

Producción de biomasa en agroecosistemas con manejo de agricultura de conservación y convencional; en los municipios de Estelí y Condega, en el año 2019

Jesbel Dania González Martínez¹
Elieth Amanda López Gutierrez²
Yesbel Lisseth Rugama Pinell
Kenny López García
Josué Tomas Urrutia Rodríguez

RESUMEN

Esta investigación se realizó en las comunidades: San Diego del municipio de Condega, El Limón y Moropotente de Estelí, Nicaragua; en el año 2019. Con el objetivo de evaluar la producción de biomasa en agroecosistemas con manejo de agricultura de conservación y convencional como factor formador de materia orgánica, así mismo comparar los volúmenes de biomasa según su origen y construir modelos alométricos para estimar la producción de biomasa. Se recolectaron un total de 180 muestras en los diferentes agroecosistemas de conservación y convencional, adquiridas en las diferentes procedencias, calculándose el peso fresco con el método del cuadrante. Posteriormente se secaron a 105°C por 24 horas seguido se eliminó cualquier porcentaje de humedad usando un desecador por 25 minutos para determinar la correlación entre el peso fresco y el peso seco. En cuanto a la producción de biomasa según el tipo de tecnología no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p=0.8466$). Se encontraron diferencias significativas en la disponibilidad del tipo de biomasa ($p = 0.0001$), la mayor cobertura se registró en el cultivo de maíz 145 ± 8 (g/m²), seguido de la necromasa, arvenses y sorgo. Además, como resultado de producción de biomasa según la procedencia se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p=0.0001$), con la mayor producción de biomasa la comunidad de San Diego. Se estimó la producción de biomasa seca, a través del modelo potencial con mejores ajustes “ y ”= $0.6162x + 0.8258$, modelo significativo ($p = 0.0001$ y $R = 0.868$). Según los coeficientes de correlación de Pearson nos da como resultado que al utilizar esta ecuación para una predicción tendremos un margen de confiabilidad de 75% y un margen de error del 25%.

Palabras claves: Agroecosistemas, Biomasa, Necromasa, Producción, Modelos Alométricos.

1. UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Correo electrónico: yesbelg7@gmail.com
2. UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Correo electrónico: eliethlopezgu16@yahoo.com
3. UNAN-Managua/FAREM-Estelí. Correo electrónico: rugama.yesbelg@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

La fertilidad del suelo es la capacidad de mantener el suministro de nutrientes, la vida microbiana del suelo y la complejidad física estructural del suelo en el largo plazo. Para conservar la fertilidad del suelo es preciso evitar pérdidas del suelo por erosión (protección), poner en práctica la rotación de cultivos, mantenimiento de la materia orgánica y una alta actividad biológica, protección del suelo y en el manejo de los cultivos (Villasanti, 2013).

Los suelos sirven de sustrato para una amplia variedad de plantas, animales y microorganismos que contribuyen a crear un medio que resulta básico para la producción primaria de los ecosistemas terrestres. Así aportan aire, agua y nutrientes para las plantas. El suelo recibe una gran cantidad de restos orgánicos de distinto origen, entre éstos, restos de las plantas superiores que llegan al suelo de dos maneras: se depositan en la superficie (hojas, ramas, flores, frutos) o quedan directamente en la masa del suelo (raíces al morir).

Estudio realizado en esta temática determinaron que al comparar sistemas de agricultura de conservación, convencional y bosque en los municipios de Condega y Estelí, Nicaragua en un intervalo de tiempo de 4 meses se encontró disponibilidad de biomasa superficial con diferencias significativas ($p= 0.0004$) entre los periodos de 4 meses, es decir, que la disponibilidad de biomasa es diferente en cada uno de los sitios de estudio (Alfaro, Urrutia, & Pinell, 2017).

Tomando en cuenta que en la actualidad la agricultura tiene como base la maximización de la producción y de la ganancia con una columna vertebral estructurada por la labranza intensiva, monocultivo, irrigación, aplicación de fertilizantes inorgánicos, control de plagas y la manipulación genética de los cultivos en donde el suelo se convierte simplemente en el medio o sustrato donde las raíces crecen lo que permite influenciar negativamente al suelo promoviendo el descalabro en la estructura en los suelos por efecto del mal laboreo que tiene como productos la compactación en suelos llanos, la pérdida de la capa arable por el cultivar en suelos con pendientes pronunciadas (cultivos en ladera).

En vista de lo anterior, surge la necesidad de evaluar la producción de biomasa de cultivos y arvenses en parcelas de agricultura de conservación y convencional como factor formador de materia orgánica, a fin de mejorar la fertilidad de los agroecosistemas. Para lo cual era necesario comparar los volúmenes de biomasa según su origen, de acuerdo al tipo de cultivo y aporte por la presencia de arvense y construir modelos alométricos para estimar la producción de biomasa en agroecosistemas con manejo convencional y de conservación. A fin de promover la adición de materia orgánica al suelo al modo tradicional, en forma de residuos orgánicos generados en las propias explotaciones agrícolas, a fin de mejorar la fertilidad del mismo y restituir los elementos nutritivos extraídos por los cultivos, y así buscarse mayores rendimientos de producción.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio

Esta investigación se realizó en comunidades de los municipios de Estelí y Condega. En sistemas de agricultura de conservación y convencional.

Descripción de las áreas de estudio

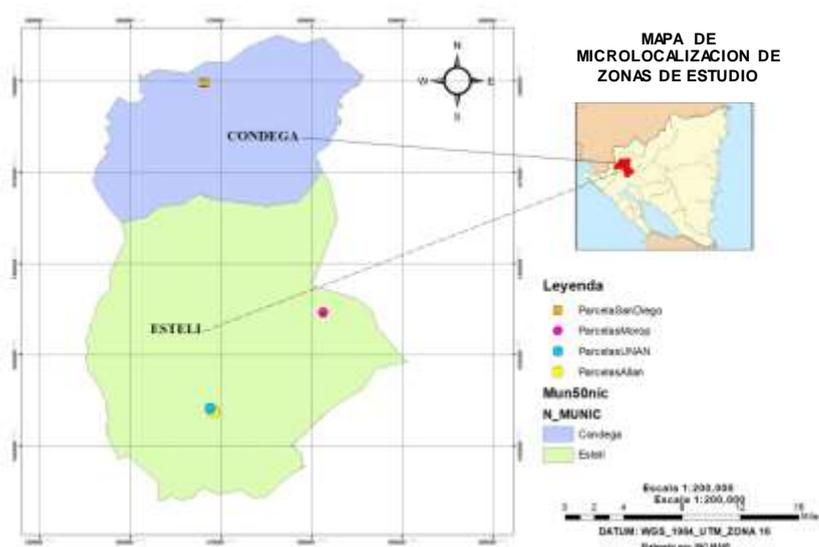


Figura 1: Mapa de la ubicación de los diferentes sitios de estudio en los municipios de Condega y Estelí

Descripción edafoclimáticas del municipio de Estelí

La investigación se realizó en la Estación Experimental para el Estudio del Trópico Seco “El Limón”, adscrita a la UNAN-Managua/FAREM- Estelí y se la encuentra aproximadamente a 1.5 km al suroeste de la ciudad de Estelí, su ubicación geográfica se encuentra entre las coordenadas UTM X: 0568720 Y: 1443777. La estación experimental tiene una cota altitudinal que varía de 800 - 884 m.s.n.m. con temperaturas promedio anual de 25°C y una precipitación media anual que oscila entre 800-900mm entre los meses de mayo y octubre, y con un periodo canicular de julio a agosto. Este sector pertenece al bosque seco tropical. La Estación está ubicada dentro de la zona de amortiguamiento de área protegida El Tisey- La Estanzuela (Mora, 2011).

Descripción edafoclimáticas de Mirafior Moropotente (Estelí)

La investigación se realizó en la comunidad Moropotente Mirafior perteneciente a la ciudad de Estelí entre las coordenadas UTM(X: 575767 Y: 1438952) con una cota altitudinal 900 m.s.n.m. Esta comunidad está ubicado 27 km de la ciudad de Estelí, con temperaturas que oscilan entre los 23° y 24°C. Presenta precipitaciones que varían entre 1200 y 1600 mm al año. Se aprecian tres tipos de climas distintos; secos en la zona baja, intermedia y húmeda (Bolaños, 2015).

Descripción edafoclimáticas del municipio de Condega

La investigación se realizó en la comunidad de San Diego perteneciente al municipio de Condega entre las coordenadas UTM (X: 568568 Y: 1480128). Con una cota altitudinal de 550 m.s.n.m. Esta comunidad está ubicada a 5.5 km salida noreste del municipio de Condega en el departamento de Estelí, presenta un clima de sabana tropical que tiene sus variaciones según su altitud. La zona presenta una precipitación promedio anual de 800-900 mm por lo que se caracteriza por zona seca, sin embargo se observan diferencias en su distribución anual. En Condega la temperatura media anual es de 24.6°C. El área se caracteriza por presentar un relieve muy accidentado con diferencias marcadas en altitud y diversidad de sistemas terrestres, posee un suelo franco arcilloso (Becerra, 2017).

Población y muestra

La población corresponde a 37 parcelas establecidas por el proyecto de Agua, Suelo y Agricultura (ASA), en los municipios de Estelí y Condega (Alfaro, Urrutia, & Pinell, 2017). De las cuales se seleccionaron una muestra de 8 parcelas y se tomaron 3 réplicas por gradiente (parte alta, media y baja).

Tabla 1: Población y muestra

Poblacion y Muestra								
Población	Muestra	Lugar	Numero de parcelas trabajadas	Material Vegetal	Total de sub muestra por parcelas	Tipo de manejo	Replicas por gradiente	Total de sub muestras
37	8	Moropotenté	2	Arvences y Necromasa	36	Conservacion y convencional	3	180
		El Limón	4	Cultivo, Arvences y Necromasa	108	conservacion y Convencional	3	
		San Diego	2	Necromasa y Arvences	36	Conservacion y convencional	3	

Posteriormente se realizó el muestreo para determinar los volúmenes de biomasa según su origen, según el cultivo y el aporte por la presencia de arvense en peso fresco, se recolectaron tres réplicas (3) de un metro cuadrado (1 m²) por cada parcela, a la vez se tomaron puntos de referencia de cada parcela a trabajar basándonos en el método del cuadrante; cabe señalar que con este método se hacen muestreos más homogéneos y tienen menos impacto de borde en comparación a los transectos.

El proceso de este muestreo consistió en coleccionar manualmente todo el material vegetal localizado dentro del cuadro de 1m², este se pesó en campo, utilizando un dinamómetro de 5000 gramos. De cada muestra de cultivo, arvenses y necromasa obtenida se tomó una submuestra de peso representativo de 90 gramos utilizando pesolas de 100 y 1000gr, y se guardaron en bolsas de papel kraft debidamente identificadas, seguido se pasaron al laboratorio y se secaron en horno a 105°C durante un periodo de 24 horas consecutivas, luego se trasladaron las muestras al desecador durante 25 minutos para extraer la humedad, luego se pesaron nuevamente las muestras usando pesola de 100 gramos para determinar así la relación entre el peso fresco y peso seco.

Análisis estadísticos

Se determinó la confiabilidad de los datos, a través de un análisis de varianza no paramétrico de Kruskal Wallis, Posteriormente se realizó estadística paramétrica a través de correlaciones y modelos de mejor ajuste a través de regresiones simples, tomando como referencia los coeficientes de correlación de Pearson, (R) y determinación (R²), respectivamente. Además se realizó transformación del modelo potencial ($y = 0.6162x + 0.8258$) obteniendo los logaritmos naturales de los datos reales.

El software utilizado para el procesamiento de la información fue infoStat y Excel versión 2013.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Disponibilidad de la biomasa superficial en función al tipo de agroecosistemas (Conservación y convencional).

La agricultura de conservación comprende una serie de técnicas que tienen como objetivo fundamental conservar, mejorar y hacer un uso más eficiente de los recursos naturales mediante un manejo integrado del suelo, agua, agentes biológicos e insumos externos, para alcanzar tales objetivos hay que adoptar diferentes técnicas como: la utilización de rastrojos vegetales de las cosechas como medio natural de protección y fertilización de los suelos (Labrada, 2015).

En esta investigación no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.8466$) entre la disponibilidad de biomasa en los agroecosistemas que se manejan con cobertura (rastrojos de cultivos, arvenses y necromasa) y sin cobertura (Figura 2). El manejo convencional obtuvo una disponibilidad promedio de biomasa superficial de 47 ± 5 (g/m²). Mientras que el manejo de conservación, generó 49 ± 5 (g/m²). Equivalente a 0.47 y 0.49 toneladas por hectárea, respectivamente. Este resultado nos indica que el agroecosistema de conservación está siendo manejado como un sistema convencional.

Este resultado difiere a lo reportado por Alfaro *et al* (2017), quienes encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la producción de biomasa en ambos tipos de manejo conservación y convencional, es importante aclarar que esta investigación se realizó en la vida inicial del proyecto ASA por lo que se comprobó la importancia de la cobertura vegetal en el suelo, no obstante cuando realizamos nuestra investigación dicho proyecto estaba en su etapa culminante por lo que nuestros resultados evidencian que no hubo sostenibilidad del proyecto por parte de los productores, ya que las parcelas de conservación se terminaron trabajando como tecnología convencional con escasa cobertura vegetal en el suelo.

Así que podemos resaltar la importancia de trabajar el suelo con cobertura ya que según Rodríguez *et al* (2009) reportaron que la disponibilidad de cobertura reduce significativamente la erosión del suelo, además, contribuye a mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del mismo.

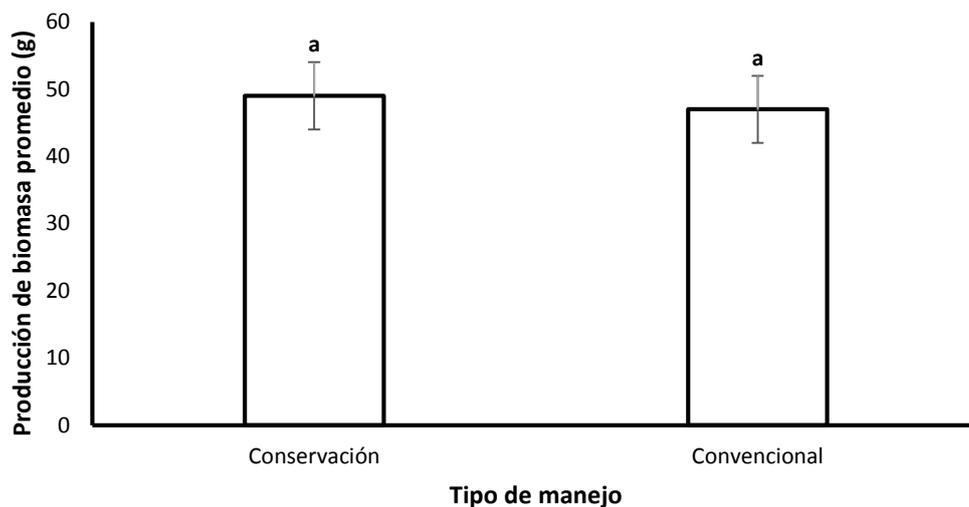


Figura 2. Producción de materia seca (MS) promedio según el tipo de agroecosistema. Las líneas sobre las barras representan los errores estándar. Medias con una letra común no son significativamente diferente, $p > 0.05$, $n = 90$.

Producción de la biomasa superficial en función al tipo de cultivo (Maíz, Necromasa, Arvenses y sorgo).

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p = < 0.0001$) de la disponibilidad del tipo de biomasa entre maíz, necromasa, arvenses y sorgo (Figura 3).

Encontrándose un promedio de biomasa superficial para el maíz de 145 ± 8 (g/m^2). Mientras que la biomasa superficial de la necromasa tiene un promedio de 111 ± 4 (g/m^2) para las arvenses 69 ± 4 (g/m^2), y por último el promedio de biomasa de sorgo tiene una disponibilidad de 41 ± 8 (g/m^2). Equivalentes a 1.45, 1.11, 0.69 y 0.41 toneladas por hectárea, respectivamente. Lo que nos indica que existe un mayor aporte de biomasa por restos de maíz y el mínimo aporte por sorgo. Según Brechelt (2008), reporta que las fuentes agrícolas además de ser una fuente de alimento han demostrado tener capacidad de captura de carbono, lo cual depende de la productividad de estos sistemas y de las condiciones ambientales bajo las que se cultiva.

Además Verhulst et al (2015) reporta que las concentraciones de carbono en el suelo están determinadas por el balance de los aportes como los residuos del cultivo, y las pérdidas de carbono por medio de la descomposición de la materia orgánica. El manejo para acumular COS requiere el incremento en el aporte de carbono, la reducción de la descomposición o ambos (verhulst, Francois, & Govaerts, 2015).

Las plantas pertenecientes a las gramíneas son de gran importancia ya que son capaces de aportar gran cantidad de biomasa. Estas presentan un beneficio adicional como mejoradoras del suelo desde el punto de vista de la fertilidad ya que tienen la propiedad de fijar el nitrógeno atmosférico en los nódulos de las plantas, esta particularidad le otorga la facultad de habitar en suelos de fertilidad pobre sin que esto afecte significativamente su producción y calidad de biomasa (Martinez & Leyva, 2014).

Por otra parte, hay que destacar la poca disponibilidad de arvenses en estos sitios conociendo que este es un efecto de la disposición de biomasa sobre el suelo, ya que según Nichols et al (2015) afirman que los residuos de cultivos que son retenidos en el campo y se incorporan por medio de labranza pueden afectar la dinámica de las malezas, tipo de labranza y podría ser único para cada sistema. Los residuos de cultivos dejados sobre la superficie del suelo tiene un efecto más predecible sobre las poblaciones de las malezas y, por lo tanto, son más importantes cuando se considera el manejo de malezas (Nichols, Verhulst, Cox, & Govaerts, 2015).

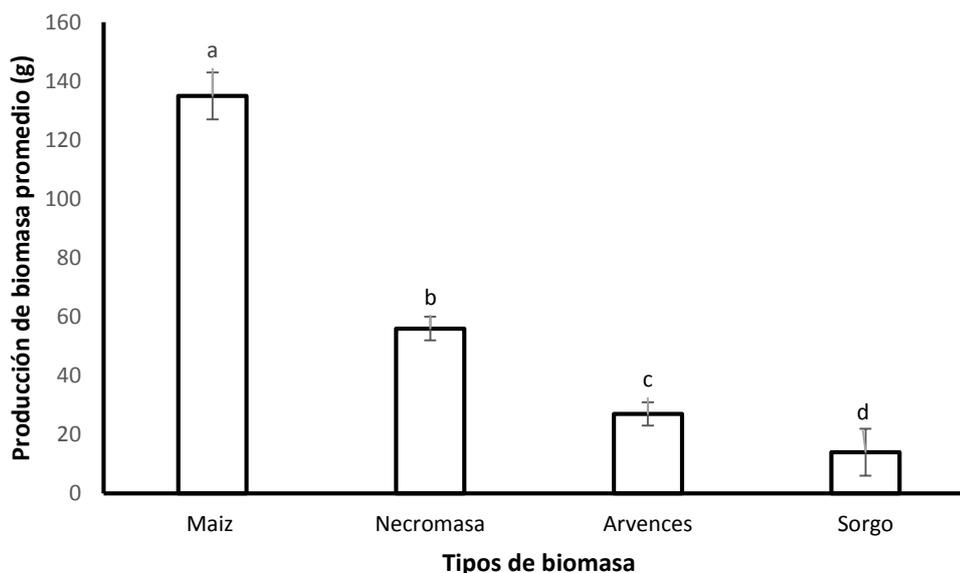


Figura 3. Producción de biomasa promedio según el tipo de cultivo. Las líneas sobre las barras representan los errores estándar. Medias con una letra común no son significativamente diferente, $p > 0.05$, $n = 90$.

Producción de la biomasa superficial según la procedencia (San Diego/Condega, El Limón y Moropotente/Estelí).

En los datos de producción de biomasa según la procedencia se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p=0.0001$) (Figura 4). En la comunidad de San Diego del municipio de Condega se obtuvo un promedio de 66 ± 8 (g/m^2), en la comunidad El Limón del municipio de Estelí el promedio es de 51 ± 4 (g/m^2), por consiguiente en Moropotente el promedio es de 21 ± 8 (g/m^2). Así que podemos decir que la disponibilidad de biomasa es diferente en cada una de las procedencias.

Existen diferencias significativas relacionadas a la procedencia de todos los muestreos realizados, ya que al comparar el aporte de biomasa de los diferentes lugares, se obtuvo mayor disponibilidad de biomasa en la comunidad de San Diego, se pueden observar las desviaciones estándar entre más se acercan a las medias más diferencia hay en cada una de las procedencias.

Considerando la mayor disponibilidad de cobertura vegetal en la comunidad de San Diego es necesario mencionar que estos restos de vegetación de cultivos sirven como manto de cobertura para darle mejor fertilidad al suelo, además se encontró una mayor cantidad de material vegetal en distintos grados de descomposición lo que nos indica la existencia de recursos minerales y nutricionales, que una vez descompuestos forman el alimento esencial para el crecimiento de las plantas.

Nuestros resultados difieren a lo reportado por Rodríguez et al (2009), quienes no encontraron diferencias significativa al comparar diferentes especies de pinos en diferentes procedencias ($p = 0.06$), debido a las condiciones de competencia de luz, humedad y temperatura, lo que nos indica que las procedencias con mayor cobertura permitirán disminuir más pronto el problema de la erosión del suelo, además de aportar más residuos vegetales y favorecer el mejoramiento del suelo (Dominguez, Capulin, Razo, & Diaz, 2017).

El suelo orgánico produce una mayor biomasa aérea seca comparada con el suelo convencional lo que hace suponer que el testigo orgánico conserva un mayor potencial de producción. Además, presenta una alta estabilidad en aspectos físicos, químicos y biológicos alcanzada por el manejo a largo plazo y cuenta con una población microbiana muy establecida, en relación a nuestros resultados podemos asumir que en el la comunidad de San Diego se adoptó el manejo de conservación al manejo convencional, ya que a pesar de no muestrear cultivos los resultados nos indican como el sitio con mayor producción de biomasa esto es equivalente a la gran cobertura que el suelo dispone en este sitio.

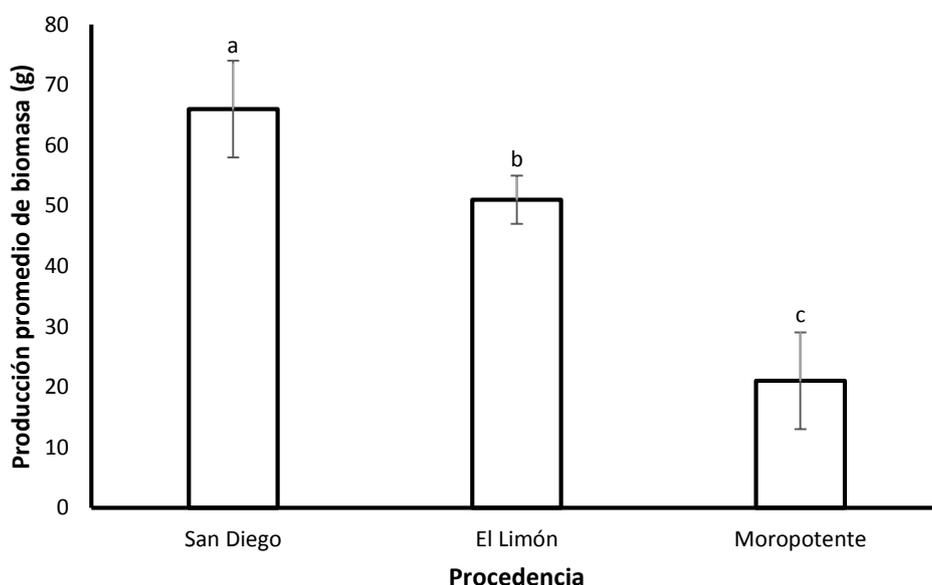


Figura 4. Disponibilidad de biomasa superficial según la procedencia. Las líneas sobre las barras representan los errores estándar. Medias con una letra común no son significativamente diferente, $p > 0.05$, $n = 90$.

Relación entre peso fresco y seco de la biomasa a través de modelos lineales

De acuerdo con los resultados obtenidos, existe una ecuación alométrica con buenos ajustes estadísticos que estima la biomasa total. En la figura 5 se presenta el mejor modelo ajustado ya que este resultó de la combinación de dos variables la dependiente (peso seco) y con transformación de logaritmo natural de la variable independiente (peso fresco).

Cabe señalar que el mejor modelo lo evaluamos con el coeficiente de asociación, es decir, el valor más próximo a 1, en este caso es el modelo potencial que en un 75% depende el peso seco del peso fresco, al utilizar esta ecuación para una predicción tendremos un margen de confiabilidad de 75% y un margen de error del 25%.

Estos resultados son similares a lo descrito por López *et al* (2014) donde los coeficientes de correlación de Pearson, demuestran un fuerte grado de asociación lineal positiva entre las variables que mejor determinaron la producción total por individuo de biomasa seca leñosa, estas correlaciones resultaron estadísticamente significativas ($p < 0.05$) y se obtuvieron coeficientes de correlación cercanos a 1, además, las variables evaluadas se ajustaron a modelos de regresión lineal (López, Castillo, & Altamirano, 2014).

En base a las variables dependiente e independiente se ajustaron varios modelos, donde: “y” = Peso Seco de biomasa y “x” = al valor que asuma cada variable independiente (Tabla 3) se hizo transformación de la variable independiente a logaritmo natural con el fin de mejorar el ajuste de los modelos alométricos. Se muestran modelos lineales a fin de predecir la producción de materia seca (MS), a través de análisis estadísticos de necromasa, arvenses y cultivo en peso fresco y peso seco de 90(g) se evidencia, que los coeficientes de determinación (R^2) 0.753 por que el PSSM depende del PFSM y la relación que tienen las dos variables en la gráfica con una función potencial de $y = 0.6165x + 0.8258$. Sin embargo, todos los modelos son significativos porque todos tienen un valor menor a 0.05, así que son modelos válidos, (ver tabla 2).

Considerando que el modelo con mejores ajustes a estas variables estudiadas como es el modelo potencial se obtuvo con un 75% de confiabilidad por ello podemos observar en la figura 5 que no todos los puntos del diagrama de dispersión caen sobre la línea de regresión lineal.

Tabla 2. Modelos de ecuaciones alométricas para la predicción de biomasa

Modelo	Ecuación	R	R ²	P
Lineal	$y = 0.1331x + 20.076$	0,659	0,435	0,000
Logarítmico	$y = 14.814\ln(x) - 18.771$	0,798	0,637	0,000
Potencial	$y = 0.6162x + 0.8258$	0,868	0,753	0,000
Exponencial	$y = 12.79e^{0.0045x}$	0,569	0,324	0,000

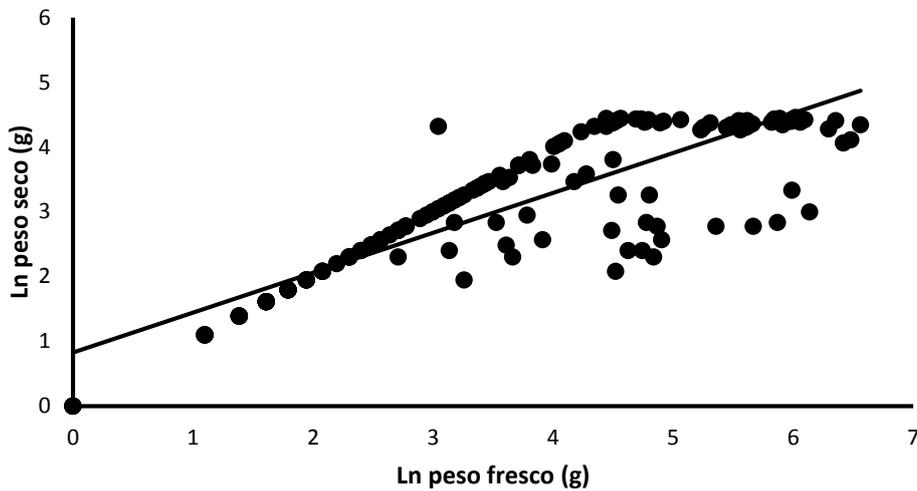


Figura 5. Relación entre Peso Fresco y Peso Seco de la biomasa a través de modelos lineales.

CONCLUSIONES

- Según los muestreos realizados se logró comparar la producción de biomasa en ambas tecnologías no encontrando ninguna diferencia entre la disponibilidad de biomasa en los agroecosistemas de agricultura de conservación y convencional debido a que ambas tecnologías estaban siendo trabajadas con el sistema de agricultura convencional.
- El cultivo de maíz obtuvo mayor disponibilidad de biomasa debido a que esta especie de gramíneas son capaces de aportar gran cantidad de biomasa, ya que tienen la propiedad de fijar el nitrógeno atmosférico en los nódulos de las plantas. De acuerdo a la procedencia, se determinó con una mayor producción de biomasa la comunidad de San Diego en el Municipio de Condega, Considerando que se encontró la mayor disponibilidad de cobertura vegetal.
- Se construyeron diferentes modelos alométricos para estimar la producción de biomasa en agroecosistemas con manejo convencional y de conservación siendo el modelo potencial el más ajustado para estimar la producción de biomasa. Ya que este fue evaluado con el coeficiente de asociación, el valor más próximo a 1. Al utilizar esta ecuación obtuvimos un margen de confiabilidad de 75% y un margen de error del 25%.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adame, S., Lopez, j., Flores , D., & Serrato, R. (junio de 2014). *carbono organico de la hojaresca en los bosques de la biosfera mexico*. Obtenido de oaji.net
- Acosta, M., Quednow, K., Etchevers, J., & Monreal, C. (2001). Un metodo para la medicion de carbono almacenado en la parte aerea de sistemas con vegetacion natural e inducida en terrenos de laderas en Mexico. *INIFAP*, 9.
- Alvarez, G. (2008). Modelos alométricos para la estimación de biomasa aérea de dos especies nativas en plantaciones forestales del trópico de Cochabamba, Bolivia. *Centro Agronomo Tropical de Investigación y enseñanza (CATIE)*, 17.
- Alcantara, V. (2017). *Carbono orgánico del suelo*. Roma.
- Alfaro, A., Urrutia, C., & Pinell, F. (2017). Dinamica de la biomasa y materia organica en sistema de agricultura, de conservacion, convencional y bosque;en los municipios de Esteli y Condega. *no publicada*
- Alfaro, J. G. (2002). *Plantas competidoras un componente mas de los agroecosistemas*. San Jose, Costa Rica: Edotorial Universidad Estatal a Distancia, EUNED.

- Aristizábal, J. D. (2011). Desarrollo de modelos de biomasa aérea en sombríos de cafeto (*Coffea arabica*) mediante datos simulados. *Fundación Natura*, 49.
- Aposta, A. M., Caballero, A. M., & Reyes, R. (mayo de 2016). El sorgo, una alternativa económica y sostenible de alimento en el municipio Jobabo. *DELOS, Desarrollo Local Sostenible*, 5.
- Becerra. (miercoles de mayo de 2017). *EcuRed*. Obtenido de conocimiento con todos y para todos: www.ecured.cu
- Bolaños, S. B. (29 de septiembre de 2015). Miraflores Moropotente: El corazón de la neblina del bosque. *METRO Nicaragua*, pág. 1.
- Carlos Granados, D. S. (2 de Noviembre de 2014). *Ecología*. Obtenido de Efecto de Borde en la Composición y en la estructura de los bosques templados: www.icarito.cl
- Carolina Sanchez, Z. M. (2010). *Efecto de la cobertura en las propiedades del suelo y en la producción del frijol irrigado*, 42.
- Castillo, C. M. (2011). Dinámica poblacional de arvences en el cultivo de maíz.
- Díaz, J. B. (26 de octubre de 2017). *El Tiempo*. *El suelo produce el 95% de los alimentos que consume el mundo*, pág. 3.
- Castro, R. A. H. (2011). Comparación de métodos para estimar rendimiento de forraje. 9.
- Dominguez, P. A., Capulin, J., Razo, R., & Diaz, M. A. (2017). Influencia de factores edáficos en el crecimiento de una plantación de pinus en Santiago de Anaya, Hidalgo, México. *Facultad de Ciencias Forestales*, 2.
- FAO. (2008). La papa cultivo. *año internacional de la papa*.
- Fonseca, W., Alice, F., & Rey, J. (2009). Modelos para estimar la biomasa de especies nativas en plantaciones y bosques secundarios en la zona caribe de Costa Rica. *Universidad Nacional Autónoma de Costa Rica*, 36.
- Flores, Hugo Ernesto c. d. (2013). efecto de la cobertura de suelo de tres cultivos sobre la erosión. *chapingo serie zonas aridas*, 25.
- Hernández, Y. (2015). Agricultura de conservación. *EcuRed*, 4.
- INTA. (2010). Cultivos del maíz. *guía tecnológica del maíz*.
- Jose Zeas, J. B. (1996). Uso de rastrojos de maíz como cobertura superficial y sus implicaciones en la economía.
- Lara, E. W. M. (2008). Dinámica de arvences y entomofauna asociada a diferentes modelos de compost en nopal.

- López, K., Castillo, I., & Altamirano, D. (2014). Biomasa aérea y modelos alométricos para *Acacia Pennatula*, en condiciones naturales del tropico seco Nicaraguense. *Revista científica de FAREM - Estelí. Medio Ambiente, tecnología y desarrollo humano*, 47.
- Labrada, R. (2015). *Agricultura de conservación*. Ecuador: Proyecto Prometeo de la secretaría superior Ciencia, Tecnología e Innovación.
- Martin Aquino, A. V. (2015). Participacion de la biomasa area en tres especies arborea.
- Martinez, A., & Leyva, A. (2014). Biomasa de los cultivos en el ecosistema. Sus beneficios agroecológicos. *SciELO*, 5.
- Mora, r. (lunes de junio de 2011). estacion experimental para la zona norte. *la prensa*, pág. 1.
- Mostacedo, B. (3 de Octubre de 2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Obtenido de Método cuadrante: <file:///C:/Users/PC/Downloads/128539723.Mostacedo2000EcologiaVegetal1-1.pdf>
- Nichols, V., Verhulst, N., Cox, R., & Govaerts, B. (2015). Agricultura de conservacion y manejo de maleza. *CIMMYT*, 5.
- Nubia Quinceno, G. T. (2016). Estimacion del contenido de bimasa, fijacion d carbono y servicios ambientales.
- Peña, C. M. (2010). *Determinacion de cenizas totales o residuo mineral*. Abivert.
- Peña, C. (03 de Enero de 2011). *Avibert*. Obtenido de Determinación de cenizas por el metodo de calcinación: avibert.blogspot.com
- Pérez, J., & Merino, M. (publicado 2016). *Biomasa*.
- PNDH*. (08 de NOVIEMBRE de 2012). Obtenido de PNDH.
- Renan Agüero, A. R. (2016). abundancia y cobertura de arvences bajo manejo convencional y organico de cafe.
- SENNINGER. (15 de mayo de 2015). Goteo vs Riego por Aspersión. *senninger*.
- Tortosa, G. (16 de octubre de 2009). *Materia orgánica en agricultura y los residuos orgánicos*. Granada : compostando ciencia.
- Villasanti, C. (2013). *El manejo de suelo con Buenas Prácticas Agrícolas*. Paraguay: Agricultura para el adesarrollo (MAG).
- Verhulst, N., Isabelle, F., & Bram, G. (2015). Agricultura de conservación y captura de carbono en el suelo: Entre el mito y la realidad del agricultor. *CIMMYT*, 14.

verhulst, N., Francois, I., & Govaerts, B. (2015). Agricultura de conservación y captura de carbono del suelo. *MasAgro*, 3.

ANEXOS

Anexo 1: Tabla 3. Recolección de datos

Fecha	Lugar	Tipo de manejo	Gradiente	Réplica	Tipo de biomasa	PF Total (gramos)	PFS (Gramos)	PSS (Gramos)	PS Total (Gramos)

Anexo 2: Fotografías



Foto 1. Muestreo con el método del cuadrante en los diferentes sistemas (Conservación-Convencional)



Foto 2. Selección manual de cultivo, arvense y necromasa



Foto 3. Muestras identificadas en campo



Foto 4. Secado de muestras en el horno del laboratorio Estación Experimental



Foto 5. Muestras dentro del desecador



Foto 6. Peso seco de la biomasa



Parcela de conservación



Parcela convencional

Foto 7. Sistemas con tecnologías de conservación y convencional