parcela 3 y con una menor cantidad en la parcela 31,12 Mg/ha haciendo un total de 34.9135Mg/ha y una media de 6,98 Mg/ha.

Donde hubo 55 árboles muertos en pie y caídos donde los resultados nos indican que en la parcela 1 con 22,95 Mg/ha hubo una mayor mortandad de árboles muertos en pie árboles y donde se registraron menor cantidad de mortandad de árboles en la parcela 3 con 1,12Mg/ha por el estado de adultez donde no hubo aprovechamiento forestal en el sitio piloto La Criolla.

Las especies que se encontraron son las siguientes:

NUMERO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE COMÚN CORREGIDO	NOMBRE CIENTÍFICO
1	algarrobillo	algarrobillo	<i>Caesalpinia paraguariensi</i>
2	algarrobo	algarrobo	<i>Prosopis alba</i>
3	algarrobo negro	algarrobo negro	<i>Prosopis nigra</i>
4	brea	brea	<i>Cercidium australe</i>
5	ulala	cardón	<i>Harrisia pomanensis</i>
6	durraznillo	choroqueta	<i>Ruprechtia triflora</i>
7	coca de cabra	coca de cabra	<i>Capparis speciosa</i>
8	Escayante	escayante	<i>Mimozyanthus carinatus</i>
9	garrancho	garrancho	<i>Acacia etilis</i>
10	mistol	mistol	<i>Ziziphus mistol</i>
11	palo santo	palo santo	<i>Bulnesia sarmientoi</i>
12	limonsillo	porotillo	<i>Capparis sp1.</i>
13	quebracho colorado	quebracho colorado	<i>schinopsis quebracho-colorado</i>
14	quebracho blanco	quebracho blanco	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>
15	sacha sandia	sacha sandia	<i>Capparis salicifolia</i>
16	taquillo	taquillo	<i>Prosopis sp.</i>
17	toborocho	toborocho	<i>Ceiba speciosa</i>

4.2.3 BIOMASA DE SOTOBOSQUE DE ÁRBOLES MUERTOS EN PIE Y EN EL SUELO MENORES DE 10CM DE DIÁMETRO

Cuadro N°: 5 biomasa de sotobosque árboles muertos menores de 10 cm de

Biomasa

PARCELA	BIOMASA SOTOBOSQUE MUERTOS Mg/ha	TAMAÑO DE SUB PARCELA	BIOMASA POR HECTÁREA (BIOMASA MUERTA/ TAMAÑO DE PARCELA)
PARCELA 1	0,01	0,002	5,00
PARCELA 2	0,01	0,002	5,15
PARCELA 3	0,02	0,002	10,20
PARCELA 4	0,01	0,002	4,95
PARCELA 5	0,02	0,002	10,30
BIOMASA TOTAL: 35,60Mg/ha			
BIOMASA MEDIA DE SOTOBOSQUE (Media total Biomasa Mg/ha)/5: 7,12Mg/ha			

FUENTE: Elaboración propia Gonzales, L.A.2016

En el cuadro Cuadro N°: 5 biomasa de sotobosque árboles muertos menores de 10 cm de biomasa nos arroja los siguientes resultados.

De acuerdo a los componentes en la parcela 5 con un número mayor resultado de biomasa con 10,30 Mg/ha y con un resultado más bajo la parcela 4 con 4,95 Mg/ha. Obteniendo una biomasa total de 35,60 Mg /ha., y una media de 7,12Mg/ha donde nos indica que hubo una baja mortandad de acuerdo los resultados de biomasa de sotobosque.

4.2.4 NECROMASA O MATERIA ORGÁNICA

Cuadro N°: 6 Necromasa o materia orgánica:

PARCELA	BIOMASA MATERIA ORGÁNICA Mg/ha
PARCELA 1	3,07
PARCELA 2	6,12
PARCELA 3	2,48
PARCELA 4	4,55
PARCELA 5	2,77
TOTAL	18,99
Biomasa media de materia orgánica: 3,80 Mg/ha	

FUENTE: Elaboración propia Gonzales, L.A.2016

Referente al cuadro N°: 6 Necromasa o materia orgánica se tuvo una mayor biomasa materia orgánica en la línea 2 con 6,12 Mg/ha y con menor cantidad la línea 3 con 2,48 Mg/ha. Haciendo un total de 18,99 Mg/ha y una media de 3,80 Mg/ha.

4.3 MATERIA ORGÁNICA DE LOS SUELOS

Cuadro N°: 7 Materia orgánica de los suelos

PROFUNDIDAD	CARBONO Mg/ha	FACTOR DE CONVERSION DE MATERIA ORGÁNICA	MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO Mg/ha
5 cm	15,41	1,9	29,28
15cm	12,91	2,5	32,28
30cm	13,42	2,5	33,55
TOTAL	41,73		95,11Mg/ha

FUENTE: Elaboración propia Gonzales, L.A.2016

De acuerdo los análisis que se realizaron en laboratorio de suelos de la UAJMS se obtuvieron los siguientes resultados:

Se tomó tres muestras a 5cm, 15cm y 30cm. Lo cual nos indica que en la profundidad de 5cm se obtuvo 29,28 Mg/ha de materia orgánica de suelo y a una profundidad de 15cm con 32,28 Mg/ha y por ultimo a una profundidad de 30cm con 33,55 Mg/ha donde se obtuvo mayor materia orgánica. Y se obtiene un total de materia orgánica de 95,11Mg/ha.

4.4 CÁLCULO DEL CARBONO EN LA BIOMASA AÉREA TOTAL, MATERIA ORGÁNICA MUERTA Y MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO

Cuadro N°: 8 Cálculo del carbono en la biomasa aérea total, materia orgánica muerta y materia orgánica del suelo.

COMPONENTES	CONTENIDO	MEDIA Mg/ha.	CONSTANTE	Cálculo del carbono en la biomasa aérea total Mg/ha
Biomasa (biomasa aérea)	Arboles \geq 10 cm DAP	56,93	0,47	26,76
	Sotobosque \leq 10 cm DAP	96,61	0,47	45,41
	Herbáceas	0,24	0,47	0,11
Materia orgánica muerta (madera muerta y hojarasca)	Arboles \geq 10 cm DAP	6,98	0,47	3,29
	Sotobosque \leq 10 cm DAP	7,12	0,47	3,35
	Materia orgánica	3,80	0,47	1,79
Materia orgánica del suelo	Materia Orgánica Suelo 5 cm			15,41
	Materia Orgánica Suelo 15 cm			12,91
	Materia Orgánica Suelo 30 cm			13,42
TOTAL				122,43

FUENTE: Elaboración propia Gonzales, L.A.2016

De acuerdo los resultados del cuadro N°: 8 Cálculo del carbono en la biomasa aérea total, materia orgánica muerta y materia orgánica del suelo, se tiene con un mayor resultado de carbono en la biomasa aérea de sotobosque un total de 45,41Mg/ha y con una menor cantidad de carbono 0,11Mg/ha. Obteniendo un total de 122,43 Mg/ha.

4.5 CÁLCULO DEL CARBONO A DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂) TOTAL

Cuadro N°: 9 cálculo del carbono a dióxido de carbono (CO₂) total

COMPONENTES	CONTENIDO	MEDIA Mg/ha.	CONSTANTE	Cálculo del carbono por la constante a dióxido de carbono (CO ₂) total
Biomasa (biomasa aérea)	Arboles ≥ 10 cm DAP	26,76	3,667	98,12
	Sotobosque ≤ 10 cm DAP	45,41	3,667	166,51
	Herbáceas	0,11	3,667	0,42
Materia orgánica muerta (madera muerta y hojarasca)	Arboles ≥ 10 cm DAP	3,29	3,667	12,04
	Sotobosque ≤ 10 cm DAP	3,35	3,667	12,27
	Materia orgánica	1,79	3,667	6,55
Materia orgánica del suelo	Materia Orgánica Suelo 5 cm	15,41	3,667	56,51
	Materia Orgánica Suelo 15 cm	12,91	3,667	47,35
	Materia Orgánica Suelo 30 cm	13,42	3,667	49,20
TOTAL		122,43	3,667	448,95

FUENTE: Elaboración propia Gonzales, L.A.2016

Los resultados de cálculo del carbono a dióxido de carbono entre los componentes donde se registraron mayor cantidad de dióxido de carbono (biomasa aérea sotobosque), 166,51 Mg/ha y con un número menor de captura de dióxido de carbono (herbáceas) 0,42 Mg/ha.

La mayor cantidad de biomasa aérea de sotobosque fue porque domina un matorral denso, alto, compuesto por duraznillo (*Rupretchia triflora*), donde se obtuvo una mayor cantidad de dióxido de carbono y el menor resultado se dio en las herbáceas donde el suelo se encontró seco con escasa vegetación herbácea.

Haciendo un total de 448,95Mg/ha de captura de dióxido de carbono en el sitio piloto “La Criolla”.

4.6. COMPARACIÓN DE DATOS DE CARBONO 2014-2016

Cuadro N° 10 comparación de datos de carbono 2014 - 2016

COMPONENTES	CONTENIDO	Medición 2014	Segunda Medición
Biomasa (biomasa aérea)	Arboles \geq 10 cm DAP	23,10	26,76
	Sotobosque \leq 10 cm DAP	43,30	45,41
	Herbáceas	0,10	0,11
Materia orgánica muerta (madera muerta y hojarasca)	Arboles \geq 10 cm DAP	3,50	3,29
	Sotobosque \leq 10 cm DAP	4,90	3,35
	Materia orgánica	2,30	1,79
Materia orgánica del suelo	Materia Orgánica Suelo 5 cm	23,10	15,41
	Materia Orgánica Suelo 15 cm	11,70	12,91
	Materia Orgánica Suelo 30 cm	12,50	13,42
TOTAL		124,50	122,43

FUENTE: Elaboración propia González, L. A.2016

El cuadro N° 10 muestra el contenido de carbono por componentes y categorías que se obtuvo en el sitio piloto La Criolla y los datos con los que se cuenta actualmente, el componente que más cambios a registrado es el de la Biomasa Aérea, y la materia orgánica del suelo este componente aumentó el contenido de carbono fijado en 3,66 Mg/ha, y en la materia orgánica disminuyo el carbono fijado en 7,69 Mg/ha.

De acuerdo a dicho cuadro de captura de carbono entre la medición 2014 y la medición actual no hubo diferencias significativas donde la medición 2014 se tiene un total 124,50 Mg/ha y en la medición actual 122.43 Mg/ha donde se muestra que no hubo diferencias significativas.

CONCLUSIONES:

De acuerdo a los resultados logrados en base a los objetivos específicos propuestos para el trabajo de investigación, se procede dar las siguientes conclusiones

- De acuerdo a los resultados de biomasa aérea en la parcela 5 se tiene con peso mayor de 103,87 Mg/ha (Mega gramos por hectárea) y en la parcela 1 se obtuvo una menor cantidad de biomasa viva con un resultado de 30,16 Mg/ha. Obteniendo una sumatoria de 284,64Mg/ha y una media de 56,93 Mg/ha.

- En la gráfica N°: 1 Total de árboles vivos y muertos mayores de 10 cm de diámetro, nos indica un total de 221 árboles vivos y 54 de árboles muertos en pie y caídos haciendo un total de 275 árboles vivos aéreos y muertos.

- En cuanto al cuadro N°2 de biomasa viva de sotobosque menor a 10 cm de diámetro nos muestra detalladamente la distribución de las parcelas donde se obtiene una mayor cantidad de biomasa en la parcela 5 con un numero de 137.55 Mg/ha de peso y le sigue la parcela 1 con 101.25Mg/ha y con un peso más bajo la parcela 4 con 95.75Mg/ha y mucho más bajo en la parcela 2 con 92.25Mg/ha y con peso mucho más menor la parcela 3 con 56.25 Mg/ha de peso respectivamente. Obteniendo un total de 483.05Mg/ha y una media de 96.61Mg/ha.

- En cuanto la gráfica N°2 de sotobosque de árboles vivos y muertos nos muestra un total de 233 sotobosque vivo y con una cantidad menor de 10 árboles de sotobosque muerto y se obtuvo un total de 243 árboles vivos y muertos, menores de 10cm de diámetro.

- Referente al cuadro N°3 biomasa (biomasa aérea) herbáceas, los componentes de mayor captura de biomasa es la parcela 3 con 0,43 Mg/ha de biomasa de herbáceas, con 0.35Mg/ha en la parcela 2 y en la parcela 1 con 0.31 Mg/ha y las parcelas con menor captura de biomasa fue la parcela 4 con 0.03 Mg/ha y la parcela 5 con 0.03 Mg/ha donde hubo menor captura de biomasa. Obteniendo un total de 1,21 Mg/ha y una media de 0,24 Mg/ha de biomasa de herbáceas.

- Los resultados de biomasa de árboles en pie muertos y caídos mayores de 10 cm de diámetro los componentes donde hubo mayor captura de biomasa, en parcela 1 con 22,95 Mg/ha con 5,73 Mg/ha parcela 3 y con una menor cantidad en la parcela 3 1,12 Mg/ha haciendo un total de 34.91mg/ha y una media de 6,98 mg/ha.

- En el cuadro Cuadro N°: 5 biomasa de sotobosque árboles muertos menores de 10 cm de biomasa nos arroja los siguientes resultados.
De acuerdo a los componentes en la parcela 5 con un número mayor resultado de biomasa con 10,30 Mg/ha y con un resultado más bajo la parcela 4 con 4,95 Mg/ha. Obteniendo una biomasa total de 35,60 Mg/ha., y una media de 7,12Mg/ha donde nos indica que hubo una baja mortandad de acuerdo los resultados de biomasa de sotobosque.

- Referente al cuadro N°: 6 Necromasa o materia orgánica se tuvo una mayor biomasa materia orgánica en la línea 2 con 6,12 Mg/ha y con menor cantidad la línea 3 con 2,48 Mg/ha. Haciendo un total de 18,99 Mg/ha y una media de 3,80 Mg/ha.

- De acuerdo los análisis que se realizaron en laboratorio de suelos de la UAJMS se obtuvieron los siguientes resultados:
Se tomó tres muestras a 5cm, 15cm y 30cm. Lo cual nos indica que en la profundidad de 5cm se obtuvo 29,28 Mg/ha de materia orgánica de suelo y a

una profundidad de 15cm con 32,28 Mg/ha y por ultimo a una profundidad de 30cm con 33,54 donde se obtuvo mayor materia orgánica. Y se obtiene un total de materia orgánica de 95,11 Mg/ha.

- De acuerdo los resultados del cuadro N°: 8 Cálculo del carbono en la biomasa aérea total, materia orgánica muerta y materia orgánica del suelo, se tiene con un mayor resultado de carbono en la biomasa aérea de sotobosque un total de 45,41 Mg/ha y con una menor cantidad de carbono 0,11 Mg/ha. Obteniendo un total de 122,43 Mg/ha

- De acuerdo a los resultados de cálculo del carbono a dióxido de carbono entre los componentes donde se registraron mayor cantidad de dióxido de carbono (biomasa aérea sotobosque), 166,51 Mg/ha y con un número de captura de dióxido de carbono (herbáceas) 0,42 Mg/ha.
Haciendo un total de 448,95Mg/ha de captura de dióxido de carbono en el sitio piloto “La Criolla”

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se proceden dar después de la elaboración de este trabajo de investigación son las siguientes.

- Se recomienda realizar el plaqueteo de los arboles a una altura mayor y con clavos de mayor dimensión, porque algunas plaquetas se encontraban en el suelo, y dificulta la investigación.
- Se recomienda que en la siguiente medición del trabajo se lo haga en la misma época para que no haiga variación en los resultados.
- Se recomienda tomar las muestras con mayor precisión para evitar variaciones en los resultados.
- Se recomienda seguir realizando la estimación de biomasa, carbono y dióxido de carbono porque últimamente los cambios climáticos son irreversibles.
- Se recomienda realizar un seguimiento continuo al sitio piloto la criolla para poder mantener los puntos en buen estado.