



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

CENTRO UNIVERSITARIO UAEM-TEMASCALTEPEC

LICENCIATURA EN INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

LA PAROTA *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb;
VALOR ALIMENTICIO, AMBIENTAL Y ECONÓMICO

T E S I S

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA:
ISAAC DOMÍNGUEZ HERNÁNDEZ

ASESORA DE TESIS:
DRA. FRANCISCA AVILÉS NOVA

TEMASCALTEPEC MÉXICO, SEPTIEMBRE 2024

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	2
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA	3
2.1 Agroforestería	3
2.2. Clasificación de los sistemas agroforestales	3
2.3 Sistema silvopastoriles	4
2.3.1 Incorporación de árboles en pastizales	5
2.3.2 Practicas silvopastoriles	6
2.3.3 Beneficios para la biodiversidad	7
2.4 Los sistemas agrosilvopastoriles.....	8
2.5 Arboles leguminosos en potreros.....	9
2.6 El árbol de Parota (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>)	9
2.6.1 Taxonomía.....	11
2.6.2 Nombres comunes	12
2.7 Descripción del árbol de Parota (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>)	12
2.7.1 Forma.....	12
2.7.2 Copa / Hojas.....	12
2.7.3 Tronco / Ramas.	12
2.7.4 Corteza.	13
2.7.5 Flor(es).....	13
2.7.6 Fruto(s).	13
2.7.7 Semilla(s).....	13
2.8. Importancia de los frutos de especies arbóreas.	13
III. OBJETIVOS.....	15
3.1 General.....	15
3.2 Específicos	15
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	16
4.1 Sitio de estudio.....	16
4. 2 medición de variables	16

4.2.1 Colecta de vainas.....	16
4.3 Caracterización agronómica.....	17
4.3.1 Medición dasométricas.....	17
4.3.2 Altura de los árboles.....	17
4.4 Diámetro del tronco.....	18
4.5 Cobertura aérea.....	19
4.6 Cosecha de la vaina para determinar el rendimiento.....	19
4.7 Valor ambiental y económico.....	20
4.8 Valor ambiental del árbol en el suelo.....	20
4.8.1 Nitratos.....	20
4.8.2 Amonio.....	22
4.8.3 Fosforo.....	24
4.8.4 Potasio.....	26
4.8.5 pH.....	28
4.8.6 Carbono y Materia Orgánica.....	30
4.9. Identificación de árboles de parota donde se obtuvieron las muestras de suelo y medidas dasométricas.....	31
4.10 Análisis de datos.....	34
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
5.1 Caracterización agronómica y ubicación de los arboles.....	35
5.1.1 Altura del árbol de parota a diferentes edades de vida.....	35
5.2 Diámetro del tronco.....	36
5.3 Rendimiento de vaina seca por árbol.....	38
5.4 Cobertura aérea.....	39
5.5 Contenido de materia seca de las vainas.....	42
5.6 Valor ambiental del árbol en el suelo.....	42
5.6.1 Nitratos y amonio.....	43
5.6.2 Fosforo.....	45
5.6.3 Potasio.....	46
5.6.4 pH.....	48
5.6.5 Materia orgánica y Carbono orgánico.....	49

5.7 El valor alimenticio de la parota (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>) en la comunidad de estudio.....	51
5.8 Formas de consumo.....	51
5.9 Valor económico de la parota (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>) en la comunidad de estudio.....	53
VI. CONCLUSIÓN	55
VII. ANEXO	56
VIII. LITERATURA CITADA	60

INDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1 Taxonomía del árbol de Parota(Enterolobium cyclocarpum)</i>	11
<i>Cuadro 2 Identificación de altura del árbol de parota (Enterolobium cyclocarpum)</i>	35
<i>Cuadro 3 Identificación del diámetro del árbol de parota (Enterolobium cyclocarpum)</i>	37
<i>Cuadro 4. Identificación del rendimiento del árbol de parota (Enterolobium cyclocarpum)</i>	39
<i>Cuadro 5. Identificación de la cobertura área del árbol de parota (Enterolobium cyclocarpum)</i>	41
<i>Cuadro 6 Contenido de amonio y nitrato en el suelo.</i>	43
<i>Cuadro 7 Contenido de Fosforo en el suelo</i>	45
<i>Cuadro 8 Contenido de Potasio en el suelo</i>	47
<i>Cuadro 9 Contenido de pH en el suelo</i>	48
<i>Cuadro 10 Contenido de C.O y M.O</i>	50
<i>Cuadro 11. Cuestionario que se realizara a los ganaderos</i>	56

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Localización de la comunidad de Paso de Vigas, Tejupilco, México</i>	16
<i>Figura 2. Medición de la altura de los árboles de Parota</i>	18
<i>Figura 3. Medición del diámetro del árbol</i>	19
<i>Figura 4. Recolecta de vaina de parota y encostalada para su pesaje y toma de datos por árbol.</i>	20
<i>Figura 5 Muestra de suelo en tubo cónico de 50 ml</i>	21
<i>Figura 6 Tubos cónicos en la centrifugadora para comenzar las revoluciones.</i>	23
<i>Figura 7 Agitación del reactivo de fósforo para lectura de fotómetro</i>	26
<i>Figura 8 Filtración de muestras</i>	27
<i>Figura 9 Muestras de pH</i>	29
<i>Figura 10 Pesaje de 0.5 gr de muestra tamizada y colocada en matraz Erlenmeyer.</i>	30
<i>Figura 11. Árbol de parota identificado en el Costado de la carretera a y b</i>	31
<i>Figura 12 Árbol de parota identificado en un potrero del Rancho Salazar</i>	32
<i>Figura 13 Potrero del rancho Benítez a y b</i>	32
<i>Figura 14 Atrio de la Iglesia del Centro de Paso de Vigas a y b.</i>	33
<i>Figura 15 Cerca de la Herrería</i>	33
<i>Figura 16 Altura de los árboles de parota en los sitios de ubicación en la comunidad de Paso de Vigas</i>	52
<i>Figura 17 Diámetro del tronco</i>	54
<i>Figura 18 Rendimiento en Kg por árbol</i>	57
<i>Figura 19 Cobertura aérea</i>	59
<i>Figura 20 Perfil del suelo</i>	43
<i>Figura 21 Proceso de limpieza de la vaina de parota para su preparación</i>	52
<i>Figura 22 Mesa de árbol de parota</i>	53
<i>Figura 23 Elaboración de silla de parota</i>	54

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue conocer el valor alimenticio, ambiental y económico de la vaina de la parota (*Enterolobium cyclocarpum*) que se desarrolla en la comunidad de Paso de Vigas, Tejupilco, Estado de México. La colecta de vainas se realizó durante los meses de febrero a mayo 2023. Se tomaron las medidas dasométricas altura, diámetro a la altura del pecho y cobertura aérea. El valor económico se obtuvo a través de investigación participativa a través de visitas de campo y se realizaron entrevistas a los productores ganaderos. El valor ambiental se obtuvo a través del análisis de suelo a tres niveles de profundidad: 0-10 cm, 10-40 y 40-60 cm. Las variables del suelos que se evaluaron fueron: contenido de nitratos, amonio, pH, materia orgánica, carbono orgánico, fósforo y potasio. Se observó que la capa de hojarasca (0-10 cm) fue mayor en los árboles de mayor altura (17-20 m) y con mayor cobertura aérea, por lo que presentó mayor contenido de materia orgánica y carbono orgánico. Los árboles de parota tienen múltiples usos para los campesinos del Paso de Vigas en Tejupilco ya que aportan servicios como fuente de alimento para el ganado como es el uso de las vainas y el follaje además de que les proporcionan sombra al ganado. A las familias campesinas les proporcionan las semillas que consumen doradas en salsa o solas, y hervidas, siendo una fuente de proteína importante para su alimentación. Además su madera es artesanal y elaboran muebles de alto valor económico. En el suelo forman un reservorio de carbono orgánico y de materia orgánica, son fuente de nitrógeno en forma de nitratos y amonio, además de ser fuente de fósforo y potasio. Los árboles de *Enterolobium cyclocarpum* son mejoradores de los suelos además almacenan carbono en el suelo, son fuente de alimento para los humanos y los animales, por lo que debemos cuidarlos y promover su propagación.

I. INTRODUCCIÓN

En los bosques tropicales semi caducifolios de América crece y se desarrolla la leguminosa arbórea (*Enterolobium cyclocarpum*), conocida vulgarmente como parota, guanacastle, guanacaste, conacaste y sonaja, entre otros nombres (Martínez, 1966). Esta especie se considera endémica en México (Hunter, 1989) y algunas otras regiones del continente americano; es una de las especies arbóreas más importantes por sus extraordinarias características de altura y diámetro, responsables de su enorme biomasa (Vargas, 1997). Además, puede tener múltiples aplicaciones por sus propiedades alimenticias, ecológicas, agroindustriales, químicas y medicinales.

La vaina madura es destinada para el ganado por su alto contenido de azúcares (6%), Fe, Ca, P y ácido ascórbico, y la almendra tiene hasta 38% de proteínas, aunque junto con el tegumento y la propia vaina alcanza hasta 44% de contenido proteico, valor comparable al de la soya (Bressani *et al.*, 1966).

En relación a sus características agroindustriales, la madera de *E. cyclocarpum* se emplea en la fabricación de vigas y tablas para canoas, carretas, carpintería, ebanistería y para la producción industrial de duelas y lambrines (González, 1984).

En cuanto a las propiedades químicas de la semilla de *E. cyclocarpum*, de ella se aisló ácido 2-3 diaminopropiónico, y de la pulpa y cáscara las saponinas triterpénicas, que poseen propiedades ictiotóxicas y bactericidas (Domínguez y Franco, 1979).

Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue conocer el valor alimenticio, ambiental y económico de la vaina de la parota (*Enterolobium cyclocarpum*) que se desarrolla en la comunidad de Paso de Vigas, Tejupilco, Estado de México.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 Agroforestería

Los sistemas agroforestales tradicionales y sus prácticas son formas de uso del suelo con una larga historia de manejo en México, incluso precolombina (Krishnamurthy y Ávila, 1999). En estos sistemas se desarrolla la preservación selectiva de componentes forestales o silvícolas (silvestres), principalmente leñosos y perennes, los cuales pueden estar bajo manejo incipiente mediante prácticas de tolerancia, fomento, protección y siembra de grupos de plantas y especies particulares (Casas *et al.*, 1997) el manejo de elementos agrícolas que incluyen plantas perennes o anuales, cultivadas y con niveles avanzados de domesticación en algunas ocasiones, el manejo de animales silvestres, en proceso de domesticación o domesticados y unidades sociales de producción que realizan el manejo de los distintos componentes para maximizar las interacciones ecológicas y ecológicas entre los elementos forestales y agrícolas del sistema dentro de un contexto ecológico, cultural y económico particular (Nair, 2012) Para la Agroforestería, el enfoque de estudio se da en los componentes del sistema (forestales, agrícolas y unidades sociales); pero, ante todo, en las emergencias resultantes de la interacción entre estos componentes (Krishnamurthy 1999).

2.2. Clasificación de los sistemas agroforestales

Existen varios criterios que se pueden utilizar para clasificar las prácticas y sistemas agroforestales. Se considera la estructura del sistema (composición y disposición de los componentes), función, escala socioeconómica, nivel de manejo y la distribución ecológica. En cuanto a la estructura, los sistemas agroforestales pueden agruparse de la siguiente manera (Nair, 2012).

- Agro silvicultura: el uso de la tierra para la producción secuencial o concurrente de cultivos agrícolas y cultivos de bosques
- Sistemas silvopastoriles: sistemas de manejo de la tierra en los que los bosques se manejan para la producción de madera, alimento y forraje, como también para la crianza de animales domésticos.
- Sistemas agrosilvopastoriles: sistemas en los que la tierra se maneja para la producción concurrente de cultivos forestales y agrícolas y para la crianza de animales domésticos.
- Sistemas de producción forestal de multipropósito: en los que las especies forestales se regeneran y manejan para producir no sólo madera, sino también hojas y/o frutas que son apropiadas para alimento y/o forraje.

La base funcional se refiere al producto principal y al papel de los componentes, en particular los arbolados. Estos pueden ser funciones productivas (producción de las necesidades básicas, como alimento, forraje, leña, otros productos) y roles protectores (conservación del suelo, mejoramiento de la fertilidad del suelo, protección ofrecida por los rompe vientos y los cinturones de protección) (Nair, 2012).

2.3 Sistema silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles son también una opción para revertir los procesos de degradación de los pastizales (Nair et al. 2009), al aumentar la protección física del suelo y contribuir a la recuperación de la fertilidad con la intervención de leguminosas que fijan el nitrógeno al suelo y de árboles de raíces pivotantes que aprovechan las capas profundas y reciclan los nutrientes

Ruiz et al. (2003) describieron el silvopastoreo como un sistema biológico-a biológico en desarrollo dinámico y constante. Su evolución comprende diferentes etapas, y se conoce por la evaluación de sus componentes, que incluyen al suelo mismo en su estructura y composición, a animales, árboles, pasto base, flora, fauna aérea y del suelo, reciclaje de nutrientes, producción animal y sus derivados, factores abióticos, antrópicos, entre otros de carácter socio-económico. En los sistemas silvopastoriles se desarrollan armónicamente árboles o arbustos, pastos y animales en interacción con el suelo. Constituyen, desde el punto de vista productivo, ecológico, económico y social, una de las modalidades más prometedoras de los sistemas agroforestales.

En los últimos años los sistemas silvopastoriles surgen como una opción tecnológica sustentable para la producción pecuaria. En estos sistemas los árboles, las plantas herbáceas, incluyendo las gramíneas y los animales interactúan con un manejo integral y racional, mitigando los efectos adversos del clima que influyen indirectamente sobre el comportamiento del ganado y la utilización de los potreros (Bergerón y Lewis, 2002).

2.3.1 Incorporación de árboles en pastizales

Los árboles dispersos en los potreros cumplen muchas funciones dentro de los sistemas ganaderos y proveen múltiples productos y servicios (Ramírez et al., 2010), pero la importancia relativa según los ganaderos es dar sombra a los animales particularmente durante la estación seca, así como obtener leña y recursos económicos por la venta de la madera. Sin embargo, los ganaderos consideran que los árboles afectan la productividad de los pastos, principalmente aquellos con copas densas que producen sombra, causando pisoteo y compactación del suelo en el área alrededor de los árboles y las malezas aumentan especialmente en las zonas donde los animales descansan mucho tiempo. Sin embargo, los árboles también pueden influir positivamente en el crecimiento de la

hierba porque algunas especies crecen mejor debajo de las copas, lo cual coincide con lo reportado por Cajas y Sinclair (2001)

Los beneficios que los árboles en asociación con las pasturas son múltiples tanto para el animal, como para las plantas y el suelo, y en general para el ambiente. Actualmente, el listado de árboles maderables de interés comercial en las regiones tropicales es limitado, y las especies mayormente difundidas no se adaptan a todas las condiciones agroecológicas de las distintas regiones. también existen aspectos que dificultan la adopción por parte del productor que han sido poco estudiados como (CONAFOR, 2013)

La especie de árbol para el establecimiento de un sistema silvopastoril, depende principalmente del clima, del tipo de suelo, de las condiciones topográficas, entre otras. Sin embargo, uno de los aspectos de mayor importancia se relaciona con la morfología, estructura del árbol y la cantidad de luz que pase a través de su copa. La sombra que genera el árbol afecta el crecimiento y desarrollo de la pastura (CONAFOR, 2013).

2.3.2 Practicas silvopastoriles

En América Latina por mucho tiempo la producción de ganado ha sido asociada con deforestación (Barbier et al., 1994), y como tal ha sido una causa importante de la pérdida de hábitats naturales y biodiversidad en la región.

Los sistemas silvopastoriles, los cuales combinan árboles con pasturas, ofrecen una alternativa a los sistemas de producción ganadera prevalentes en América Latina. Los mismos proveen vegetación perenne de raíces profundas, la cual crece permanentemente y posee un dosel denso pero irregular. Estos sistemas pueden ser agrupados en cuatro categorías principales (Murgueitio, 1999):

- Sistemas en los cuales una alta densidad de árboles y arbustos son plantadas en las pasturas, proveyendo de sombra y suplementos dietéticos mientras que protegen el suelo de compactación y erosión.
- Sistemas de corte y acarreo, los cuales reemplazan pastoreo en pasturas abiertas por establos en los cuales el ganado es alimentado con follaje de distintos árboles y arbustos específicamente plantados en áreas antiguamente usadas para otras prácticas agropecuarias. Los sistemas de corte y acarreo han sido particularmente exitosos en América Central y Colombia (Benavides, 1994).
- Uso de árboles y arbustos de crecimiento rápido para cercas y barreras rompe viento. Este sistema, ampliamente utilizado en algunos países de la América tropical, provee de una alternativa poco costosa para realizar cercas y suplementar la dieta del ganado (Benavides, 1994).
- Pastoreo del ganado en plantaciones forestales. En este sistema, el pastoreo se utiliza para controlar la invasión por parte de hierbas nativas y exóticas, reduciendo así los costos de manejo de las plantaciones (Benavides, 1994).

2.3.3 Beneficios para la biodiversidad

La mayor complejidad de los sistemas silvopastoriles comparados con las pasturas tradicionales implica que a menudo los primeros aportan importantes beneficios para la biodiversidad (Dagang y Nair, 2003).

Se ha demostrado que los sistemas silvopastoriles juegan un rol fundamental en la supervivencia de especies silvestres por medio de la provisión de recursos escasos y de refugio; presentan una mayor tasa de propagación de plantas forestales nativas bajo estos árboles dispersos; y proveen de sombra para los animales de pastoreo y refugio para las aves silvestres (Harvey y Haber, 1999). La disponibilidad de alimento para las aves silvestres es alta en los sistemas silvopastoriles, y la compleja estructura de la vegetación provee un sustrato de anidamiento más

adecuado y mejor protección contra predadores que otros agro ecosistemas. Las silvopastoril y otros sistemas agroforestales también albergan una asociación mayor y más compleja de invertebrados que las pasturas monocultivo (Dennis et al., 1996).

Mediante la provisión de leña y otros productos de madera, los sistemas silvopastoriles también pueden ayudar a reducir la presión sobre los restantes hábitats naturales. En los paisajes agropecuarios caracterizados por la fragmentación de los hábitats naturales, los sistemas silvopastoriles pueden actuar como corredores biológicos, ayudando a conectar los restantes hábitats.

2.4 Los sistemas agrosilvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles, son asociaciones de árboles maderables o frutales con animales, con o sin la presencia de cultivos. Son practicados a diferentes niveles, desde las grandes plantaciones arbóreas-comerciales con inclusiones de ganado como complemento a la agricultura de subsistencia (Gliessman et al., 1981):

Algunas interacciones entre los componentes del sistema:

- 1) La presencia del componente animal cambia y puede acelerar algunos aspectos del ciclaje de nutrimentos.
- 2) Si la carga animal es alta, la compactación de los suelos puede afectar el crecimiento de árboles y otras plantas asociadas.
- 3) Las preferencias alimenticias de los animales pueden afectar la composición del bosque.
- 4) Los árboles proporcionan un microclima favorable para los animales (sombra).
- 5) Los animales participan en la diseminación de las semillas, lo cual favorece la germinación.

Los componentes biológicos de un sistema silvopastoril son: árboles y arbustos, pasto, animales, suelo y subsuelo. Las entradas al sistema serían la lluvia, la radiación solar, el bióxido de carbono y el nitrógeno atmosférico; incluyendo así, los insumos agropecuarios como fertilizantes y plaguicidas.

2.5 Árboles leguminosos en potreros

En los últimos años ha cobrado un gran auge el uso de árboles y arbustos leguminosos como suplemento de la dieta de los animales domésticos, fundamentalmente de los rumiantes. Las leguminosas poseen características que hacen que sus especies sean altamente valoradas. Una de ellas es su excepcional calidad alimenticia, que puede desempeñar un papel clave en el mejoramiento del valor nutritivo del alimento en su totalidad (Devendra, 1995).

Las leguminosas tienen la capacidad de incrementar la relación proteína/energía, debido a su alto contenido en proteína; además, generalmente poseen compuestos anti nutritivos que pueden modificar la velocidad de degradación y pasaje de los nutrientes a través del tracto gastrointestinal (Pedraza, 2000).

Otra ventaja de las leguminosas es su posibilidad de vivir en forma simbiótica con bacterias del género *Rhizobium*, capaces de fijar el nitrógeno atmosférico (Blair,1990), que aumenta el nivel de este elemento en el suelo; ello beneficia no solamente a las leguminosas, sino también a las gramíneas.

2.6 El árbol de Parota (*Enterolobium cyclocarpum*)

En los bosques tropicales semicaducifolios de América crece y se desarrolla la leguminosa arbórea *Enterolobium cyclocarpum*; es una de las especies arbóreas más importantes por sus extraordinarias características de altura y diámetro, responsables de su enorme biomasa (Vargas, 1997). Además, puede tener múltiples aplicaciones por sus propiedades alimenticias, ecológicas, agroindustriales, químicas y medicinales.

Existen diversas formas en que se pueden aprovechar las semillas de *E. cyclocarpum* como parte de la alimentación humana, ya sean cocidas y luego tostadas, o cocinadas al vapor. Los frutos completos inmaduros se utilizan en la elaboración de sopas, y las almendras o semillas pueden mezclarse con otros alimentos. El fruto maduro completo es ingerido por animales en pastoreo y las vainas, si se cuecen (con lo que aumenta su biodisponibilidad) pueden ser aprovechadas como alimento para animales monogástricos.

La vaina madura es destinada para el ganado por su alto contenido de azúcares (6%), Fe, Ca, P y ácido ascórbico, y la almendra tiene hasta 38% de proteínas, aunque junto con el tegumento y la propia vaina alcanza hasta 44% de contenido proteico, valor comparable al de la soya (Bressani *et al.*, 1966).

Desde el punto de vista ecológico *E. cyclocarpum* tiene una gran importancia en el desarrollo de la silvicultura. Habte y Musoko (1994) observaron que la asociación de la endomicorriza vesículo-arbuscular con *E. cyclocarpum* da respuestas favorables para el enriquecimiento de suelos pobres en fósforo. Esta forma de simbiosis permite a muchas plantas que crecen en suelos infértiles absorber en forma más eficiente este mineral y otros nutrientes poco móviles, en comparación con suelos sin dicha asociación. *E. cyclocarpum* además fija nitrógeno, lo que genera nodulaciones en sus raíces, que contienen células de Rhizobia (Van Kessel *et al.*, 1983).

En relación a sus características agroindustriales, la madera de *E. cyclocarpum* se emplea en la fabricación de vigas y tablas para canoas, carretas, carpintería, ebanistería y para la producción industrial de duelas y lambrines (González, 1984). También se obtiene pulpa para papel, aunque se indica que el aserrín de la madera es picante, causando irritación de la mucosa nasal y alergias en algunos individuos (Niembro, 1986).

2.6.1 Taxonomía

Cuadro 1 Taxonomia del árbol de Parota(*Enterolobium cyclocarpum*)

Reino	<i>Plantae</i>
Division	<i>Fanerógama Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Fabales</i>
Familia	<i>Fabaceae (leguminosa)</i>
Subfamilia	<i>Mimosoideae</i>
Género	<i>Enterolobium</i>
Especie	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
	<i>(JACQ.) GRISEB. 1860</i>
Nombre científico	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>

Fuente: (Niembro, 1986).

2.6.2 Nombres comunes

Conocida vulgarmente como parota, guanacastle, guanacaste, conacaste y sonaja, entre otros nombres (Martínez, 1966). Esta especie se considera endémica en México (Hunter, 1989) y algunas otras regiones del continente americano.

2.7 Descripción del árbol de Parota (*Enterolobium cyclocarpum*)

Es un árbol muy alto y muy ancho que se relaciona con la presencia de un río debajo de sus grandes troncos, por lo que a menudo tiene la apariencia de un samán, del que se diferencia por ser más alto y abierto, es decir, menos achaparrado y también por sus frutos. El fruto en legumbre tiene forma de círculo helicoidal, de modo que el ápice toca casi con la base. El tronco puede alcanzar 16 dm de ancho, y hay ejemplares de 4 m de diámetro. Alcanza alturas de 16 a 28 m con una gran expansión del ramaje (CONABIO. 2009).

2.7.1 Forma.

Árbol grande y llamativo, caducifolio, de 20 a 30 m (hasta 45 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 3 m.

2.7.2 Copa / Hojas.

Copa hemisférica. El follaje es abundante, dando a la amplia copa una forma más ancha que alta. Libre de competencia por luz y puede alcanzar grandes diámetros. Hojas bipinnadas con 4 a 15 pares de pinnas opuestas, miden de 15 a 40 cm de largo; folíolos numerosos (15 a 30 pares por pinna) de color verde brillante que se pliegan durante la noche (CONABIO. 2009) .

2.7.3 Tronco / Ramas.

Tronco derecho y a veces con pequeños contrafuertes en la base. Ramas ascendentes.

2.7.4 Corteza.

Externa lisa a granulosa y a veces ligeramente fisurada, gris claro a gris pardusca, con abundantes lenticelas alargadas, suberificadas, dispuestas longitudinalmente. Interna de color crema rosado, granulosa, con exudado pegajoso y dulzón. Grosor: 2 a 3 cm (CONABIO. 2009).

2.7.5 Flor(es).

En pequeñas cabezuelas pedunculadas axilares, de 1.5 a 2 cm de diámetro, sobre pedúnculos de 1.5 a 3.5 cm de largo. Flores actinomorfas, cáliz verde y tubular; corola verde clara, de 5 a 6 mm de largo (CONABIO. 2009).

2.7.6 Fruto(s).

Fruto característico de la especie. Consiste en una vaina circular indehisciente, de 7 a 15 cm de diámetro, aplanada y enroscada, leñosa, moreno oscuro, brillante, de sabor dulce. Contiene de (5) 10 a 15 (20) semillas (CONABIO. 2009).

2.7.7 Semilla(s).

Semillas grandes, ovoides y aplanadas, de 2.3 por 1.5 cm, morenas y brillantes con una línea pálida con la forma del contorno de la semilla, rodeadas por una pulpa esponjosa y fibrosa de olor y sabor dulce. Presentan una testa extremadamente dura que impide la germinación hasta que una modificación estructural permita la hidratación del embrión (Howard, 1988).

2.8. Importancia de los frutos de especies arbóreas.

En las selvas tropicales se presentan una serie de interacciones ecológicas entre plantas y animales, en este aspecto algunos frutos con tejido carnoso o pulpa que recubre total o parcialmente las semillas sirven de alimento para ciertos animales, denominados frugívoros, entre las especies de animales silvestres que consumen frutos se encuentran hormigas, aves, ardillas, pecaríes, tejones, tlacuaches,

venados, ratones, murciélagos (Barreto *et al.*, 1997). También puede haber especies domésticas como caballos, vacas, cabras, entre otros (Jenzen, 1981), quienes al aprovechar estos recursos realizan depredación de los mismos, pero también funcionan como dispersores de semillas, por la resistencia de la testa o cubierta a la acción gástrica.

La parota es una planta de larga vida y fructificación tardía, produce semilla hasta los 8 y 10 años, esto influye en forma adversa para que aumente la producción silvícola, sin embargo, es posible su establecimiento en corto plazo mediante viveros utilizando técnicas de propagación clonal o cultivo de tejidos, esto permitirá aumentar la densidad silvícola con el propósito de aprovechar la madera que es muy apreciada por su facilidad para trabajarse, es medianamente dura, elástica y fuerte para su peso que es de 463 Kg/m³. Además, este árbol por su enorme follaje es utilizado como sombra para el ganado vacuno o para su alimentación ya sea fresco o ensilado en explotaciones extensivas (Espejel 1979).

El tiempo de fructificación de la parota es durante abril y mayo, su cosecha puede realizarse en mayo y junio, época en la que los granos y pastos escasean y el fruto esta completamente maduro, desprendiéndose del árbol con facilidad permitiendo su recolección (Serratos 1989).

Una limitante para el consumo de la semilla es la naturaleza leñosa del fruto que la hace difícil de obtener manualmente, sin embargo, se pueden separar fácilmente mediante cocción o por tratamiento químico alcalino (nixtamalización), en esta forma la semilla se puede consumir (Serratos 1989).

III. OBJETIVOS

3.1 General

Conocer el valor alimenticio, ambiental y económico de la vaina de la parota (*Enterolobium cyclocarpum*) que se desarrolla en la comunidad de Paso de Vigas, Tejupilco, Estado de México.

3.2 Específicos

- Realizar la caracterización agronómica de los árboles en cuanto a la altura, diámetros del troco y cobertura aérea de acuerdo al estado de crecimiento.
- Estimación del rendimiento de los frutos por árbol según el estado de crecimiento.
- Reconocer el valor ambiental de los árboles de parota que tienen en la comunidad mediante la caracterización química del suelo donde se desarrollan los árboles en diferentes etapas fenológicas.
- Conocer el valor alimenticio y económico de la parota (*Enterolobium cyclocarpum*) en la comunidad de estudio

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Sitio de estudio

El trabajo se realizó en la comunidad Paso de Vigas en el sur del estado de México, localizada en el Municipio Tejupilco, Estado de México, en las coordenadas GPS: Longitud(dec): -100.233611 , latitud (dec): 18.89250 . a una altura media de 1100 metros sobre el nivel del mar. La colecta de la vaina de parota (*Enterolobium cyclocarpum*), se realizó en varios potreros, traspatio de casas, a orilla de la carretera y en el atrio de la iglesia de la comunidad de Paso de Vigas, Tejupilco, Estado de México (Figura 1).



Figura 1 Localización de la comunidad de Paso de Vigas, Tejupilco, México

4.2 medición de variables

4.2.1 Colecta de vainas.

La colecta de vainas se realizó durante los meses de febrero a mayo, en dicho lugar se llevó a cabo la investigación en la que se tomó un registro en el que se

recopilo datos de principalmente lo que es la producción de vaina de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) que proporciono cada árbol dependiendo de su altura y diámetro.

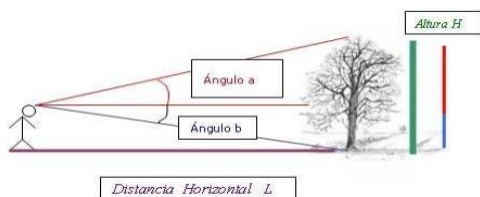
4.3 Caracterización agronómica

4.3.1 Medición dasométricas.

Los datos de altura y diámetro se tomaron de árboles que se encuentran dispersos en los potreros de la comunidad de Paso de vigas. Se registraron los datos desde el inicio de la floración del árbol hasta su producción de vaina, en el cual se retomaron datos de 6 árboles diferentes ubicados en toda la extensión territorial.

4.3.2 Altura de los árboles

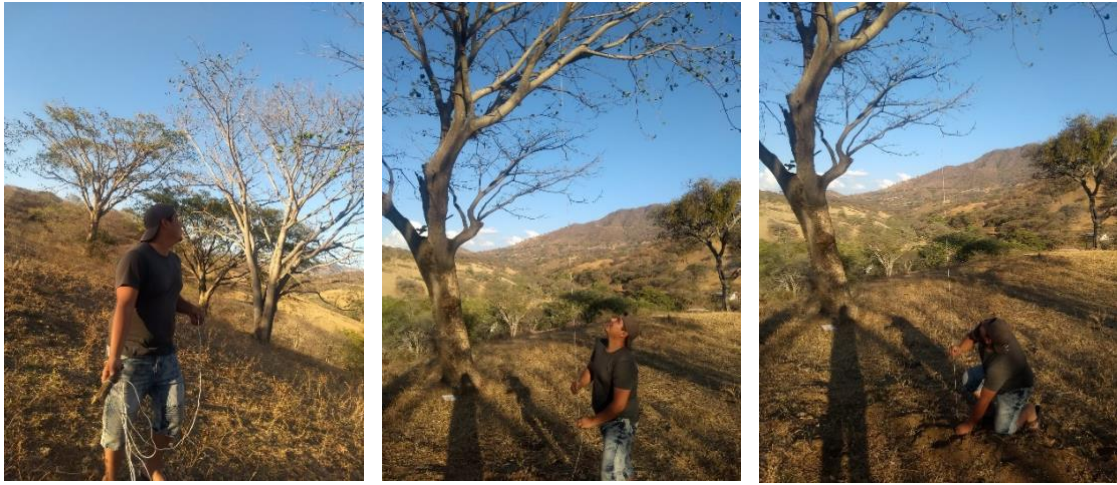
La variable altura del árbol se midió utilizando una clinómetro hechizo y una cinta métrica y un lazo, en el cual se midió el lazo con un aproximado de unos 15 metros de largo, posterior a esto se ancló una piedra a la punta del mismo (Figura 2).



$$H = L \cdot \text{Tangente} (\text{ángulo A} + \text{ángulo B})$$

Dónde: H= altura

L= distancia horizontal



(a)

(b)

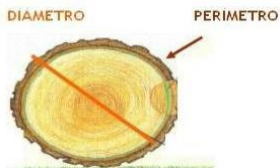
(c)

Figura 2. Medición de la altura de los árboles de Parota

4.4 Diámetro del tronco

Se midió el diámetro de los árboles utilizando la cinta métrica con la medición a la altura del pecho y se registraran los datos de cada árbol. (Figura 3)

Medición del diámetro a la altura del pecho (DAP)





(a)

(b)

Figura 3. Medición del diámetro del árbol

4.5 Cobertura aérea

La cobertura aérea se tomó del centro del tronco se puso la cinta métrica, hasta donde llegaron las ramas, o lo largo de las mismas, esto se realiza en dirección norte y sur para así tener la capacidad de sombra que nos da el árbol.

4.6 Cosecha de la vaina para determinar el rendimiento

La cosecha de la vaina se realizó cuando inicio la caída natural de los frutos maduros de cada árbol, se recogió del suelo y se colocaron en un costal los cuales posteriormente se pesaran, esto para poder tener un dato aproximado de lo que sería la producción de cada árbol, la temporada de cosecha se realizó a finales del mes de mayo, cuando las vainas maduran y caen al suelo (Figura 4).



(a)

(b)

Figura 4. Recolecta de vaina de parota y encostalada para su pesaje y toma de datos por árbol.

4.7 Valor ambiental y económico

El valor ambiental y económico se obtuvo a través de investigación participativa a través de visitas de campo y realizaron entrevistas a los productores ganaderos. (Anexo 1).

4.8 Valor ambiental del árbol en el suelo

Los análisis de suelo se determinaron en tres niveles de altura del suelo en cada árbol de acuerdo a su ubicación, se evaluó contenido de nitratos, amonio, pH, materia orgánica y carbono orgánico, fósforo y potasio.

4.8.1 Nitratos.

Los nitratos se determinaron por el método de colorimetría por medio del fotómetro Multiparamétricos HANNA HI83325-01, el cual nos dio los valores de Nitrógeno en forma de nitrato y nitratos en mg/l.

Material y equipo:

Fotómetro, Centrifugadora, tubos de plástico para centrifugadora de 50ml, Matraz de 250 ml, Papel filtro, embudos, muestra de suelo, balanza analítica, charolas de pesado, espátula, agua destilada, cubeta de 10 ml para fotómetro y reactivos (reactivo de nitrato: HI93728-0).

Procedimiento:

- ✓ Pesar 0.5 g de la muestra ya seca y tamizada
- ✓ Colocar la muestra en un tubo cónico (Figura15) de plástico de centrifugadora de 50ml y de igual manera colocar agua destilada 50ml.

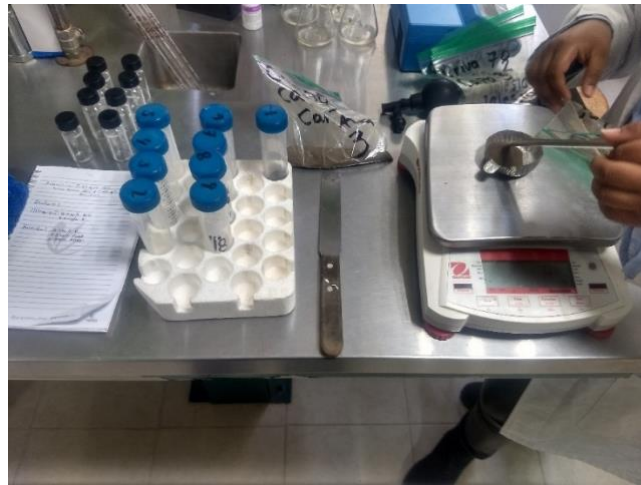


Figura 5 Muestra de suelo en tubo cónico de 50 ml

- ✓ Se ponen los tubos de la muestra en la centrifugadora durante 10 minutos a 1600 revoluciones por minuto.
- ✓ En matraces de 250 ml se coloca un embudo y papel filtro para proceder a colocar la muestra ya procesada en la centrifugadora, para que se filtre el agua.
- ✓ Nota: las muestras filtradas deben ser claras o en caso de ser turbias se les coloca carbono activado para la eliminación de impurezas y contaminantes orgánicos.

- ✓ Antes de comenzar a realizar las lecturas en el fotómetro de las muestras, se debe calibrar con un blanco con agua destilada; llene la cubeta con 10 ml de agua destilada (hasta la marca), tape y coloque la cubeta en el compartimiento del equipo y cierre la tapa, pulse la tecla Zero, la pantalla mostrará "-0.0-" cuando el medidor esté cero y listo para la medición.
- ✓ Seleccione el método de Nitratos en el fotómetro para continuar con el procedimiento.
- ✓ Llene la cubeta con 10 ml de muestra sin reaccionar (hasta la marca), tape y coloque la cubeta en el compartimiento del equipo y cierre la tapa.
- ✓ Retire la cubeta y agregue un sobre del HI93728-0 reactivo de nitrato ponga la tapa y mezcle vigorosamente por exactamente 10 segundos. Continúe mezclando la cubeta invirtiendo suavemente la misma durante 50 segundos más evitando que se creen burbujas, el polvo no se disolverá por completo. El tiempo y el método de agitación puede afectar sensiblemente el resultado.
- ✓ Vuelva a colocar la cubeta en el equipo y cierre la tapa.
- ✓ Presione reloj (tener) y la pantalla mostrará la cuenta regresiva de 4 minutos 30 segundos
- ✓ Cuando finalice el reloj (tener), el equipo mostrará la lectura en pantalla, los resultados se expresan en mg/L (ppm) de nitrato nitrógeno (NO₃ —N)
- ✓ Presione las flechas (arriba o abajo) para acceder a las funciones del segundo nivel.
- ✓ Presione la tecla Chem Form para convertir el resultado en mg/l (ppm) a (NO₃ -).

4.8.2 Amonio.

El amonio se determinó por el método de colorimetría por medio del fotómetro Multiparamétricos HANNA HI83325-01, el cual nos dio los valores de amonio, nitrógeno en forma de amoníaco y amoníaco en mg/l.

Materiales y equipo:

Fotómetro, Centrifugadora, tubos de plástico para centrifugadora de 50ml, Matraz de 250 ml, Papel filtro, embudos, muestra de suelo, balanza analítica, charolas de pesado, espátula, agua destilada, cubetas de 10 ml para fotómetro y reactivos (reactivo de amonio: HI93733B-0 y HI93733A-0).

Procedimiento:

- ✓ Pesar 0.5 g de la muestra ya seca y tamizada
- ✓ Colocar la muestra en un tubo cónico de plástico de centrifugadora de 50ml y de igual manera colocar agua destilada 50ml.
- ✓ Se ponen los tubos (Figura 16) de la muestra en la centrifugadora durante 10 minutos a 1600 revoluciones por minuto.



Figura 6 Tubos cónicos en la centrifugadora para comenzar las revoluciones.

- ✓ En matraces de 250 ml se coloca un embudo y papel filtro para proceder a colocar la muestra ya procesada en la centrifugadora, para que se filtre el agua.
- ✓ Nota: las muestras filtradas deben ser claras o en caso de ser turbias se les coloca carbono activado para la eliminación de impurezas y contaminantes orgánicos.

- ✓ Antes de comenzar a realizar las lecturas en el fotómetro de las muestras, se debe calibrar con un blanco con agua destilada; llene la cubeta con 10 ml de agua destilada (hasta la marca), tape y coloque la cubeta en el compartimiento del equipo y cierre la tapa, pulse la tecla Zero, la pantalla mostrará "-0.0-" cuando el medidor esté cero y listo para la medición.
- ✓ Seleccionar en el fotómetro la opción de Amoniaco.
- ✓ De la muestra o dilución preparada tome 1 mililitro con la jeringa y coloque en una celda limpia, con la pipeta de 3 ml o con la jeringa como mejor le acomode agregue hasta la marca de la cubeta de vidrio de 10 ml solución del reactivo HI93733B-0, tape y mezcle y coloque la cubeta en el compartimiento del equipo y cierre la tapa.
- ✓ Retire la cubeta y agregue 4 gotas del 1er. reactivo HI93733A-0, ponga la tapa y mezcle la.
- ✓ Vuelva a colocar la cubeta en el equipo y cierre la tapa, presione reloj (timer) y la pantalla mostrará la cuenta regresiva de 3 minutos y 30 segundos, cuando finalice el reloj (timer), el equipo mostrará la lectura en pantalla, los resultados se expresan en mg/L (ppm) de nitrógeno amoniacal (NH₃-N), presione las flechas (arriba o abajo para acceder a las funciones del segundo nivel y presione la tecla Chem Form para convertir el resultado en mg/L (ppm) de amoníaco (NH₃) y amonio (NH₄ +).

4.8.3 Fosforo

El fosforo se determinó por el método de colorimetría por medio del fotómetro Multiparamétricos HANNA HI83325-01, el cual nos dio los valores de fósforo, oxido fosfórico y fosfato.

Materiales y equipo.

Fotómetro, Centrifugadora, tubos de plástico para centrifugadora de 50ml, Matraz de 250 ml, Papel filtro, embudos, muestra de suelo, balanza analítica, charolas de

pesado, espátula, agua destilada, cubetas de 10 ml para fotómetro y reactivos (reactivo de fósforo: HI93717A-0 y HI937171B-0).

Procedimiento:

- ✓ Pesar 0.5 g de la muestra ya seca y tamizada
- ✓ Colocar la muestra en un tubo cónico de plástico de centrifugadora de 50ml y de igual manera colocar agua destilada 50ml.
- ✓ Se ponen los tubos de la muestra en la centrifugadora durante 10 minutos a 1600 revoluciones por minuto.
- ✓ En matraces de 250 ml se coloca un embudo y papel filtro para proceder a colocar la muestra ya procesada en la centrifugadora, para que se filtre el agua.
- ✓ Nota: las muestras filtradas deben ser claras o en caso de ser turbias se les coloca carbono activado para la eliminación de impurezas y contaminantes orgánicos.
- ✓ Antes de comenzar a realizar las lecturas en el fotómetro de las muestras, se debe calibrar con un blanco con agua destilada; llene la cubeta con 10 ml de agua destilada (hasta la marca), tape y coloque la cubeta en el compartimiento del equipo y cierre la tapa, pulse la tecla Zero, la pantalla mostrará "-0.0-" cuando el medidor esté cero y listo para la medición.
- ✓ Una vez calibrado el fotómetro, continúe llenando la cubeta con 10 ml de la muestra, agregue 10 gotas del reactivo HI93717A-0 y añada un sobre del reactivo HI937171B-0 a la cubeta, tape y agite (Figura17) gentilmente hasta que el polvo se disuelva, vuelva a colocar la cubeta en el equipo y cierre la tapa.



Figura 7 Agitación del reactivo de fósforo para lectura de fotómetro

- ✓ Presione reloj (timer) y la pantalla mostrará la cuenta regresiva de 5 minutos, cuando finalice el reloj (timer), el equipo mostrará la lectura en pantalla, los resultados se expresan en mg/L (ppm) de fosfato (PO_4^{3-}).
- ✓ -Presione las flechas (arriba o abajo) para acceder a las funciones del segundo nivel.
- ✓ -Presione la tecla Chem Form para convertir el resultado en mg/L (ppm) a fósforo (P) y pentóxido de fósforo (P_2O_5)
- ✓ -Presione flechas (arriba o abajo) para regresar a la pantalla de medición.

4.8.4 Potasio

El macronutriente de Potasio se determinó por el método de colorimetría por medio del fotómetro Multiparamétricos HANNA HI83325-01, el cual nos dio los valores de Potasio y oxido de potasio en mg/l.

Materiales y equipo: Fotómetro, Centrifugadora, tubos de plástico para centrifugadora de 50ml, Matraz de 250 ml, Papel filtro, embudos, muestra de suelo, balanza analítica, charolas de pesado, espátula, agua destilada, cubetas de 10 ml para fotómetro y reactivos (reactivo de potasio: HI93750A-0 y HI93750B-0).

Procedimiento:

- ✓ Pesar 0.5 g de la muestra ya seca y tamizada.
- ✓ Colocar la muestra en un tubo cónico de plástico de centrifugadora de 50ml y de igual manera colocar agua destilada 50ml.
- ✓ Se ponen los tubos de la muestra en la centrifugadora durante 10 minutos a 1600 revoluciones por minuto.
- ✓ En matraces de 250 ml se coloca un embudo y papel filtro (Figura 18) para proceder a colocar la muestra ya procesada en la centrifugadora, para que se filtre el agua.



Figura 8 Filtración de muestras

- ✓ Nota: las muestras filtradas deben ser claras o en caso de ser turbias se les coloca carbono activado para la eliminación de impurezas y contaminantes orgánicos.

- ✓ Antes de comenzar a realizar las lecturas en el fotómetro de las muestras, se debe calibrar con un blanco con agua destilada; llene la cubeta con 10 ml de agua destilada (hasta la marca), tape y coloque la cubeta en el compartimiento del equipo y cierre la tapa, pulse la tecla Zero, la pantalla mostrará "-0.0-" cuando el medidor esté cero y listo para la medición.
- ✓ Seleccione el método de Potasio en el fotómetro para continuar con el procedimiento.
- ✓ Llene la cubeta con 10 ml de muestra sin reaccionar (hasta la marca), agregue 6 gotas del reactivo HI93750A-0 gire la cubeta de manera que se mezcle, tape y coloque la cubeta en el compartimiento del equipo y cierre la tapa.
- ✓ Pulse la tecla Zero. La pantalla mostrará "-0.0-" cuando el medidor esté cero y listo para la medición.
- ✓ Agregue un sobre de HI93750B-0 reactivo de potasio vuelva a colocar la tapa y agítela suavemente durante 1 minuto, vuelva a colocar la cubeta en el equipo y cierre la tapa.
- ✓ Presione reloj (timer) y la pantalla mostrará la cuenta regresiva de 2 minutos, cuando finalice el reloj (timer), el equipo mostrará la lectura en pantalla, los resultados se expresan en mg/l (ppm) de potasio (K).
- ✓ Presione las flechas (arriba o abajo) para acceder a las funciones del segundo nivel.
- ✓ Presione la tecla Chem Form para convertir el resultado en mg/l (ppm) a óxido de potasio (K₂O)
- ✓ Presione flechas (arriba o abajo) para regresar a la pantalla de medición.

4.8.5 pH

El pH del suelo se midió con un potenciómetro (HANA INSTRUMENTS8521) mediante el uso de electrodo en suspensión acuosa (1:5).

Reactivos:

- ✓ Agua destilada
- ✓ Soluciones reguladoras

Material y equipo:

Potenciómetro, balanza granataria, charolas de pesado, espátula, muestra de suelo, vasos de precipitado, varilla de vidrio y piceta.

Procedimiento:

- ✓ Pesar 10g la muestra de suelo tamizado y vaciarlo al vaso de precipitado.
- ✓ Adicionarle 20ml de agua destilada.
- ✓ Agitar durante 1 minuto y dejar reposar 5 minutos hasta completar 30 minutos (Figura 19).



Figura 9 Muestras de pH

- ✓ Calibrar el potenciómetro con la solución reguladora.
- ✓ Mover la solución con la varilla de vidrio e introducir el electrodo.
- ✓ Registrar el pH en el momento en el que la lectura se haya estabilizado.

Nota: Para la medición de pH pesar 10 gramos de muestra y agregar 20 ml de agua, si la tierra queda asentada echar otros 30 ml dando un total de 50 ml.

4.8.6 Carbono y Materia Orgánica

Para determinar Materia Orgánica y Carbono Orgánico se utilizó el método de oxidación húmeda desarrollado por Walkley y Black en 1934. Siguiendo la norma ICOTEC NTC 5403:2013.

Material: Matraz Erlenmeyer 250 ml, bureta, pipeta (10, 20 y 5 ml), balanza analítica, soporte universal, pinzas para bureta y probeta de 10 ml.

Reactivos: Dicromato de potasio 1 N, H₂SO₄ concentrado, H₃SO₄ concentrado, indicador de difenilamina y sulfato ferroso al 1 M

- ✓ Pesar 0.5 g de la muestra de suelo tamizada (Figura 20) y colocarlo en el matraz Erlenmeyer (Se procesa lo mismo en el testigo, pero sin suelo).



Figura 10 Pesaje de 0.5 gr de muestra tamizada y colocada en matraz Erlenmeyer

- ✓ Adicionar exactamente 5 ml de dicromato de potasio 1 N, girando el matraz cuidadosamente para que entre en contacto con el suelo.
- ✓ Agregar 10 ml de Ácido sulfúrico lentamente sobre las paredes.
- ✓ Agitar 1 min y reposar 30 min.

- ✓ Agregar 100 ml de agua destilada.
- ✓ Agregar 5 ml de ácido fosfórico concentrado.
- ✓ Agregar 5 gotas de difenilamina.
- ✓ Titular con sulfato ferroso al 1M

4.9. Identificación de árboles de parota donde se obtuvieron las muestras de suelo y medidas dasométricas.

En la Comunidad de Paso de Vigas, se identificaron 6 árboles de parota con el fin de tener la caracterización agronómica donde se consideró la altura del árbol, diámetro del tronco y la producción de fruto (vaina) kg/árbol. Los sitios donde se identificaron los árboles de parota y las imágenes donde se ubicaron se muestran en las figuras 11,12,13,14,15 y 16.



(a)



(b)

Figura 11. *Árbol de parota* identificado en el Costado de la carretera a y b



Figura 12 Árbol de parota identificado en un potrero del Rancho 1.



(a)



(b)

Figura 13 Potrero del rancho 2 a y b



(a)



(b)

Figura 14 Atrio de la Iglesia del Centro de Paso de Vigas a y b.



Figura 15 Cerca de la Herrería



Figura 16 Traspatio de casa

4.10 Análisis de datos.

La información de altura del árbol, diámetro del tronco, cobertura aérea y rendimiento del árbol en producción de vaina se realizó mediante el diagnóstico dasométrico y el rendimiento de producción analizadas por estadísticas descriptivas (promedio)

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Caracterización agronómica y ubicación de los arboles

5.1.1 Altura del árbol de parota a diferentes edades de vida.

En el cuadro 2 se representa la altura de los árboles tomadas en campo en diferentes sitios, las alturas de los árboles evaluadas presentan variaciones de entre los 20 a los 8.2 metros de altura la cual se relaciona con la edad del árbol, así como también se observó que los árboles de mayor tamaño presentaron mayor ramificación y así mismo brinda una mayor cobertura aérea.

La CONABIO (2009) reporta dentro de sus investigaciones el árbol de parota es de características agronómicas parecidas a los árboles de parota descritos en este trabajo. En los árboles de parota evaluados en la comunidad de Paso de Vigas, Tejupilco, se observó que tiene diferentes alturas y diferente diámetro del tallo a la altura del pecho, relacionados posiblemente con la edad que presentan cada árbol, en este trabajo no se evaluó la edad, sin embargo, se apreció que los de menor altura son los árboles más jóvenes lo cual se muestra que el diámetro del árbol es menor (Cuadro 3). La figura 7 presenta el árbol de parota ubicado en el costado de la carretera que comunica a la Comunidad Paso de Vigas con El Estanco, y se encuentra como poste vivo o cerca viva de potreros aledaños. Este árbol presento la mayor altura (20 m) de los árboles evaluados en este trabajo, la cual se puede deber con una edad mayor relacionado con mejor desarrollo por tener condiciones favorables de humedad y temperatura. El cuadro 2 presenta el tamaño que presentaron los árboles evaluados en los diferentes donde se ubicaron.

Cuadro 2 Identificación de altura del árbol de parota (*Enterolobium cyclocarpum*)

Ubicación de los arboles	Número de árboles en perímetro de 100 m	Numero de arboles evaluados	Altura (metros)
Costado de la carretera	4	1	20
Potrero del Rancho 1.	3	1	17.70
Potrero del rancho 2.	7	1	12.8
Atrio de la Iglesia del Centro de Paso de Vigas	2	1	11.20
Cerca de la Herrería	3	1	10.50
Traspatio de Casa	2	1	8.2

5.2 Diámetro del tronco

El diámetro de los árboles evaluados presentada (cuadro 3) donde se observó que el diámetro fue variable desde 6.10 m a 1.96 m, los árboles de mayor diámetro son los que presentaron mayor altura ya que con la edad de los mismos este va creciendo y aumentando su tamaño, así como su diámetro y más extensa

ramificación. López-Ayala et al., 2006 a realizaron investigaciones donde se midió el diámetro de 18 árboles a 1.30 m (DAP) encontrados por orden de aparición en la selva, distintos a los elegidos para el estudio de fenología lo cual observo mediciones de su tronco puede llegar a ser hasta de 4 metros de diámetro. En este trabajo se identificó que el diámetro de los troncos depende del tamaño del árbol y esto va a depender del crecimiento que tenga el mismo, por lo que los árboles evaluados están dentro del rango de lo que reportan.

Cuadro 3 Identificación del diámetro del árbol de parota (*Enterolobium cyclocarpum*)

Ubicación de los arboles	Diámetro (metros)
Costado de la carretera	6.10
Potrero del Rancho 1	4.2
Potrero del rancho 2	3.85
Atrio de la Iglesia del centro de Paso de Vigas	3.10
	2.40
Cerca de la Herrería	
Traspatio de Casa	1.96

5.3 Rendimiento de vaina seca por árbol

El cuadro 4 muestra el rendimiento en kilogramos de vaina seca, que se cosechó los meses de mayo a junio. El árbol de mayor rendimiento de fruto fue el que se localizó en el costado de la carretera y el de menor rendimiento fue el árbol localizado en el traspatio de la casa. Lo que es notable es la capacidad que se obtuvo dependiendo al árbol establecido, los factores que predominan para el desarrollo del fruto son la altura del árbol, el diámetro del tronco y la ramificación del mismo ya que entre arboles más grandes tenemos mayor ramificación y por ende más producción de parota. Se observó que los árboles pequeños presentaron menor rendimiento del fruto, de esta manera se tienen datos desde los 138 kilogramos de vainas maduras como la mayor producción recogida en suelo, hasta 21 kilogramos de vaina de árboles de menor altura y menos diámetro a la altura del pecho, cabe resaltar que al momento de la recolección de la vaina muchos de los árboles no tiraron por completo el fruto, quedando en las ramas aun sin madurar y el inicio de lluvias provocó que se dañara, esto llevó a tener una variación en los datos recabados ya que es por medio de la naturaleza este proceso que no se puede llevar a cabo un control exacto de la producción.

Solórzano, (1942) mencionó que el árbol de *E. cyclocarpum* produce por término medio alrededor de 225 kg de vainas anualmente, esta producción es corroborada por Huerta (1983), sin embargo, Alvarez et al. (2003), señala que el árbol de *E. cyclocarpum* tiene una producción de 725 kg de frutos y una altura de 25 m. Los resultados de rendimiento de vaina seca obtenidos en este trabajo son similares con los resultados de las investigaciones de Solórzano (1942) no obstante que la investigación realizada se tuvo el problema de que los arboles de parota se encontraban en los potreros donde se mantenía el ganado, así que fue difícil determinar una cifra exacta de los kilos de vaina de parota producida, y así mismo fue un aproximado de los datos de rendimiento del fruto.

Cuadro 4. Identificación del rendimiento del árbol de parota (*Enterolobium cyclocarpum*)

Ubicación de los arboles	Rendimiento (Kg)
Costado de la carretera	138
Potrero del Rancho 1	77
Potrero del rancho 2	55
Atrio de la Iglesia del Centro de Paso de Vigas	40
Cerca de la Herrería	28
Traspatio de Casa	21

5.4 Cobertura aérea

En el cuadro 5 se presentan los metros que puede brindar de cobertura aérea un árbol de parota, así mismo esta función va en base a la producción de sombra que puede dar un árbol, esto de la misma manera va a depender de la altura del árbol, así como el tiempo de vida del mismo, de la ramificación y el diámetro del tronco siendo estos árboles relativamente frondosos y con buena cobertura aérea. El árbol de mayor cobertura se encontró a la orilla de la carretera. El árbol de menor cobertura se localizó en el traspatio de una casa. Anderson (1986) menciona que

dentro de las características habladas de la cobertura aérea del árbol de parota el follaje es abundante, dando a la amplia copa una forma más ancha que alta. Libre de competencia por luz y puede alcanzar grandes diámetros. Hojas bipinnadas con 4 a 15 pares de pinnas opuestas, miden de 15 a 40 cm de largo; folíolos numerosos (15 a 30 pares por pinna) de color verde brillante que se pliegan durante la noche.

Niembro (1986) realizó investigaciones en Villaflores, Chiapas, a orillas de la zona de transición entre selva baja y selva mediana en esta misma hace mención que esta especie requiere de áreas abiertas para su amplio desarrollo, si bien a densidades más altas, puede desarrollar una copa bastante más angosta, mientras que en áreas abiertas se le ve con un amplio desarrollo de copas.

Cuadro 5. Identificación de la cobertura área del árbol de parota (*Enterolobium cyclocarpum*)

Ubicación de los arboles	Cobertura aérea (metros)
Costado de la carretera	30
Potrero del Rancho 1	22
Potrero del rancho 2	20
Atrio de la Iglesia del centro de Paso de Vigas	18
Cerca de la Herrería	12
Traspatio de Casa	10

5.5 Contenido de materia seca de las vainas

El método tradicional de secado de muestras para la determinación de materia seca se realiza mediante el uso de estufas de circulación forzada a 72°C durante un lapso que varía entre las 24 a 72 horas dependiendo del tipo de muestra.

En este trabajo la materia seca se estimó de las vainas secas y molidas con un molino de martillo. Se tomaron 6 muestras de 100g que se secaron en una estufa de aire forzado a temperatura de 72° y hasta obtener peso constante. El promedio de materia seca de la vaina molida fue de 89%.

5.6 Valor ambiental del árbol en el suelo

Se hizo un análisis de las capas del suelo, en una profundidad de 0 a 90 cm, en el cual se realizaron la toma muestras para determinar amonio, nitrato, pH, materia orgánica y carbono orgánico, esto fue tomado de 3 árboles los cuales fueron los promedios de árbol de mayor, mediana y menor altura, para así saber los porcentajes en que se desarrollan estos mismos (Figura17).



Figura 17 Perfil del suelo donde se encontraba un árbol de parota

5.6.1 Nitratos y amonio.

El contenido de N disponible en forma de amonio y nitratos se muestra en el Cuadro 6. Los árboles que tenían mayor altura presentaron mayor contenido del amonio en su forma NH_3 y NH_4 . Se observó que contenían más hojarasca. También el contenido de nitrato en forma NO_3 y $\text{NO}_3\text{ N}$ fue mayor de los 0 a los 10 cm de profundidad del suelo en los árboles que presentaron mayor altura (> 20 m).

Cuadro 6 Contenido de amonio y nitrato en el suelo.

Suelo/ Árbol	Muestra	Amonio	Nitrato
Árbol 17- 20 m altura	Hojarasca de 0-10 cm de profundidad	0.41 mg/L NH_3 0.44 mg/L NH_4^+ 0.34 mg/L $\text{NH}_3\text{-N}$	119.6 mg/L NO_3^- 27.0 mg/L $\text{NO}_3\text{-N}$

	De 10-60 cm de profundidad	de	0.30 mg/L NH ₃ 0.36 NH ₃ ^{-N} 0.38 mg/L NH ₄ ⁺	0.9 mg/L NO ₃ ^{-N} 4.1 mg/L NO ₃ ⁻
	De 60-90 cm de profundidad	de	0.24 mg/L NH ₃ ^{-N} 0.29 mg/L NH ₃ 0.31 mg/L NH ₄ ⁺	1.3 mg/L NO ₃ ^{-N} 5.6 mg/L NO ₃ ⁻
árbol 10-12 m de altura	Hojarasca de 0-10 cm de profundidad		0.11 mg/L NH ₄ ⁺ 0.09 mg/L NH ₃ 0.11 mg/L NH ₃ ^{-N}	0.9 mg/L NO ₃ ^{-N} 3.9 mg/L NO ₃ ⁻
	De 10-60 cm de profundidad	de	0.64 mg/L NH ₃ 0.67 mg/L NH ₄ ⁺ 0.52 mg/L NH ₃ ^{-N}	131.3 mg/L NO ₃ ⁻ 29.7 mg/L NO ₃ ^{-N}
	De 60-90 cm de profundidad	de	6.06 mg/L NH ₃ 0.06 mg/L NH ₄ ⁺ 0.05 mg/L NH ₃ ^{-N}	1.2 mg/L NO ₃ ⁻ 0.3 mg/L NO ₃ ^{-N}
árbol 8-9 m de altura	Hojarasca de 0-10 cm de profundidad		0.41 mg/L NH ₄ ⁺ 0.32 mg/L NH ₃ ^{-N} 0.39 mg/L NH ₃	2.5 mg/L NO ₃ ^{-N} 11.0 mg/L NO ₃ ⁻

De 10-60 cm de 0.22 mg/L $\text{NH}_3\text{-N}$ 0.7 mg/L $\text{NO}_3\text{-N}$ 2.9
 profundidad 0.27 mg/L NH_3 mg/L NO_3^-
 0.29 mg/L NH_4^+

De 60-90 cm de *sin información* *sin información*
 profundidad

5.6.2 Fosforo

El contenido de fosforo disponible en forma de PO_4^{3-} se muestra en el cuadro 7 y se observa que el contenido de fosforo fue mayor a la profundidad de 60 a 90 cm del suelo en el árbol de altura 10-12 m, así como también el contenido en forma de P y P_2O_5 .

Cuadro 7 Contenido de Fosforo en el suelo

Suelo/ Árbol	Muestra	mg/L (PO_4^{3-})	mg/L(P)	mg/L(P_2O_5)
árbol > 20 m de altura	Hojarasca de 0-10 cm de profundidad	10.5	3.4	7.8
	De 10-60 cm de profundidad	3.8	1.2	2.9
	De 60-90 cm de profundidad	3.0	1.0	2.2

árbol > 12 m de altura	Hojarasca de 0-10 cm de profundidad	3.8	1.2	2.8
	De 10-60 cm de profundidad	11.5	3.7	8.6
	De 60-90 cm de profundidad	14.1	4.6	10.5
Árbol < 8 m de altura	Hojarasca de 0-10 cm de profundidad	0.5	0.2	0.4
	De 10-60 cm de profundidad	4.4	1.4	3.3
	De 60-90 cm de profundidad	0.8	0.3	0.6

5.6.3 Potasio

El contenido de potasio en forma de K_2O y K se muestra en el cuadro 8. El suelo de los árboles de altura 17-20 m el contenido de potasio fue mayor a profundidad de 0-10 cm.

Cuadro 8 Contenido de Potasio en el suelo

Suelo/ Árbol	Muestra	mg/L(K ₂ O)	mg/L(K)
árbol de 17-20 m de altura	Hojarasca de 0-10 cm de profundidad	2.4	2.0
	De 10-60 cm de profundidad	1.6	1.3
	De 60-90 cm de profundidad	0.8	0.6
árbol de 10-12 m de altura	Hojarasca de 0-10 cm de profundidad	1.4	1.2
	De 10-60 cm de profundidad	1.1	0.9
	De 60-90 cm de profundidad	1.0	0.8
árbol de 8-9 m de altura	Hojarasca de 0-10 cm de profundidad	1.8	1.5
	De 10-60 cm de profundidad	0.9	0.8

De 60-90 cm de profundidad	0.5	0.4
-------------------------------	-----	-----

5.6.4 pH

En el cuadro 9 el resultado de pH en los árboles de menor altura (8-9 m), es ligeramente alcalino, ya que esta desde los 6.06 a los 7.65 en la profundidad de 0 a 90 cm.

Cuadro 9 Contenido de pH en el suelo

Suelo/ Árbol	Muestra	pH
árbol de 17 -20 m de altura	Hojarasca de 0-10 cm de profundidad	6.81
	De 10-60 cm de profundidad	5.20
	De 60-90 cm de profundidad	5.16
árbol de 10-12 m de altura	Hojarasca de 0-10 cm de profundidad	6.79
	De 10-60 cm de profundidad	6.15

	De 60-90 cm de profundidad	6.68
árbol de 8-9 m de altura	Hojarasca de 0-10 cm de profundidad	6.06
	De 10-60 cm de profundidad	7.65
	De 60-90 cm de profundidad	7.03

5.6.5 Materia orgánica y Carbono orgánico

El contenido de M.O y C.O disponibles se muestra en el cuadro 10. El suelo de los árboles de mayor altura (17-20 m) presentaron mayor contenido de materia orgánica y de carbono orgánico. La riqueza de carbono y de N, P y K en el suelo donde se desarrollan los árboles de parota, se relaciona porque son caducifolios y cuando caen sus hojas pasan a formar parte de la materia orgánica del suelo, de esta manera el árbol que tiene mayor tamaño tiene mayor ramificación y en consecuencia mayor producción de hojas, por lo que en este trabajo se observó que el suelo de los árboles de mayor altura y mayor diámetro presenta mayor contenido de nutrientes los cuales influyen en el buen desarrollo y crecimiento de estos árboles.

Cuadro 10 Contenido de C.O y M.O

Suelo/ Árbol	Muestra	% C. O	% M.O
árbol de 17-20 m de altura	Hojarasca de 0-10 cm de profundidad	13.26	22.86024
	De 10-60 cm de profundidad	12.09	20.84316
	De 60-90 cm de profundidad	8.19	14.11956
árbol de 10-12 m de altura	Hojarasca de 0-10 cm de profundidad	8.19	14.11956
	De 10-60 cm de profundidad	6.24	10.75776
	De 60-90 cm de profundidad	8.19	14.11956
árbol de 8-9 m de altura	Hojarasca de 0-10 cm de profundidad	6.63	11.43012
	De 10-60 cm de profundidad	4.68	8.06832

De 60-90 cm de profundidad	5.85	10.0854
-------------------------------	------	---------

5.7 El valor alimenticio de la parota (*Enterolobium cyclocarpum*) en la comunidad de estudio

Dentro de los datos analizados obtenidos en las entrevistas realizadas a los habitantes de la comunidad del Paso de Vigas mostró que el valor alimenticio de la parota está relacionado en el ámbito de consumo de la semilla que es por parte de las personas, así como también el consumo de la vaina de parota por parte del ganado y los animales silvestres) cuiniques, armadillos, en los potreros. De esta manera nos encontramos un campo diverso del consumo de parota en las personas, existen diferentes métodos en los cuales es comestible, la más regular que realizan es preparar las semillas cocida en agua con sal.

5.8 Formas de consumo

- **Semilla cocida en agua con sal para consumo humano.**

Este proceso consta de la recolección de la vaina de la parota que aún no caiga del árbol, que este en un estado de humedad a un 20% ya que si está muy seca la vaina ya no es muy aprovechable la semilla.

1. La vaina se quiebra y se extrae la semilla con la mano
2. Posteriormente se hierve hasta que este blanda
3. Se deja enfriar y se consume sola o acompañada.
4. esta preparación es la más sencilla ya que solamente consta de lavar la semilla y ya pasado este proceso se pone en una olla con sal y se pone a fuego lento hasta su cocción, el punto donde ya está exacto es cuando toman una coloración café claro y se puede quitar con facilidad la cascarilla de la semilla, y así mismo esta es consumida por las personas.



(a)

(b)

(c)

Figura 16 Proceso de limpieza de la vaina de parota para su preparación

- **Semilla dorada en el comal para consumo humano**

Pasos:

1. Se cosecha el fruto o vaina maduros o secos
2. La vaina se tritura para extraer las semillas
3. Las semillas se lavan
4. Se colocan en un comal y se doran con fuego lento
5. Se tuestan y cuando se calientan la semilla revienta y se dejan enfriar para consumir de esa manera o acompañado de algún otro alimento.

Existe el mismo proceso para cualquier método de consumo, hay un modo de consumo el cual es que se dora la semilla de parota y esta se consume así mismo, solamente dorada da como un agregado en cualquier alimento, así como también ya dorada la semilla se puede realizar salsa de parota, ya sea dorada la parota o cocida, es un agregado más a la salsa, puede ser ya sea tatemada la preparación de tomate y chiles o cocidos, este se procede a triturar en el molcajete o en la misma licuadora dependiendo del consumidor y sus gustos, esta información fue recabada en las personas del mismo poblado de Paso de Vigas ya que aquí existe la parota y en su tiempo es donde se consume por todos los pobladores.

- Consumo de vainas por el ganado

Otro método de consumo de la vaina de parota es directamente por el ganado que pastorea en los potreros (bovinos, cuiniques, armadillos, iguanas) ya que estos árboles regularmente se encuentran dentro de los potreros por lo que es difícil recoger toda la producción de un árbol, ya que, así como los animales lo usan para descanso y cubrirse del sol, así mismo funciona como echadero de los mismos y de esta manera aprovechan la vaina que cae del árbol para irla consumiendo y es de esta manera en cómo se ve reflejado el aprovechamiento del árbol, así como su producto.

5.9 Valor económico de la parota (*Enterolobium cyclocarpum*) en la comunidad de estudio.

La investigación realizada en las carpinterías de la región fue en base al costo de la parota y sus usos, a como datan los carpinteros es que los mismos dueños de estos árboles, talan las parota para posterior vender a los carpinteros, el cual va destinado para la fabricación de sillas y mesas, que se usan de lujo, ya que el precio en las mesas varía desde los \$15 000 en adelante, ya que es un material muy caro y la forma del tronco es en cómo se debe de manejar la estructura de la mesa, aquí se usa toda la tabla destinada para mesa (Figura 22)



(a)

(b)

(c)

Figura 17 Mesa de árbol de parota

Así como también la presentación en sillas son de la misma calidad para así resaltar el lujo, a lo que nos comentó que una silla (Figura 23) cuesta está alrededor de los \$3500. Y el costo de la mesa del largo de la mesa, en si el tener una mesa con sus sillas de parota cuesta alrededor de los 25 mil pesos, estos datos se basan en el sur del estado de México con localización en Luvianos.



Figura 18 Elaboración de silla de parota

VI. CONCLUSIÓN

Los arboles presentes de parota en la comunidad de Paso de Vigas, se encuentran distribuidos en diferentes sitios desde una barranca, potreros, áreas de traspatio, casas y escuelas.

Las medidas agronómicas de altura, diámetro y la cobertura aérea entre los arboles de parota presentan variaciones encontrando arboles de parota grandes (17-20 m), medianos (10-12 m) y pequeños (8-9 m).

El rendimiento de la vaina de los arboles es mayor en los arboles con más ramificaciones, mayor altura y diámetro presentando hasta 138 kg de vaina cosechada del suelo.

El valor ambiental de los árboles de parota en relación a la de las características del suelo presento acumulación de carbono orgánico y materia orgánica.

El carbono orgánico y la materia orgánica, nitratos, amonio, Fosforo y Potasio en los sitios donde se ubicaron los arboles de parota presentaron valores de acuerdo a la norma del suelo, se determina que son ricos en materia orgánica y micronutrientes lo cual indica que son mejoradores de los suelos.

Los arboles de parota son multipropósito, porque a la comunidad le aporta alimento para ganado, para las familias, así como también aporta leña, sombra, elaboración para postes y muebles.

VII. ANEXO

Cuadro 11. Cuestionario que se realizara a los ganaderos

Existen especies arbustivas que consuma el ganado en su unidad productiva

a) Si

b) No

Con que nombre las conoce:

Nombre comun (Especie)	Partes consumidas				Uso de los arboles								
	Follaje	Fruto	Flor	Todas sus partes	Leña	Sombra	Postes	Cerca viva	Medicinal	Consumo humano	Artesanal	Ornato	Maderable

El anexo 1. muestra el cuestionario que se realizara a los ganaderos

Donde consume el ganado las partes de los arboles

a) Campo_____ b) Corral_____ c) Ambos_____

Les da algún proceso para proporcionar celas al ganado: Si____No____

a) Secos____ b) Molidos

+_____ c) Picado_____ Otros_____

Cuantos kilogramos al día proporciona de hojas o frutos al ganado

a) Hojas_____ b) Frutos_____

Almacena hojas o frutos de los árboles para alimentar el ganado

a) Si_____ b) No_____

En que época del año utiliza los árboles como fuente de alimentación para sus animales:

a) Secas_____ b) Lluvias_____ c) Todo el año_____

Le proporciona algún tipo de manejo a los árboles en las praderas:

Sí____No____¿Cuál(es)?_____

Usted siembra los árboles:

Si____No____Cada cuanto_____

Que beneficios representan los árboles en su unidad de producción

Que limitantes o problemas representan los árboles en las praderas:

Cuál es la distribución de los árboles o arbustos en la Unidad de
Producción: Bancos de forraje__

Árboles en las cercas_____

Arboles en callejones_____

Arboles dispersos en la pradera_____ Plantación de árboles frutales

Árboles frutales dispersos en callejones_____ Área de monte

VIII. LITERATURA CITADA

- Álvarez, M; Melgarejo, M. y Castañeda, N. 2003. Ganancia de peso, conversión y eficiencia alimentaria en ovinos alimentados con fruto (semilla y vaina) de *E. cyclocarpum* .
- Barbier, E.B., J.C. Burgess, J. Bishop y B. Aylward. 1994. *The Economics of the Tropical Timber Trade*. London: Earthscan.
- Barreto, G.R.; Hernandez, O.E. y Ojasti, J. 1997. Diet of peccaries (*Tayassu tajacu* and *T. pecari*) in a dry forest of Venezuela. *Journal of Zoology*. 241(2):279-284.
- Benavides, J. E. (Ed.). 1994. *Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central*. Serie Técnica. Informe Técnico No.236. Turrialba: CATIE.
- Bergerón R., y Lewis, N. 2002. Transporte, salud y bienestar de los animales de granja. *Producción Animal*.
- Blair, G.; Catchpole, D. & Horne, P. 1990. Forage tree legumes, their management and contribution to the nitrogen economy of wet and humid tropical environments
- Bressani R, Jarquin R, Elias LG, Braham J.G. 1966. Análisis químico de la harina de almendra de conaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y su evaluación biológica en ratas y pollos.
- Cajas, Y. S., and F. Sinclair. 2001. Characterization of multistrato silvopastoral systems on seasonally dry pastures in the Caribbean Region of Colombia. *Agrofor. Systems* 53: 215–225.
- Casas A., Caballero J., Mapes C. y Zárate S. 1997. Manejo de la vegetación, domesticación de plantas y origen de la agricultura en Mesoamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*.
- CONABIO. 2009. Catálogo taxonómico de especies de México. 1. In *Capital Nat. México*. CONABIO, México City.

- CONAFOR. 2013. Sistemas agroforestales maderables em México Comisión Nacional Forestal.. Universidad Autónoma de Chapingo
- Dagang, A.B.K. y P.K.R. Nair. 2003. "Silvopastoral Research and Adoption in Central America: Recent Findings and Recommendations for Future Directions." *Agroforestry Systems*, 59, pp.149–155.
- Dennis, P., L. Shellard y R. Agnew. 1996. "Shifts in Arthropod Species Assemblages in Relation to Silvopastoral Establishment in Upland Pastures." *Agroforestry Forum*, 7:3, pp.14–21
- Devendra, D. 1995. Composition and nutritive value of browse legumes. In: *Tropical legumes in animal nutrition*. (Eds. J.P.F. D'Mello and C. Devendra).
- Domínguez A, Franco R. 1979. Plantas medicinales de México XXXV. Estudio químico de la corteza y fruto del guanacastle o parota *Enterolobium cyclocarpum* Jacq., una leguminosa. *Rev. Latinoam. Quim.* 10: 46.
- Espejel L. y Martinez E. 1979. El Guanacaste". *Inireb Informa. Comunicado.33* Xalapa Ver. Méx.
- Gliessman et al. 1981. *Ancient Raised-field agriculture in the Maya lowlands of Southern Mexico*. Canberra, Australia
- González C (1984) *Especies Vegetales de Importancia Económica en México*. Porrúa. México. pp. 13-305.
- Granados, D; Castañeda, A. y Mendoza, O. 1989. *Ecología vegetal*. Apoyos Académicos No. 9. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 85 pp
- Habte M, Musoko M. 1994. Changes in the vesicular arbuscular micorrhizal dependency of *Abizia ferruginea* and *Enterolobium cyclocarpum* in response to soil phosphorus concentration.

- Harvey, C. y W. Haber, 1999. "Remnant Trees and the Conservation of Biodiversity in Costa Rican Pastures. *Agroforestry Systems*, 44, pp.37–68.
- Howard, R. A. 1988. Leguminosae. *Fl. Lesser Antilles (Dicotyledoneae–Part 1)* 4: 334–538.
- Huerta, S. M. 1983. La parota (*Enterolobium cyclocarpum*) Como un recurso forestal de las zonas calido-húmedo en Jalisco. Tesis profesional de Licenciatura. Escuela de Agricultura Universidad de Guadalajara. pp. 30 – 42
- Hunter L. 1989. Seed dispersal and germination of *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb leguminosa: Mimosoideae: ¿Are megafauna necessary? *J. Biogeogr.* 16: 369-378.
- Jenzen, D.H. 1981. Guanacaste tree seed-swallowing by Costa Rican range horses. *Ecology*. 62:587-592
- Krishnamurthy L. y Ávila M. 1999. *Agroforestería Básica*. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México, D.F.
- López-Ayala, J.L.; J.I. Valdez-Hernández, T. Terrazas, y R. Valdez-Lazalde, 2006. "Crecimiento en diámetro de especies arbóreas en una selva mediana subcaducifolia en Colima, México". *Agrociencia*, 40: 139-147.
- Martínez M .1966. *Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plantas Mexicanas*. FCE. México. 1247 pp.
- Melo O., y R. Vargas, 2003. *Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos*. Corpocaldas, Colombia: Universidad del Tolima, 235 pp.
- Murgueitio, R.E., 1999. "Sistemas Agroforestales para la Producción Ganadera en Colombia." Trabajo presentado en el Seminario Intensificación de la ganadería en Centroamérica: Beneficios Económicos y Ambientales, Turrialba, Costa Rica, mayo 24–26.

- Nair, P. R. y D. P. Garrity (Eds.). 2012. Agroforestry-The future of global land use. Springer, Nueva York.
- Nair, P.K.R., Kumar, B.M., Nair, V.D. 2009. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. J Plant Nut. Soil Sci. 172:10
- Niembro, A.1986. Árboles y arbustos útiles de México. Ed. Limusa. México, D.F. pp 87 - 117
- Pedraza, R.M. 2000. Valoración nutritiva del follaje de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. y su efecto en el ambiente ruminal. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal – Universidad Agraria de La Habana, Cuba. 126 p
- Ramírez–Avilés, L., C. J. B. Castillo, C. A. J. Chay, y S. F. J. Solorio. 2010. Rendimiento y calidad de pasturas tropicales bajo condiciones de sombra. In: Velasco Z. Ma., A. Hernández G., A. Pérezgrovas G., y B. Sánchez M. (eds). Los Forrajes y su Impacto en el Trópico. FMVZ–UNACH. Chiapas, México. pp: 249–267.
- Ruíz, T. E., Febles, G. & Alonso, J. 2003. Potencial para la producción de biomasa en sistemas con leguminosas perennes. II Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes (CD-ROM)
- Serratos A. j.C. 1989. Utilización De Semillas De Parota Para La Alimentación Humana. Tesis De Maestría. Ese. De Graduados. Universidad De Guadalajara. Guad. Jal. México. 1989.
- Solórzano A., R. 1942. Frutos silvestres tropicales para alimentar ganado. Tesis profesional. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo México. pp. 12 -13
- Van Kessel CPRJ, Wood T, Montano J. 1983. $^{15}\text{N}_2$ Fixation and H_2 evolution by six species of tropical leguminous trees. Plant Physiol. 72: 909-910.
- Vargas M.F. 1997. Compendio de Árboles Históricos y Notables de México. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP. México. 69 pp.