

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**CARLOS ALBERTO AMAGUAÑA SUPE**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ESTRUCTURADO DE MANERA  
INDEPENDIENTE COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**CUANTIFICACIÓN Y LOGÍSTICA DE LA BIOMASA DISPONIBLE DEL CULTIVO DE  
TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicon esculentum*)**

**AMBATO – ECUADOR**

**2015**

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

Yo **AMAGUAÑA SUPE CARLOS ALBERTO**, portador de la cédula de identidad número: 180480034-8, en honor a la verdad, declaro que el presente trabajo de investigación titulado, **CUANTIFICACIÓN Y LOGÍSTICA DE LA BIOMASA DISPONIBLE DEL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicum esculentum*)** es original, auténtica y personal. En tal virtud aclaro y sostengo que el contenido será de mi sola responsabilidad legal académica.



---

AMAGUAÑA SUPE CARLOS ALBERTO

## **DERECHO DE AUTOR**

Al presentar esta tesis como uno de los requisitos previos para la obtención del título de Tercer Nivel en la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que haga de esta tesis un documento disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de esta tesis dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando ésta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de esta tesis, o de parte de ella.



---

CARLOS ALBERTO AMAGUAÑA SUPE

CUANTIFICACIÓN Y LOGÍSTICA DE LA BIOMASA DISPONIBLE DEL CULTIVO DE  
TOMATE RJÑON (*Lycopersicum esculentum*)

APROBADO POR:



Ing. Agr. Mg. Segundo Curay.  
**TUTOR**



Ing. Agr. M . Luis  
Villacís.  
ASESOR DE  
BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:

FECHA:

.....  
Ing. Agr. Mg. Eduardo Cruz  
PRESIDENTE

03-03-2015

.....  
Ing. Agr. Mg. Luciano Valle

03-03-2015

.....  
Ing. Agr. Mg. Jorge Dobronski

03-03-2015

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme dado vida, sabiduría y fortaleza para seguir adelante pese a las adversidades y poder alcanzar este logro tan importante en mi vida.

A mi padre Juan José (+), a quien le perdí y quien me hizo mucha falta, pero sé que desde el cielo me dió y seguirá dando bendiciones.

A mi madre María Susana, quien ha sido padre y madre, pilar fundamental para alcanzar cada uno de mis logros y que supo luchar día a día para poder sobresalir, por su apoyo moral, valores y consejos.

A toda mi familia quien con sus consejos y apoyo en los buenos y malos momentos me han sabido ayudar.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato, especialmente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por acogerme en sus aulas y darme los conocimientos para poder desempeñarme en el campo profesional.

Al Ingeniero Segundo Curay Tutor, que con su ayuda, consejos, conocimientos y tiempo he podido culminar el presente trabajo de investigación, de igual manera al Ingeniero Luis Villacís, Asesor de Biometría y al Ingeniero Pablo Pomboza, Asesor de Redacción Técnica y Dr. Borja Velázquez.

A mis profesores, quienes han impartido sus enseñanzas y experiencias en los cinco años de vida estudiantil, y a todos mis amigos que me han brindado su apoyo en cada uno de los momentos que los he necesitado.

A mi familia, por su apoyo incondicional durante mis años de formación universitaria.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.2 ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA .....	16
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	18
1.4 OBJETIVOS.....	20
1.4.1 General .....	20
1.4.2 Específicos .....	20
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS .....	21
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	21
2.2 MARCO CONCEPTUAL O CATEGORÍAS FUNDAMENTALES .....	23
2.2.1 BIOMASA.....	23
2.2.2 TOMATE DE RIÑÓN.....	26
2.2.3 VARIEDADES DE TOMATE RIÑÓN.....	29
2.3 HIPÓTESIS .....	30
2.4. VARIABLE DE LA HIPÓTESIS .....	31
2.4.1 Variables Independientes.....	31
2.4.2 Variables Dependientes de Cuantificación de Biomasa.....	31
2.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	31
CAPÍTULO III .....	33
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	33
3.1 ENFOQUE.....	33
3.1.1 Enfoque cuali-cuantitativo .....	33
3.1.2 Modalidad.....	33

3.1.3 Tipo o nivel .....	33
3.2 UBICACIÓN DEL ENSAYO. ....	34
3.3 CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR. ....	34
3.4 FACTORES DE ESTUDIO.....	35
3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL .....	35
3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO. ....	36
3.7 DISEÑO O ESQUEMA DE CAMPO .....	37
3.7.1 Plano de las distancias de siembra para las cinco variedades del cultivo de tomate riñon en los tres cantones .....	37
3.8 DATOS TOMADOS .....	38
3.8.1 ANÁLISIS DENDROMÉTRICO DE LOS TALLOS.....	38
3.9 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA.....	40
3.10 MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN .....	41
CAPÍTULO IV .....	42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	42
4.1 ANÁLISIS DENDROMÉTRICO DE LOS TALLOS .....	42
4.2 BIOMASA Y SU DISTRIBUCIÓN EN CADA UNA DE LAS VARIEDADES .....	50
4.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LA BIOMASA.....	52
4.4 LOGÍSTICA .....	59
4.5 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	63
CAPITULO V .....	65
5.1 CONCLUSIONES .....	65
5.2 RECOMENDACIONES.....	67
CAPÍTULO VI .....	68
PROPUESTA .....	68



6.1 TÍTULO.....	68
6.2 OBJETIVOS.....	68
6.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	68
6.4 MANEJO TÉCNICO.....	69
6.5 COSTOS.....	70
6.6 IMPLEMENTACIÓN.....	71
6.7 ADMINISTRACIÓN.....	71
7. BIBLIOGRAFÍA.....	72

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Estado físico de la biomasa.....	23
<b>Cuadro 2.</b> Variable independiente.....	31
<b>Cuadro 3.</b> Variable dependiente.....	32
<b>Cuadro 4.</b> Esquema de mediciones y variables para el análisis dendrométricos de los tallos de tomate riñón.....	36
<b>Cuadro 5.</b> Descripción estadística de los parámetros medidos en los tallos de tomate riñón variedad Daniela.....	42
<b>Cuadro 6.</b> Modelo de regresión para los tallos de la variedad Daniela.....	43
<b>Cuadro 7.</b> Descripción estadística de los parámetros medidos en los tallos de tomate riñón variedad Dominique.....	44
<b>Cuadro 8.</b> Modelo de regresión para los tallos de la variedad Dominique.....	45
<b>Cuadro 9.</b> Descripción estadística de los parámetros medidos en los tallos de tomate riñón variedad Fortuna.....	45
<b>Cuadro 10.</b> Modelo de regresión para los tallos de la variedad Fortuna.....	46
<b>Cuadro 11.</b> Descripción estadística de los parámetros medidos en los tallos de tomate riñón variedad Micaela.....	47
<b>Cuadro 12.</b> Modelo de regresión para los tallos de la variedad Micaela.....	48
<b>Cuadro 13.</b> Descripción estadística de los parámetros medidos en los tallos de tomate riñón variedad Nemonetta.....	48
<b>Cuadro 14.</b> Modelo de regresión para los tallos de la variedad Nemonetta.....	49
<b>Cuadro 15.</b> Cálculo de factor de forma del cilindro para cada una de las variedades estudiadas.....	50

<b>Cuadro 16.</b> Diámetro, longitud y volumen para cada una de las variedades estudiadas...	51
<b>Cuadro 17.</b> Media desviación típica de los parámetros físicos del material lignocelulosico de tomate riñón variedad Daniela.....	52
<b>Cuadro 18.</b> Media desviación típica de los parámetros físicos del material lignocelulosico de tomate riñón variedad Dominique.....	53
<b>Cuadro 19.</b> Media desviación típica de los parámetros físicos del material lignocelulosico de tomate riñón variedad Fortuna.....	55
<b>Cuadro 20.</b> Media desviación típica de los parámetros físicos del material lignocelulosico de tomate riñón variedad Micaela.....	56
<b>Cuadro 21.</b> Media desviación típica de los parámetros físicos del material lignocelulosico de tomate riñón variedad Nemonetta.....	58
<b>Cuadro 22.</b> Análisis de varianza en tiempos de desenterrada (sacada) del tomate riñón variedad Daniela.....	59
<b>Cuadro 23.</b> Análisis de varianza en tiempos de desenterrada (sacada) del tomate riñón variedad Dominique.....	60
<b>Cuadro 24.</b> Análisis de varianza en tiempos de desenterrada (sacada) del tomate riñón variedad Fortuna.....	61
<b>Cuadro 25.</b> Análisis de varianza en tiempos de desenterrada (sacada) del tomate riñón variedad Micaela.....	62
<b>Cuadro 26.</b> Análisis de varianza en tiempos de desenterrada (sacada) del tomate riñón variedad Nemonetta.....	63
<b>Cuadro 27.</b> Costos propuesta.....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Árbol de problemas.....	17
<b>Figura 2.</b> Plano del cultivo de tomate riñón.....	37
<b>Figura 3.</b> Mediciones de diámetro cada intervalo.....	39
<b>Figura 4.</b> Sección de un tronco de cono.....	39
<b>Figura 5.</b> Distribución de la biomasa en cada variedad.....	51
<b>Figura 6.</b> Variación de humedad tras los primeros días transcurridos después del corte de la planta en la variedad Daniela.....	53
<b>Figura 7.</b> Variación de humedad tras los primeros días transcurridos después del corte de la planta en la variedad Dominique.....	54
<b>Figura 8.</b> Variación de humedad tras los primeros días transcurridos después del corte de la planta en la variedad Fortuna.....	56
<b>Figura 9.</b> Variación de humedad tras los primeros días transcurridos después del corte de la planta en la variedad Micaela.....	57
<b>Figura 10.</b> Variación de humedad tras los primeros días transcurridos después del corte de la planta en la variedad Nemonetta.....	59

## RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo del proceso de medida es determinar la biomasa que contiene una planta entera. La cubicación del tallo resulta aplicando métodos plenamente desarrollados en mensura forestal, determinando diámetros a distintas alturas del tallo y longitud total. Medición del fuste principal aplicando métodos dendrométricos tradicionales, con los que se obtiene el volumen del mismo.

1. Medición de la biomasa de la planta entera en las cinco variedades de tomate riñón fue necesario un estudio dendrométricos de los tallos.

Se determinó el coeficiente de forma de cada variedad, consecuentemente fue calculado el volumen real de todos los tallos existentes en cada variedad. Se determinó el volumen real de la planta entera de cada variedad, representando cuadros y gráficas que muestran la distribución de biomasa por cada una de las variedades estudiadas. Se confeccionaron gráficos y tablas que ayudan a la visualización de esta supuesta concentración de biomasa.

La biomasa media de las plantas de tomate riñón de la variedad Daniela fue de 0.02 kg de materia seca por planta. Este valor supone un biomasa potencial disponible de 1380 kg (1.3 ton/ha) de materia seca por hectárea. En cambio la variedad Dominique fue de 0.01 kg de materia seca por planta. Este valor supone una biomasa potencial disponible de 690 kg (0.69 ton/ha) de materia seca por hectárea. La variedad Fortuna fue de 0.02 kg de materia seca por planta, este valor supone una biomasa potencial disponible de 1380 kg (1.3 ton/ha) de materia seca por hectárea. La variedad Micaela fue de 0.03 kg de materia seca por planta, este valor supone una biomasa potencial disponible de 2070 kg (2 ton/ha) de materia seca por hectárea. Y por ultimo de la variedad Nemonetta fue de 0.03 kg de materia seca por planta, este valor supone una biomasa potencial disponible de 2070 kg (2 ton/ha) de materia seca por hectárea. Teniendo en cuenta que el marco de plantación más común de todas las variedades fue de 0.12 x 1.20 m

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La biomasa es una de las fuentes energéticas renovables con mayor potencial de crecimiento durante las próximas décadas. En todo el mundo, la aportación actual de la biomasa (utilizando una definición amplia que incluye todas las fuentes de bioenergía y también los usos tradicionales no eficientes) se sitúa en torno al 10% del total de producción de energía. De acuerdo con previsiones establecidas por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), a lo largo del siglo XXI la biomasa va a desempeñar un papel fundamental en el abastecimiento energético con recursos renovables y su cuota de participación en la producción mundial de energía debería estar entre el 25% y el 46%.

Una gran cantidad de biomasa residual con posible uso energético puede ser extraída de la gestión del cultivo de tomate riñón, renovación de plantaciones, restos de cosecha, o residuos en general. La biomasa residual es muy variable según variedades, densidad de plantación o sistemas de cultivo. Actualmente estos residuos son amontonados o eliminados para la quema en el campo no consiguiendo ningún beneficio directo y suponiendo un factor de elevada peligrosidad de contaminación ambiental en zonas cercanas a áreas naturales. La biomasa del cultivo de tomate riñón no ha sido utilizada hasta ahora, debido a que presenta diferentes dificultades técnicas en su extracción, manipulación y transporte, así como por la carencia de suficiente información sobre la cantidad y calidad de estos residuos. Ello imposibilita el desarrollo del sector bioenergético, el cual podría suponer una oportunidad para los agricultores, los cuales alcanzarían a diversificar sus ingresos. De esta manera, el agricultor tendría un ingreso económico al comercializar sus productos alimentarios tradicionales, además, existiría la posibilidad de recibir un ingreso

por gestionar sus residuos orgánicos si el mercado bioenergético tuviera éxito. La elevada diversidad de los sistemas naturales del Ecuador, al igual que las distintas tecnologías aplicables para transformar esa biomasa en biocombustibles propicia el desarrollo de proyectos de investigación, en el marco de un programa de investigación.

Cuestiones claves a responder en el proyecto son: determinar qué tipo de residuos se están produciendo; donde se están originando; adaptar la tecnología y sistemas de trabajo a las condiciones de la agricultura Ecuatoriana; establecer parámetros de predicción que posteriormente pueden ser aplicados a los inventarios de biomasa con destino energético o sistemas de información geográfica; análisis de la logística para el abastecimiento; y definición de la tecnología que permite mejorar la calidad energética de estos residuos.

Este proyecto de investigación es parte de un programa de investigación que consiste en cuantificar y analizar químicamente la biomasa proveniente del cultivo de tomate riñón. Esto permitirá orientar mejor las políticas de promoción del uso energético de la biomasa; evaluar cuáles son los potenciales de biomasa residual procedente de los sistemas agrícolas de la provincia de Tungurahua; definir la tecnología apropiada para la extracción de biomasa potencial que todavía no ha sido utilizada.

Estudios semejantes han sido emprendidos en todos los países del mundo, por ser la biomasa uno de los recursos renovables que podría paliar la dependencia del petróleo. Además la utilización de biomasa supone una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera evitando el agravamiento del efecto invernadero, responsable del cambio climático. La oportunidad que supone un proyecto de investigación como el que se plantea, es que las características de los sistemas agroforestales y los materiales susceptibles de ser aprovechados en los mismos para la producción de bioenergía, son específicos en cada zona, debido a las condiciones climáticas, edáficas y biodiversidad. Los sistemas andinos y

tropicales del Ecuador han sido poco estudiados, los modelos de cuantificación y caracterización elaborados en Europa o Estados Unidos no son aplicables.

Con respecto al tema (Velázquez, 2012) destaca los trabajos realizados por organismos como los que se señalan a continuación:

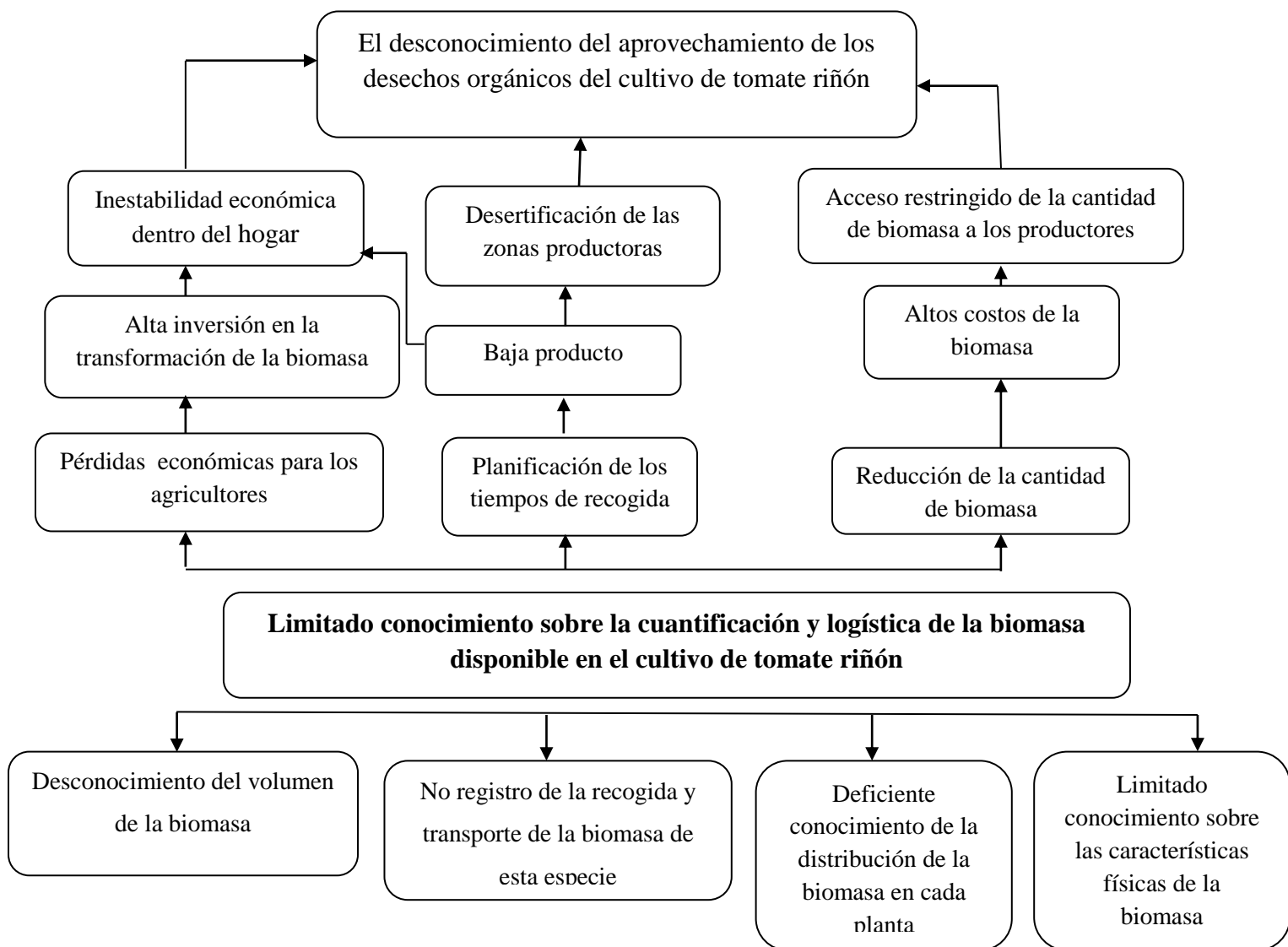
**“European Biomass Association” (AEBIOM):** Grupo de asociaciones nacionales del estudio de la biomasa, fundado en 1990.

**“International association of bioenergy professionals and users” (ITEBE):** Fundada en 1997, es una asociación internacional de profesionales que actúa como herramienta de promoción y apoyo a proyectos del sector de la bioenergía, principalmente empresas y comunidades. Básicamente trabaja con madera energética

## **1.2 ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA**

El problema depende fundamentalmente del desconocimiento tanto de la cantidad, el costo de recogida y transporte, así como de los procesos adecuados de cuantificación; los cuales al tenerlos permitirán llegar a un proceso de planificación correcto y por ende llegar al macro objetivo que consiste en el “aprovechamiento energético de la biomasa proveniente de las plantaciones de tomate riñón”.





### 1.3 JUSTIFICACIÓN

Se ha detectado un interés creciente por la tecnología destinada al tratamiento de los residuos agrícolas así como de su utilización con fines energéticos. Sin embargo, son escasas las experiencias reales que persiguen la modernización y optimización de estas operaciones, junto con una valoración global de la cadena de producción-abastecimiento.

La utilización de los residuos generados por el cultivo de tomate riñón para destino energético supone una oportunidad de rentabilizar su gestión, dado que ahora no proporcionan ningún beneficio directo. Para esto es necesario realizar una valoración de los potenciales existentes en el cultivo, determinar la tecnología apropiada para extraer, transportar y obtener un producto energético de calidad. Ello permitirá orientar mejor las políticas de promoción del uso energético de la biomasa. Diversas empresas presentan interés en estos estudios de cuantificación.

El desarrollo de esta tecnología revertirá beneficiosamente en dos sectores:

- a) **Sector agrario**, en el que se estudiarán sistemas de recogida de residuos orgánicos, analizando el costo, organización del trabajo etc.
- b) **Sector energético**. Se realizará un análisis de la logística para el abastecimiento; definición de la tecnología que permite mejorar la calidad energética o industrial de estos residuos. Esto permitirá orientar las políticas de promoción del uso energético de la biomasa; evaluar cuáles son los potenciales de biomasa residual procedente de los sistemas agrícolas ecuatorianos y definir la tecnología apropiada para la extracción de biomasa potencial que todavía no ha sido utilizada.

## **Efectos Multiplicadores**

Mediante esta investigación se van a obtener parámetros de predicción de la biomasa potencial que se puede extraer del cultivo de tomate riñón. Posteriormente estos parámetros pueden ser aplicados a los inventarios agrícolas o sistemas de información geográfica de forma que permita, gestionar o hacer políticas de promoción de uso de esta biomasa.

Se van a obtener conocimientos sobre la tecnología apropiada para extraer los residuos energéticos de los sistemas agrícolas, también sobre las carencias o necesidades de infraestructuras para realizar estas operaciones.

Se tendrá caracterizada la biomasa producida por el cultivo de tomate riñón en base a su potencial energético.

Los estudios de logística permitirán optimizar la gestión para el abastecimiento a los consumidores finales y su forma de integrarse en los sistemas energéticos convencionales. Se realizará un sistema de información geográfica que servirá de instrumento en la gestión de estos recursos.

Los resultados de las determinaciones de la fracción de biomasa potencial obtenida en los diferentes sistemas productivos son extrapolables a diferentes ámbitos de carácter local, regional e incluso de diferentes países de sistemas agrícolas similares, mediante su aplicación a sus inventarios (Velázquez, 2012).

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 General**

Cuantificar y evaluar la logística de la biomasa disponible en cinco variedades de tomate riñón en su etapa final de producción en la provincia de Tungurahua.

### **1.4.2 Específicos**

- a) Analizar dendrométricamente la biomasa de los tallos de tomate riñón en las cinco variedades.
- b) Analizar de distribución de la biomasa en la planta de tomate riñón de cada variedad.
- c) Determinar los valores de humedad, temperatura, cenizas, densidad en seco y húmedo mediante el laboratorio.
- d) Evaluar la logística de la biomasa disponible en el tomate riñón en las cinco variedades.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

#### 2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Soria (2014). en su trabajo de investigación titulado Cuantificación y logística de biomasa en el cultivo de mora (*Rubus glaucus Benth cv.*) reporta los siguientes resultados: Se han desarrollado métodos para predecir de forma aproximada la biomasa contenida en la planta entera, bien se puede calcular aplicando la ecuación de volumen ( $\text{Volumen real} = 302,411 - 254,393 * DM + 96,2275 * DM^2 * H$ ) con un coeficiente de determinación de 70,14%, o a través de la aplicación del factor de forma de la especie, La biomasa lignocelulósica de la planta de mora de castilla se distribuye regular, siendo la parte conformada por las ramas pequeñas y gruesas donde se encuentra todo el porcentaje (100%) de biomasa existente .

Flores (2014). En su trabajo de investigación titulado Cuantificación y logística de la biomasa disponible en el cultivo de tomate de árbol (*Cyphomandra Betacea.*) Var. Grande Mora reporta los siguientes resultados: En este estudio se ha caracterizado la forma y el volumen de las ramas de tomate de árbol en cada uno de los estratos. Las funciones de volumen calculadas poseen coeficientes de determinación bastante altos ( $r^2$  estrato 1: 82.96;  $r^2$  estrato 2: 93.15;  $r^2$  estrato 3: 73.14) , por lo que se consideran adecuadas para su aplicación práctica, Se ha demostrado que la forma del fuste y las ramas más gruesas de la planta, las correspondientes al estrato 1 se ajusta bien a una forma paraboloides (Factor de forma paraboloides: Media: 1.006; Desviación Típica: 0.222), mientras que las ramas pequeñas se ajustan mejor a un modelo cilíndrico (Factor de forma cilindro: Media: 1.05; Desviación típica: 0.30)

Pacheco (2014). En tu trabajo titulado Cuantificación y logística de la biomasa disponible en el duraznero (*Prunus persica*) reporta los siguientes resultados: En este estudio se ha caracterizado la forma y el volumen de las ramas del duraznero en cada uno de los estratos. Las funciones de volumen calculadas poseen coeficientes de determinación bastante altos, por lo que se consideran adecuadas para su aplicación práctica. La forma de las ramas considerada para los estratos 1 y 2 es el cilindro con un valor de 0.79 y para los estratos 3 y 4 es el paraboloides con un valor de 1.15

Moreta (2014). En su trabajo titulado aplicación de modelos matemáticos para la cuantificación y logística de la biomasa disponible en chilca (*Baccharis latifolia*) reporta los siguientes principales resultados: La aplicación de modelos matemáticos para la obtención del volumen de las ramas primarias, secundarias y terciarias, fueron las adecuadas ya que el coeficiente de determinación son altas y están dentro de un rango establecido del coeficiente de asimetría que es sobre el 75% hasta 100%

Los residuos de cosecha de cultivos son una fuente importante de forraje y energía (Fischer y Schrattenholzer, 2001). Sin embargo, la utilización de estos materiales como insumos de biorefinerías para la obtención de energía está bajo permanente cuestionamiento por parte de los decisores mundiales y regionales debido a la preocupación relacionada con la conservación de los suelos y del medio ambiente.

Otro trabajo específico y relevante sobre el aprovechamiento de los residuos de cosecha es el realizado por (Montico, *et al* 2010). La perspectiva es confrontar los beneficios económicos que reportaría destinar los residuos de cosecha a la obtención de energía, en lugar de dejarlos dentro de los agros ecosistemas como entrada del balance de la materia orgánica del suelo (MOS). Si bien los resultados arrojan que el beneficio económico sería 9,6 veces mayor que la inversión en la reposición de los macronutrientes, la eliminación de los residuos de cultivos para la obtención de energía, agravaría los riesgos de degradación

de los suelos, disminuyendo la productividad agronómica y comprometiendo la sustentabilidad de los agro ecosistemas, por lo que aquel beneficio económico resultaría ambientalmente irrelevante.

## **2.2 MARCO CONCEPTUAL O CATEGORÍAS FUNDAMENTALES**

### **2.2.1 BIOMASA**

Las especies vegetales están formadas por estructuras materiales que las podemos clasificar de forma simplificada en biomasa leñosa, hojas, flores y frutos. Estos materiales constituyen la biomasa del vegetal, pues se denomina, de forma genérica, como biomasa a toda materia orgánica no fosilizada originada en un proceso biológico espontáneo o provocado (Callejón y López, 2009). Los distintos tipos de biomasa de la planta desempeñan distintas funciones y es razonable pensar que la cantidad de materia en cada una de las estructuras está relacionada, conservando una proporcionalidad equilibrada característica de la especie y de las prácticas de cultivo (Velázquez, 2010).

#### **Tipos de Biomasa.**

(Cracco, 2013). menciona que los recursos biomásicos se presentan en diferentes estados físicos que determinan la factibilidad técnica y económica de los procesos de conversión energética que pueden aplicarse a cada tipo en particular. Por ejemplo, los desechos forestales indican el uso de los procesos de combustión directa o procesos termo-químicos; los residuos animales indican el uso de procesos anaeróbicos (bioquímicos). El estado físico de la biomasa puede clasificarse según el tipo de recurso, como se indica en el cuadro 1.

## CUADRO1. ESTADO FÍSICO DE LA BIOMASA

Recurso de biomasa	Tipo de residuo	Características físicas
Residuos forestales	Restos de aserrío: corteza, aserrín, astillas.	Polvo, sólido, HR <sup>2</sup> > 50%
	Restos de plantaciones: ramas, corteza, raíces	Sólido, HR > 55%
Residuos agropecuarios	Cáscaras y pulpa de frutas y vegetales.	Sólido alto contenido de humedad.
	Cáscara y polvos de granos secos (arroz, café).	Polvo, HR < 25%
	Estiércol.	Sólido alto contenido de humedad.
	Residuos de cosecha: tallos y hojas cascaras, maleza.	Sólido < HR, 55%
Residuos industriales	Pulpa y cáscara de frutas y vegetales.	Sólido, humedad moderada.
	Residuos de procesamientos de carnes.	Sólido, alto contenido de humedad.
	Agua de lavado y precocido de carnes y vegetales.	Líquido
	Grasas y aceites vegetales.	Líquido grasoso
Residuos urbanos	Aguas negras.	Líquido.
	Desechos domésticos orgánicos (cascaras de vegetales).	Sólido, alto contenido de humedad.
	Basura orgánica (madera)	Sólido alto contenido de humedad.

Fuente: Cracco, 2013



**Composición química y física:** Las características químicas y físicas de la biomasa determinan el tipo de combustible o subproducto energético que se puede generar; por ejemplo, los desechos animales producen altas cantidades de metano, mientras que la madera puede producir el denominado "gas pobre", que es una mezcla rica en monóxido de carbono (CO). Por otro lado, las características físicas influyen en el tratamiento previo que sea necesario aplicar (Cracco, 2013).

**Contenido de humedad (H.R.):** El contenido de humedad de la biomasa es la relación de la masa de agua contenida por kilogramo de materia seca. Para la mayoría de los procesos de conversión energética es imprescindible que la biomasa tenga un contenido de humedad inferior al 30%. Muchas veces, los residuos salen del proceso productivo con un contenido de humedad muy superior, que obliga a implementar operaciones de acondicionamiento, antes de ingresar al proceso de conversión de energía (Cracco, 2013).

**Porcentaje de cenizas:** El porcentaje de cenizas indica la cantidad de materia sólida no combustible por kilogramo de material. En los procesos que incluyen la combustión de la biomasa, es importante conocer el porcentaje de generación de ceniza y su composición, pues, en algunos casos, ésta puede ser utilizada; por ejemplo, la ceniza de la cascarilla de arroz es un excelente aditivo en la mezcla de concreto o para la fabricación de filtros de carbón activado (Cracco, 2013).

**Poder calórico:** El contenido calórico por unidad de masa es el parámetro que determina la energía disponible en la biomasa. Su poder calórico está relacionado directamente con su contenido de humedad. Un elevado porcentaje de humedad reduce la eficiencia de la combustión debido a que una gran parte del calor liberado se usa para evaporar el agua y no se aprovecha en la reducción química del material (Cracco, 2013).

**Densidad aparente:** Esta se define como el peso por unidad de volumen del material en el estado físico que presenta, bajo condiciones dadas. Combustibles con alta densidad aparente favorecen la relación de energía por unidad de volumen, requiriéndose menores tamaños de los equipos y aumentando los períodos entre cargas. Por otro lado, materiales con baja densidad aparente necesitan mayor volumen de almacenamiento y transporte y, algunas veces, presentan problemas para fluir por gravedad, lo cual complica el proceso de combustión, y eleva los costos del proceso (Cracco, 2013).

**Recolección, transporte y manejo:** Las condiciones para la recolección, el transporte y el manejo en planta de la biomasa son factores determinantes en la estructura de costos de inversión y operación en todo proceso de conversión energética. La ubicación del material con respecto a la planta de procesamiento y la distancia hasta el punto de utilización de la energía convertida, deben analizarse detalladamente para lograr un nivel de operación del sistema por encima del punto de equilibrio, con relación al proceso convencional (Cracco, 2013).

### **2.2.2 TOMATE DE RIÑÓN**

Según datos de la (FAO, 2010) durante el periodo 2003-2006, la producción mundial de tomate se ha mantenido estable, con un nivel promedio anual de 123,79 millones de toneladas, convirtiendo a este alimento en una de las hortalizas de mayor consumo mundial. Su importancia radica en que posee cualidades para integrar la preparación de alimentos, lo que convierte al tomate en un ingrediente básico en la dieta diaria.

La mayor parte de la producción de tomate riñón a nivel nacional se encuentran en las Provincias es a campo abierto, sin embargo se estima que alrededor de 1250 hectáreas de tomate riñón se cultivan bajo cubierta plástica, estas plantaciones se ubican principalmente en las provincias de Pichincha, Tungurahua, Cotopaxi, Azuay y la Región Amazónica (Cordero, 2001).

## **ASPECTOS BOTÁNICOS DEL TOMATE RIÑON (*Lycopersicum esculentum*)**

De acuerdo a (Jaramillo, 2007) menciona la siguiente clasificación botánica:

### **Ubicación Taxonómica**

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Lycopersicum*

Especie: *Esculentum*

Nombre Binomial: *Lycopersicum esculentum* Mill

### **Descripción Botánica del Tomate Riñón**

Según (Quillota, 2003), el tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva en forma anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semirecta o erecta y el crecimiento es ilimitado en las variedades indeterminadas, pudiendo ésta llegar a 10 m en un año. La ramificación es generalmente simpodial, con lo que los ejes sucesivos se desarrollan a partir de la yema axilar del eje precedente y la yema terminal da a lugar a la inflorescencia.

(Corpeño, 2004), menciona que la semilla está constituida por el embrión, un endospermo y la testa, recubierta por vellosidades, tiene forma redonda ligeramente elongada, con un diámetro entre los 3 mm y un espesor de 1 mm en la mayoría de cultivares.

Según (Olimpia, 2000), el sistema radicular del tomate consiste de una raíz principal pivotante de la que salen las raíces laterales. La planta que ha sido trasplantada produce un sistema de raíces más ramificado y superficial que llega a no distinguirse de la raíz

principal. La mayor parte de este sistema, se encuentra entre los cinco a treinta y cinco centímetros de profundidad, pero algunas raíces pueden alcanzar más de un metro.

(Veracruz, 2008), menciona que las hojas son compuestas e imparipinnadas, con folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas.

(Jaramillo, 2007), indica que el tallo que es un eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpodial) e inflorescencias. Su estructura, de fuera hacia dentro, consta de: epidermis, de la que parte hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o córtex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales.

(Santacruz, 2003), señala que la Inflorescencia, presenta un eje principal que está formado por ramas de distintos tipos, cada uno de los cuales termina en una flor. Pueden ser simples, bifurcadas y ramificadas. En una inflorescencia se pueden formar más o menos flores, lo cual dependerá de la variedad y de las condiciones del cultivo. Las flores, son hermafroditas de pedúnculos cortos. Están formadas por seis sépalos, seis pétalos amarillos unidos en su base. Se presentan generalmente seis estambres que envuelven totalmente al estilo y al estigma, lo cual contribuye a la polinización. Posee un ovario súpero, de dos a diez carpelos generalmente.

Según (Veracruz, 2008), el fruto es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpo, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable

la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto.

### **2.2.3 VARIEDADES DE TOMATE RIÑÓN**

(Donoso y Asociados, 2010), manifiestan que el tomate híbrido Dominique es una planta vigorosa, con alto número de frutos de primera clase, por lo que facilita su colocación y valoración en el mercado. Tiene abundante sistema radicular y buena cobertura foliar. Una excelente uniformidad en calibre de frutos de primera calidad. El fruto es redondo, de larga vida, el peso promedio es de 220g y se puede cosechar a partir de los 75 a 90 días desde el trasplante dependiendo de las condiciones ambientales favorables, es tolerante a Verticillum, Fusarium de razas 1, 2; ToMV. y nemátodos.

Según (Donoso y Asociados, 2010), señala que el tomate híbrido Micaela es una planta que presenta un vigor fuerte, con una maduración relativa tardía, de firmeza muy buena, soporta una alta vida de anaquel. El peso promedio por fruto oscila entre 120 a 180 g, de un fruto redondo rojo intenso, alcanza además una producción promedio de 6,0kg/planta. Micaela es una generación de dinastía de Daniela y Dominique, es una variedad de crecimiento indeterminado, muy productiva, con planta vigorosa, follaje con buena ventilación y mayor tolerancia a nematodos. Su fruta tiene mayor tamaño con larga vida muy prolongada y racimo uniforme. Los frutos tienen promedio de 190 a 250g, forma achatada profunda. Es resistente a virus de mosaico del tabaco, nematodos, fusarium raza 1 y 2.

Según (Donoso y Asociados, 2010), indica que el cultivar Fortuna es una variedad de mercado fresco, los frutos tienen un peso promedio de 200 a 220g y forma "Flat Round", requiere 85 días para la madurez. Es resistente a virus del mosaico del tabaco (Tmv), Verticillium, Fusarium 2 y nematodos. Pertenece a la casa US Agri Seeds.

(Hazera, 2011), manifiesta que el cultivar Daniela es una variedad indeterminada con fruto de larga vida, excelente calidad y alto porcentaje de frutas de primera clase, su planta es muy vigorosa con cobertura de follaje, madurez tarda con entrenudos largos, su sistema de producción es estacado. La forma del fruto es redonda con un peso promedio 120-180g de color rojo con una firmeza buena y hombros verdes. Resistente a verticilium wilt, fusarium raza 1 y 2, virus del mosaico del tabaco

(Hazera, 2011), menciona que el cultivar Nemonetta es una variedad indeterminada con fruta de larga vida, excelente calidad y alto porcentaje de frutos de primera clase. Su planta es vigorosa con buena cobertura de follaje. Es similar a Daniela pero con resistencia adicional a nematodos, de extraordinario capacidad de fecundación aun en altas temperaturas, madurez relativa, entrenudos largo su sistema de producción, de forma redonda, su peso promedio 130-180g de color rojo intenso con firmeza muy buena y hombros verde. Es resistente a verticilium wilt, fusarium raza 1 y 2, virus del mosaico del tabaco.

## **2.2 HIPÓTESIS**

- a) El volumen de una estructura como el tallo de las variedades de tomate riñón guardan una proporcionalidad con volúmenes de figuras geométricas como el cilindro.
- b) El volumen que ocupa el tallo o cualquier estructura de las variedades de tomate riñón guarda una relación matemática con su diámetro basal y su longitud.
- c) La biomasa contenida en las variedades de tomate riñón es proporcional al espacio aparente que ocupa.

## **2.4. VARIABLE DE LA HIPÓTESIS**

### **2.4.1 Variables Independientes.**

- Cultivares de tomate riñón.

### **2.4.2 Variables Dependientes de Cuantificación de Biomasa.**

#### **BIOMASA**

- Diámetro del tallo
- Longitud del tallo
- Peso de cada tallo
- Peso de la planta entera

#### **LOGÍSTICA**

- Tiempo de recolección.

## **2.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

### **CUADRO 2. VARIABLE INDEPENDIENTE: TOMATE RIÑÓN**

<b>DEFINICIÓN</b>
El tomate riñón es la hortaliza más cultivada en el mundo, por su contenido nutricional y su demanda en la dieta diaria. Se lo puede cultivar a campo abierto y en invernadero, desde el nivel del mar hasta una altura de 3200 msnm; es decir, en zonas tropicales, valles y en zonas andinas en condiciones de invernadero.

**CUADRO 3. VARIABLES DEPENDIENTES: BIOMASA**

DEFINICIÓN	DIMENSIONES	CATEGORÍAS	INDICADOR	ÍNDICE
<p><i>Biomasa:</i> Se considera biomasa a cualquier tipo de residuo obtenido de materia orgánica. Estos residuos pueden tener diversas procedencias: agrícolas, forestales y ganaderos.</p>	Cuantificación de biomasa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diámetro del tallo.</li> <li>- Longitud del tallo.</li> <li>- Peso de cada planta.</li> </ul>	<p>cm.</p> <p>cm.</p> <p>kg.</p>	<p>kg/superficie</p> <p>Se medirá el diámetro cada 10 centímetros.</p> <p>kg/planta</p>
<p><i>Procesos Logísticos.- es</i> el proceso de planificación, Implementación y control para la cuantificación correcta de biomasa aprovechable.</p>	Procesos logísticos	Tiempo de recolección.	Tiempo: horas, minutos, segundos.	Tiempo de recogida/hect área



## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 ENFOQUE**

##### **3.1.1 Enfoque cuali-cuantitativo**

En la presente investigación predomina el enfoque cuantitativo debido a que los datos obtenidos pudieron ser analizados estadísticamente para establecer patrones de comportamiento que a su vez estos podrán ser generalizados.

##### **3.1.2 Modalidad**

La modalidad de la investigación es de campo y laboratorio ya que centra en buscar los procedimientos que permiten la obtención de la biomasa disponible en los cultivos de tomate riñón.

##### **3.1.3 Tipo o nivel**

Esta investigación es de tipo exploratoria, descriptiva, explicativa ya que aplica técnicas conocidas y desarrolla nuevas técnicas para la obtención de los resultados que tienen que ver con la biomasa disponible en tomate riñón.

### **3.2 UBICACIÓN DEL ENSAYO.**

La presente investigación se realizó en la Provincia de Tungurahua, en los siguientes cantones:

**1.-**Cantón Pelileo, parroquia El Rosario, Comunidad Condorahua, propiedad del Sr. Miguel Chuncho las variedades Daniela y Micaela. El terreno se encuentra ubicado a una altitud de 2634 msnm, el área de ensayo fue de 1000m<sup>2</sup>.

**2.-**Cantón Ambato, parroquia Picaihua, Caserío Tangaiche, propiedad de la Sr. Hermelinda Chaglla la variedad Dominique. El terreno se encuentra ubicado a una altitud de 2657msnm, el área de ensayo fue de 1000m<sup>2</sup>.

**3.-** Cantón Baños, parroquia La Matriz, Comunidad Pondoá, propiedad del Sr. Guido Reyes las variedades Fortuna y Nemonetta. El terreno se encuentra ubicado a una altitud de 1947msnm, el área de ensayo fue de 5000m<sup>2</sup>.

### **3.3 CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR.**

(Galo, 2013), indica que la parroquia El Rosario del cantón Pelileo es eminentemente agrícola, en la parte media y baja de la parroquia. La principal actividad productiva es el cultivo de tomate de árbol en un 40% del total del área cultivada, otros de los cultivos importantes de la zona es el maíz que representa el 30% de la actividad agrícola, mientras que el 15% se debe al cultivo de hortalizas y tomate riñón; además es importante destacar que la temperatura promedio es de 16 grados centígrados.

(Galo, 2013), menciona que los principales productos de la parroquia Pondoá del cantón Baños son: maíz, tomate riñón y frutales para la comercialización y el consumo interno de las familias, además existe el cultivo de forraje que se utiliza en la alimentación del ganado existente en el sector; además es importante destacar que la temperatura promedio es de 15 grados centígrados.

(Pálate, 2012), indica que la parroquia Picaihua del cantón Ambato es eminentemente agrícola, Los cultivos predominantes de los agricultores del sector Tangaiche son: maíz blanco, arveja, papa de variedades Cecilia y semichola, fréjol de enrame asociado con maíz y últimamente el tomate riñón; además es importante destacar que la temperatura promedio es de 13 grados centígrados.

### **3.4 FACTORES DE ESTUDIO**

- Diámetro del tallo.
- Altura de la planta.
- Marco de plantación.

### **3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL**

En ésta investigación no se ha aplicado ningún diseño experimental específico, sin embargo se midieron estadísticamente un conjunto de variables de tipo continuó: Diámetro del tallo, Altura de la planta, Marco de plantación.

#### **Las variables respuesta fueron:**

- a) Biomasa contenida en la planta entera.

b) Tiempo de recogida por kilogramo de biomasa y por hectárea.

**CUADRO4. ESQUEMA DE MEDICIONES Y VARIABLES RESPUESTA PARA EL ANÁLISIS DENDROMÉTRICO DE LOS TALLOS DE TOMATE RIÑÓN**

<b>Número de tallos muestreados</b>	<b>Mediciones realizadas</b>	<b>Variable respuesta</b>
30	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diámetro base</li> <li>- Longitud</li> <li>- Diámetro a distintas longitudes</li> <li>- Volumen real del tallo</li> <li>- Volumen modelo</li> <li>- Factor de forma</li> <li>- Altura de la planta</li> <li>- Marco de plantación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Función de volumen</li> <li>- Factor de forma</li> <li>- Biomasa residual por tallo</li> <li>- Tiempo de recogida de la biomasa residual (logística)</li> <li>- Biomasa total por planta</li> <li>- Factor de ocupación</li> </ul>

**3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se realizó un análisis estadístico fundamentado en tres bases:

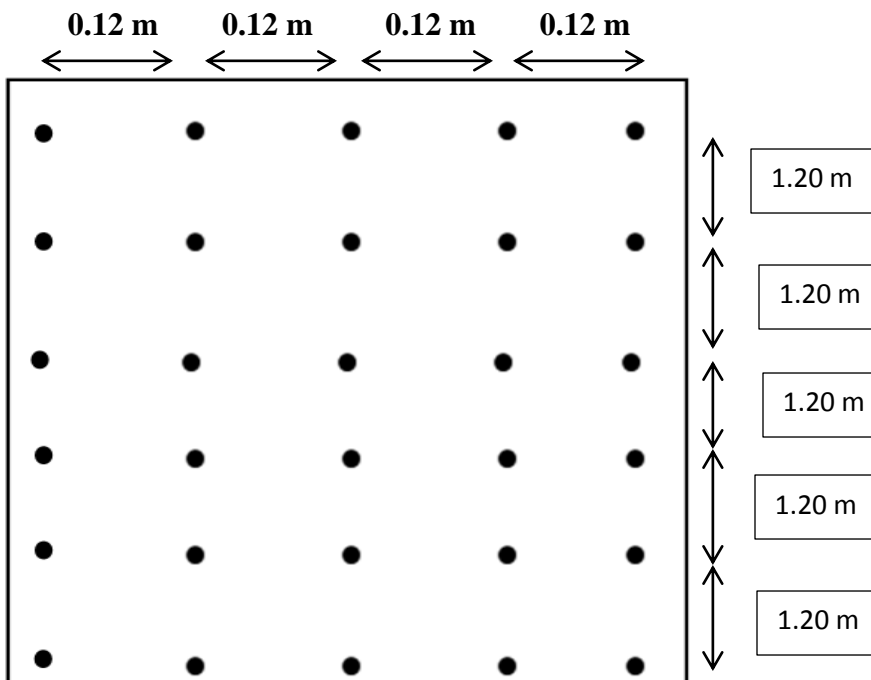
1. Análisis unidimensional de las variables cuantitativas: medias, coeficientes de curtosis, a partir de los cuales se analizó la normalidad de los datos.
2. Se realizó un análisis multidimensional de la variables cuantitativas (factores) a partir de la comparación de cada par de variables a partir del coeficiente de correlación de

Pearson que nos indicará las relaciones entre variables ya sean positivas, negativas o neutras.

3. Se desarrolló modelos de regresión para predecir las variables respuestas en base a las mediciones realizadas.
4. Se realizó la comparación de volumen en las cinco variedades estudiadas.

### 3.7 DISEÑO O ESQUEMA DE CAMPO

#### 3.7.1 Plano de las distancias de siembra para las cinco variedades del cultivo de tomate riñón en los tres cantones



### **3.8 DATOS TOMADOS**

El objetivo del proceso de medida fue determinar la biomasa que contiene una planta entera. La cubicación del tallo resultó sencilla, aplicando métodos plenamente desarrollados en mensura forestal, determinando diámetros a distintas alturas del tallo y longitud total.

- 1 Medición del tallo principal aplicando métodos dendrométricos tradicionales, con los que se obtuvo el volumen del mismo

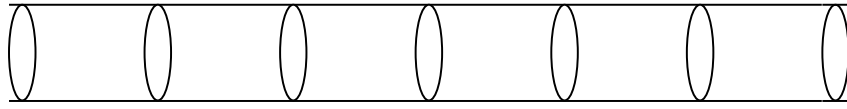
#### **3.8.1 Análisis dendrométricos de los tallos**

Los análisis dendrométricos para la cubicación de tallo se realizó de la siguiente manera:

El volumen de cada tallo  $V_i$  de las variedades analizadas se determinó a partir de un coeficiente mórfo  $f$ , cociente entre el volumen real y un volumen geométrico modelo tomado como referencia para una rama o tallo.

$$f = \frac{\text{Volumen real de la estructura analizada}}{\text{Volumen del modelo}}$$

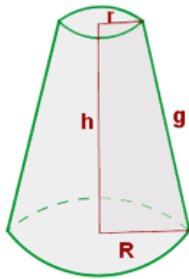
Para el cálculo del volumen real de un tallo se dividió en partes iguales, tal como indica la Figura 3, midiendo el diámetro ecuatorial de la sección de forma que obtenemos un diámetro inicial y final para cada intervalo.



$$d_1 d_2 d_3 d_4 d_5 d_6 d_i$$

Figura 3. Mediciones de diámetros cada cierto intervalo

Cada sección pudo ser considerada como un tronco de cono, cuyo volumen se calculó por la ecuación (volumen de cono truncado) o por la ecuación de (Ecuación de Smailan). La suma de todos los volúmenes de cada una de las porciones tomadas dió como resultado el volumen real de la rama.



$$V = \frac{1}{3} \pi (R^2 + Rr + r^2) h$$

Figura 4. Sección de un tronco de cono, donde R = radio mayor; r = radio menor; h= longitud del intervalo

$$V_i = \pi \cdot h \cdot R_a^2 \text{ donde } R_a = \frac{R+r}{2}$$

$$V_{real} = \sum_1^i V_i$$

El cálculo del volumen modelo se realizó aplicando la fórmula del cilindro a partir del diámetro de la base (d) y la longitud (L) de la rama.

$$V_{cilindro} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L$$

En principio el coeficiente mórfoico debe ser un parámetro característico de la especie y clase diamétrica. No obstante, para cada una de las determinaciones realizadas existe una variabilidad estadística, donde se determinó la media y la dispersión para cada uno de los casos. Como puede observarse la obtención del coeficiente mórfoico  $f$  permite determinar el volumen de cualquier estructura midiendo su diámetro basal y longitud.

Junto con el volumen y los distintos coeficientes de forma se determinó la humedad de algunas ramas recién cortadas, donde se obtuvo la evolución de la misma secándose al aire y en estufa. Una vez secos los materiales, se determinó la densidad y biomasa seca. Por otra parte se analizó los modelos de regresión que definen funciones de volumen, considerando como variable dependiente el volumen total de la estructura ( $V$ ) en  $\text{cm}^3$  y como variables independientes el diámetro ( $D$ ), en cm y longitud ( $H$ ) en cm.

### **3.9 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA**

Con la información recolectada en el campo la procesamos mediante el programa Statgraphics, pero para ello previamente las ordenamos en cuadros de Excel para poder llevarlo al programa y proceder a hacer los estudios correspondientes.

En Statgraphics se realizó cuadros estadísticos y así poder complementar los resultados obtenidos y comenzar a conseguir las conclusiones del estudio propuesto.



### **3.10 MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN**

Se seleccionaron cinco variedades de cultivos de tomate riñón ya establecido, dentro de él se identificaron 30 plantas ubicadas en un solo bloque. El proceso de investigación se inició luego de la finalización del cultivo. Se realizaron montones con las plantas extraídas y se colocaron en los caminos más cercanos del cultivo, con esto se pudo tomar tiempos de recolección de las plantas muestreadas, así también con la ayuda de eslingas y un dinamómetro se formó paquetes con lo que se pudo tomar datos de peso de tallos. Se trasladaron los tallos (planta completa) seleccionados al laboratorio con lo cual se realizó las distintas prácticas de volumen de tallos, contenido de agua, cenizas, otros.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 ANÁLISIS DENDROMÉTRICO DE TALLOS DE TOMATE RIÑÓN

Inicialmente se realizó una caracterización dendrométrica de los tallos de tomate riñón con el objetivo de determinar la forma y el volumen a partir de datos fácilmente medibles, como son el diámetro de su base y la longitud. Se pretende la obtención de funciones de volumen que nos permitirá hacer cálculos rápidos de biomasa total de la planta. En el Cuadro 5 se muestra un análisis estadístico de las variables medidas en los tallos.

CUADRO 5. DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS MEDIDOS EN LOS TALLOS DE TOMATE RIÑÓN VARIEDAD DANIELA

	<b>Volumen (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Longitud (cm)</b>
Frecuencia	30	30	30
Media	260,755	1,27613	258,333
Varianza	3653,94	0,0244866	690,23
Desviación típica	60,4478	0,156482	26,2722
Mínimo	169,92	1,015	200,0
Máximo	381,79	1,557	300,0
Rango	211,87	0,542	100,0
Coefficiente de asimetría	1,28972	0,178322	-0,413561
Coefficiente de curtosis	-0,880461	-0,99557	-0,817363

Como se puede observar en el Cuadro 5 los coeficientes de asimetría y curtosis están dentro del intervalo entre -2 y +2 en cada uno de las variables, por ello consideramos que las mediciones tomadas en los respectivos parámetros se asemejan lo suficiente a una distribución normal.

Para una mayor precisión de las funciones de volumen se ha calculado una específica para la variedad Daniela, donde los tallos pertenecen a una clase diamétrica distinta. La relación entre el volumen con el diámetro y longitud de los tallos en la variedad Daniela se muestran en el Cuadro 6. En ésta se observa que el coeficiente de determinación  $r^2$  es alto, de 63%. Esto es el porcentaje de variabilidad que explica la función obtenida. Por otra parte el error medio obtenido es de 26,8794  $\text{cm}^3$  siendo su desviación típica de 32,4699  $\text{cm}^3$ .

CUADRO 6. MODELO DE REGRESIÓN PARA LOS TALLOS DE LA VARIEDAD DANIELA

Ecuación	EMA ( $\text{cm}^3$ )	DTE ( $\text{cm}^3$ )	$r^2$	p-Valor
$VVD = -153,509 + 1,59592 * L$	26,8794	32,4699	63	<0.05

EMA: error medio absoluto

DTE: desviación típica de los errores

$R^2$ : coeficiente de determinación

VVD: Volumen del tallo variedad Daniela ( $\text{cm}^3$ )

L: Longitud (cm)

CUADRO 7. DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS MEDIDOS EN  
LOS TALLOS DE TOMATE RIÑÓN VARIEDAD DOMINIQUE

	<b>Volumen (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Longitud (cm)</b>
Frecuencia	30	30	30
Media	239,492	1,39363	251,0
Varianza	7349,59	0,0817031	1195,52
Desviación típica	85,7297	0,285837	34,5763
Mínimo	92,63	0,339	170,0
Máximo	467,31	1,888	320,0
Rango	374,68	1,549	150,0
Coficiente de asimetría	1,80452	-1,4781	-0,261891
Coficiente de curtosis	0,741089	1,07751	0,280718

Como se puede observar en el Cuadro 7 los coeficientes de asimetría y curtosis están dentro del intervalo entre -2 y +2 en cada uno de las variables, por ello consideramos que las mediciones tomadas en los respectivos parámetros se asemejan lo suficiente a una distribución normal.

Para una mayor precisión de las funciones de volumen se ha calculado una específica para la variedad Dominique, donde los tallos pertenecen a una clase diamétrica distinta. La relación entre el volumen con el diámetro y longitud de los tallos en la variedad Dominique se muestran en el Cuadro 8. En ésta se observa que el coeficiente de determinación  $r^2$  es alto, de 77%. Esto es el porcentaje de variabilidad que explica la función obtenida. Por otra parte el error medio obtenido es de 23,1636 cm<sup>3</sup> siendo su desviación típica de 34,2827 cm<sup>3</sup>.

CUADRO 8. MODELO DE REGRESIÓN PARA LOS TALLOS DE LA VARIEDAD  
DOMINIQUE

Ecuación	EMA (cm <sup>3</sup> )	DTE (cm <sup>3</sup> )	r <sup>2</sup>	p-Valor
$VVD = 7,28377 + 0,621329 * D_L$	23,1636	34,2827	77	<0.05

EMA: error medio absoluto

DTE: desviación típica de los errores

R<sup>2</sup>: coeficiente de determinación

VVD: Volumen del tallo variedad Dominique (cm<sup>3</sup>)

L: Longitud (cm)

D: Diámetro (cm<sup>3</sup>)

CUADRO 9. DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS MEDIDOS EN  
LOS TALLOS DE TOMATE RIÑÓN VARIEDAD FORTUNA

	<b>Volumen</b> (cm <sup>3</sup> )	<b>Diámetro</b> (cm)	<b>Longitud</b> (cm)
Frecuencia	30	30	30
Media	292,651	1,62847	233,333
Varianza	3113,97	0,0421054	1133,33
Desviación típica	55,803	0,205196	33,665
Mínimo	170,7	1,259	180,0
Máximo	427,03	2,089	300,0
Rango	256,33	0,83	120,0
Coeficiente de asimetría	0,00184596	1,13923	-0,120774
Coeficiente de curtosis	0,228629	-0,300719	-0,516329

Como se puede observar en el Cuadro 9 los coeficientes de asimetría y curtosis están dentro del intervalo entre -2 y +2 en cada uno de las variables, por ello consideramos que las mediciones tomadas en los respectivos parámetros se asemejan lo suficiente a una distribución normal.

Para una mayor precisión de las funciones de volumen se ha calculado una específica para la variedad Fortuna, donde los tallos pertenecen a una clase diamétrica distinta. La relación entre el volumen con el diámetro y longitud de los tallos en la variedad Fortuna se muestran en el Cuadro 10. En ésta se observa que el coeficiente de determinación  $r^2$  es alto, de 79%. Esto es el porcentaje de variabilidad que explica la función obtenida. Por otra parte el error medio obtenido es de 32,8034  $\text{cm}^3$  siendo su desviación típica de 39,3194  $\text{cm}^3$ .

CUADRO 10. MODELO DE REGRESIÓN PARA LOS TALLOS DE LA VARIEDAD FORTUNA

Ecuación	EMA ( $\text{cm}^3$ )	DTE ( $\text{cm}^3$ )	$r^2$	p-Valor
$VVF = 17,7972 + 0,685946 * D * L$	32,8034	39,3194	79	<0.05

EMA: error medio absoluto

DTE: desviación típica de los errores

$R^2$ : coeficiente de determinación

VVF: Volumen del tallo variedad fortuna ( $\text{cm}^3$ )

L: Longitud (cm)

D: Diámetro ( $\text{cm}^3$ )

CUADRO 11. DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS MEDIDOS EN LOS TALLOS DE TOMATE RIÑÓN VARIEDAD MICAELA

	<b>Volumen (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Longitud (cm)</b>
Frecuencia	30	30	30
Media	253,686	1,09233	220,667
Varianza	5498,46	0,0642875	1778,85
Desviación típica	74,1516	0,25355	42,1764
Mínimo	82,23	0,63	130,0
Máximo	395,05	1,96	290,0
Rango	312,82	1,33	160,0
Coefficiente de asimetría	-0,855378	3,48821	-1,08262
Coefficiente de curtosis	-0,0996193	4,87099	-0,571715

Como se puede observar en el Cuadro 11 los coeficientes de asimetría y curtosis están dentro del intervalo entre -2 y +2 en cada uno de las variables, por ello consideramos que las mediciones tomadas en los respectivos parámetros se asemejan lo suficiente a una distribución normal.

Para una mayor precisión de las funciones de volumen se ha calculado una específica para la variedad Micaela, donde los tallos pertenecen a una clase diamétrica distinta. La relación entre el volumen con el diámetro y longitud de los tallos en la variedad Micaela se muestran en el Cuadro 12. En ésta se observa que el coeficiente de determinación  $r^2$  es alto, de 86%. Esto es el porcentaje de variabilidad que explica la función obtenida. Por otra parte el error medio obtenido es de 22,6637 cm<sup>3</sup> siendo su desviación típica de 30,3709 cm<sup>3</sup>.

CUADRO 12. MODELO DE REGRESIÓN PARA LOS TALLOS DE LA VARIEDAD

MICAELA

Ecuación	EMA (cm <sup>3</sup> )	DTE (cm <sup>3</sup> )	r <sup>2</sup>	p-Valor
$VVM = -3510,68 + 7090,91 * D - 3489,46$ $* D\_2 - 33,4778 * D\_L + 17,4543$ $* L + 16,7444 * L\_D\_2$	22,6637	30,3709	86	<0.05

EMA: error medio absoluto

DTE: desviación típica de los errores

R<sup>2</sup>: coeficiente de determinación

VVM: Volumen del tallo variedad fortuna (cm<sup>3</sup>)

L: Longitud (cm)

D: Diámetro (cm<sup>3</sup>)

CUADRO 13. DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA DE LOS PARÁMETROS MEDIDOS EN  
LOS TALLOS DE TOMATE RIÑÓN VARIEDAD NEMONETTA

	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Diámetro (cm)	Longitud (cm)
Frecuencia	30	30	30
Media	292,045	1,28663	250,333
Varianza	5802,46	0,0198901	1492,99
Desviación típica	76,1739	0,141032	38,6392
Mínimo	102,77	1,011	150,0
Máximo	427,05	1,676	320,0
Rango	324,28	0,665	170,0
Coficiente de asimetría	-0,772099	0,358378	-1,53847
Coficiente de curtosis	0,116213	1,39503	0,40442



Como se puede observar en el Cuadro 13 los coeficientes de asimetría y curtosis están dentro del intervalo entre -2 y +2 en cada uno de las variables, por ello consideramos que las mediciones tomadas en los respectivos parámetros se asemejan lo suficiente a una distribución normal.

Para una mayor precisión de las funciones de volumen se ha calculado una específica para la variedad Nemonetta, donde los tallos pertenecen a una clase diamétrica distinta. La relación entre el volumen con el diámetro y longitud de los tallos en la variedad Nemonetta se muestran en el Cuadro 14. En ésta se observa que el coeficiente de determinación  $r^2$  es alto, de 72%. Esto es el porcentaje de variabilidad que explica la función obtenida. Por otra parte el error medio obtenido es de 30,0882  $\text{cm}^3$  siendo su desviación típica de 37,3531  $\text{cm}^3$ .

CUADRO 14. MODELO DE REGRESIÓN PARA LOS TALLOS DE LA VARIEDAD NEMONETTA

Ecuación	EMA ( $\text{cm}^3$ )	DTE ( $\text{cm}^3$ )	$r^2$	p-Valor
$VVN = -1792,97 + 2711,31 * D - 9,62071 * D_L + 0,0267576 * L_2$	30,0882	37,3531	72	<0.05

EMA: error medio absoluto  
DTE: desviación típica de los errores  
 $R^2$ : coeficiente de determinación  
VVN: Volumen del tallo variedad fortuna ( $\text{cm}^3$ )  
L: Longitud (cm)  
D: Diámetro ( $\text{cm}^3$ )

Para el análisis de la forma del tallo se ha evaluado el factor de forma que es la relación entre el volumen real y el volumen modelo tales como el cilindro, obtenidos a partir de la base y la longitud del tallo. Como se puede observar en el Cuadro 15.

CUADRO 15. CÁLCULO DE FACTOR DE FORMA DEL CILINDRO PARA CADA UNA DE LAS VARIEDADES ESTUDIADAS

	Daniela	Dominique	fortuna	Micaela	Nemonetta
Media	335,697347	401,362505	489,687063	216,388246	329,438542
Desviación tip.	89,9912237	167,423197	127,172809	127,437728	88,4101785

#### 4.2 BIOMASA Y SU DISTRIBUCIÓN EN CADA UNA DE LAS VARIEDADES

Para el cálculo del volumen de la planta entera. En el Cuadro 16 se muestran el diámetro medio, longitud media y volumen de los tallos que ocupan cada variedad, el volumen ocupado por cada una de las variedades fue calculado a partir de la aplicación de las funciones de volumen anteriormente obtenidas. Se puede observar que la variedad Fortuna y la variedad Nemonetta presentan mayor volumen de biomasa que las tres variedades. En la figura 5 se muestra la distribución de la biomasa de cada una de las variedades dentro de la planta. Como se puede observar la mayor parte de biomasa se encuentra en las variedades Fortuna y Nemonetta 21% y posteriormente las siguientes variedades como la Daniela con 19%, seguido de Micaela con el 18% y finalmente la variedad Dominique con el 17%.

CUADRO 16. DIÁMETRO, LONGITUD, Y VOLUMEN PARA CADA UNA DE LAS VARIEDADES

	Diámetro (cm)		Longitud (cm)		Volumen (cm <sup>3</sup> )	
	$\bar{x}$	$\Sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
Daniela	1,276	0,15648196	258,333	26,2722265	260,75	60,4484885
Dominique	1,39	0,28587933	251,00	34,5762526	239,49	85,7300836
Fortuna	1,63	0,20519608	233,33	33,6650165	292,65	55,8031495
Micaela	1,09	0,25349522	220,67	42,176422	253,68	74,1522633
Nemonetta	1,29	0,14103227	250,33	38,6392094	292,05	76,1737105

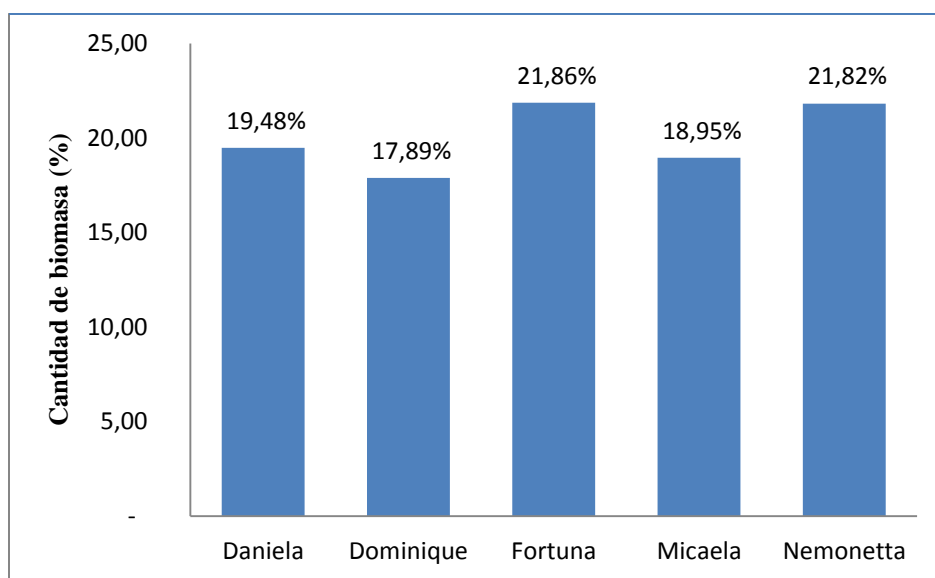


Figura 5. Distribución de la biomasa en cada variedad

### 4.3 CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LA BIOMASA

En este apartado se muestran los parámetros físicos de porcentaje de humedad, densidad, porcentaje de ceniza del material lignocelulósico del tomate riñón. Los datos medios y desviaciones típicas se muestran en el Cuadro 17.

CUADRO 17. MEDIA Y DESVIACIÓN TÍPICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DEL MATERIAL LIGNOCELULÓSICO DEL TOMATE RIÑÓN VARIEDAD DANIELA

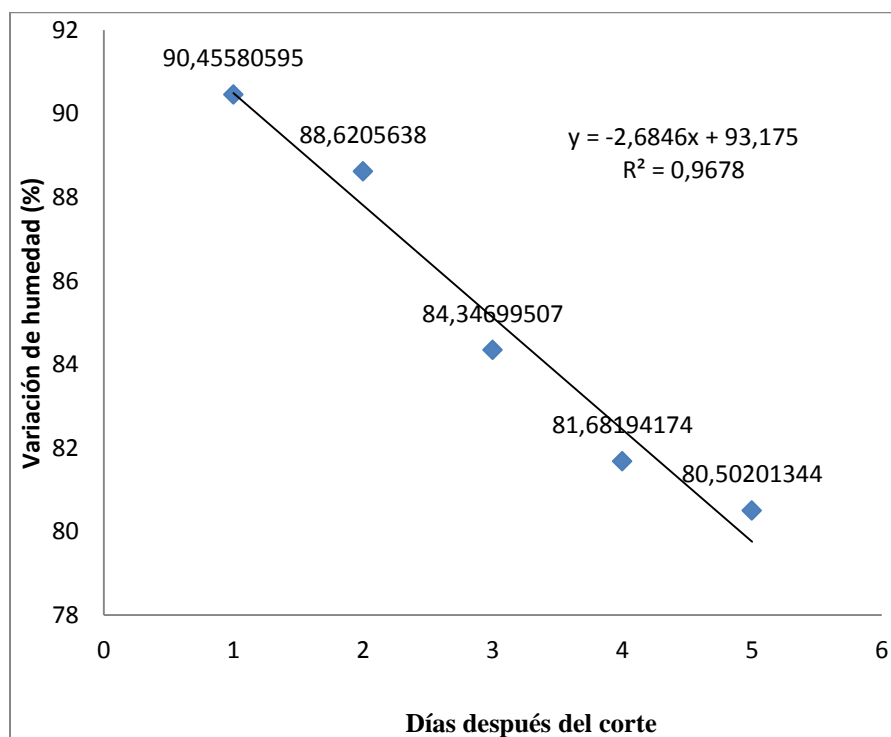
	$\bar{x}$	$\sigma$
Humedad %	85,12	4,31
Cenizas %	3,23	0,22
Densidad Húmeda g/cm <sup>3</sup>	0,62	0,09
Densidad Seco g/cm <sup>3</sup>	0,47	0,07

$\bar{x}$  : Media

$\sigma$  : Desviación típica.

Los valores de densidad nos permiten determinar la cantidad de biomasa (kg) a partir de las funciones de volumen anteriormente calculadas. Por ejemplo, el contenido de materia seca por planta es de 29.08g, es decir aproximadamente 0.02 kg.

Vemos que el alto contenido de humedad hace que exista una gran diferencia entre la densidad seca y la densidad húmeda. La humedad media de las muestras recién cortadas es del 85%. Esta humedad resulta elevada para los procesos de combustión directa en caldera lo que obliga a realizar un proceso de secado para el aprovechamiento energético de esta biomasa. Como se observó en la Figura 6, mediante la fórmula;  $y = -2,6846x + 93,175$  se despejó la variable días, con lo que se determinó que es necesario esperar 34 días para una desecación al aire libre.



**Figura 6. Variación de humedad tras los primeros días transcurridos después del corte de la planta variedad Daniela**

**CUADRO 18. MEDIA Y DESVIACIÓN TÍPICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DEL MATERIAL LIGNOCELULOSICO DEL TOMATE RIÑON VARIEDAD DOMINIQUE**

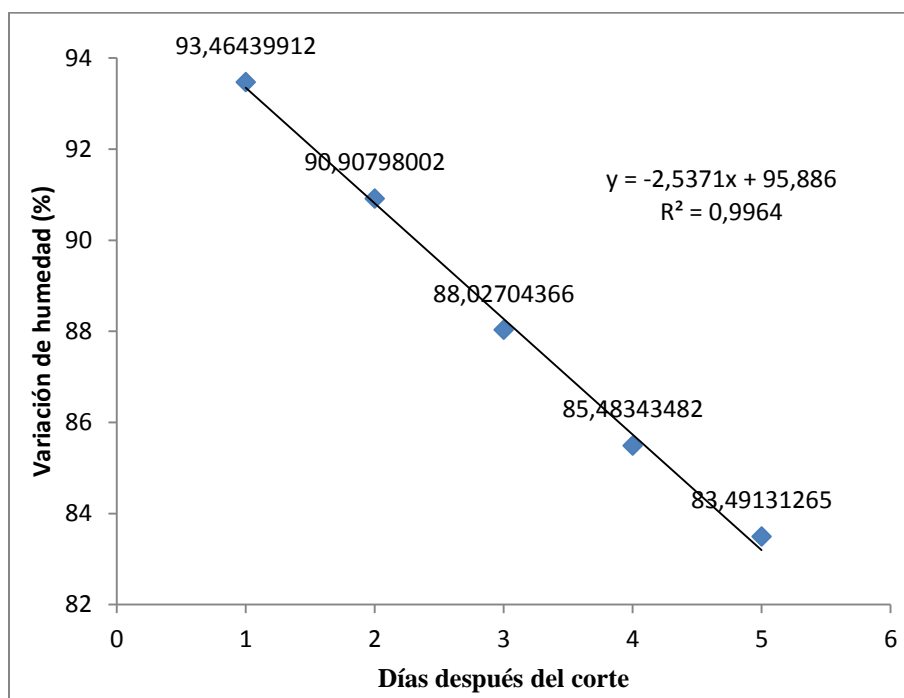
	$\bar{x}$	$\sigma$
Humedad %	88,27	4,01
Cenizas %	3,68	0,20
Densidad Húmeda g/cm <sup>3</sup>	0,69	0,04
Densidad Seco g/cm <sup>3</sup>	0,51	0,07

$\bar{x}$  : Media.

$\sigma$  : Desviación típica.

Los valores de densidad nos permiten determinar la cantidad de biomasa (kg) a partir de las funciones de volumen anteriormente calculadas. Por ejemplo, el contenido de materia seca por planta es de 19.85 g, es decir aproximadamente 0.01 kg.

Vemos que el alto contenido de humedad hace que exista una gran diferencia entre la densidad seca y la densidad húmeda. La humedad media de las muestras recién cortadas es del 88%. Esta humedad resulta elevada para los procesos de combustión directa en caldera lo que obliga a realizar un proceso de secado para el aprovechamiento energético de esta biomasa. Como se observa en la Figura 7, mediante la fórmula;  $y = -2,5371x + 95,886$  se despeja la variable días, con lo que se determinó que es necesario esperar 37 días para una desecación al aire libre.



**Figura 7. Variación de humedad tras los primeros días transcurridos después del corte de la planta variedad Dominique**

CUADRO 19. MEDIA Y DESVIACIÓN TÍPICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS  
DEL MATERIAL LIGNOCELULOSICO DEL TOMATE RIÑÓN  
VARIEDAD FORTUNA

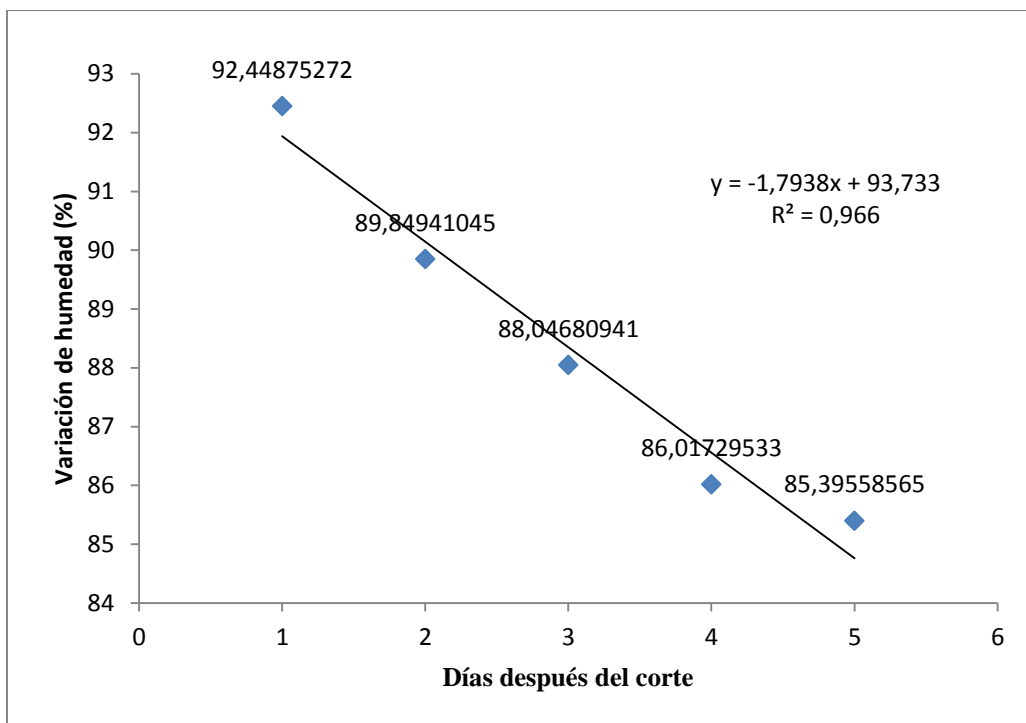
	$\bar{x}$	$\sigma$
Humedad %	88,35	2,88
Cenizas %	3,15	0,27
Densidad Húmeda g/cm <sup>3</sup>	0,65	0,06
Densidad Seco g/cm <sup>3</sup>	0,54	0,11

$\bar{x}$  : Media.

$\sigma$  : Desviación típica.

Los valores de densidad nos permiten determinar la cantidad de biomasa (kg) a partir de las funciones de volumen anteriormente calculadas. Por ejemplo, el contenido de materia seca por planta es de 22.07 g, es decir aproximadamente 0.02 kg.

Vemos que el alto contenido de humedad hace que exista una gran diferencia entre la densidad seca y la densidad húmeda. La humedad media de las muestras recién cortadas es del 88%. Esta humedad resulta elevada para los procesos de combustión directa en caldera lo que obliga a realizar un proceso de secado para el aprovechamiento energético de esta biomasa. Como se observar en la Figura 8, mediante la fórmula;  $y = -1,7938x + 93,733$  se despejo la variable días, con lo que se determinó que es necesario esperar 52 días para una desecación al aire libre.



**Figura 8. Variación de humedad tras los primeros días transcurridos después del corte de la planta variedad Fortuna**

**CUADRO 20. MEDIA Y DESVIACIÓN TÍPICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DEL MATERIAL LIGNOCELULOSICO DEL TOMATE RIÑÓN VARIEDAD MICAELA**

	$\bar{x}$	$\sigma$
Humedad %	88,77	3,74
Cenizas %	3,40	0,64
Densidad Húmeda g/cm <sup>3</sup>	0,63	0,06
Densidad Seco g/cm <sup>3</sup>	0,44	0,08

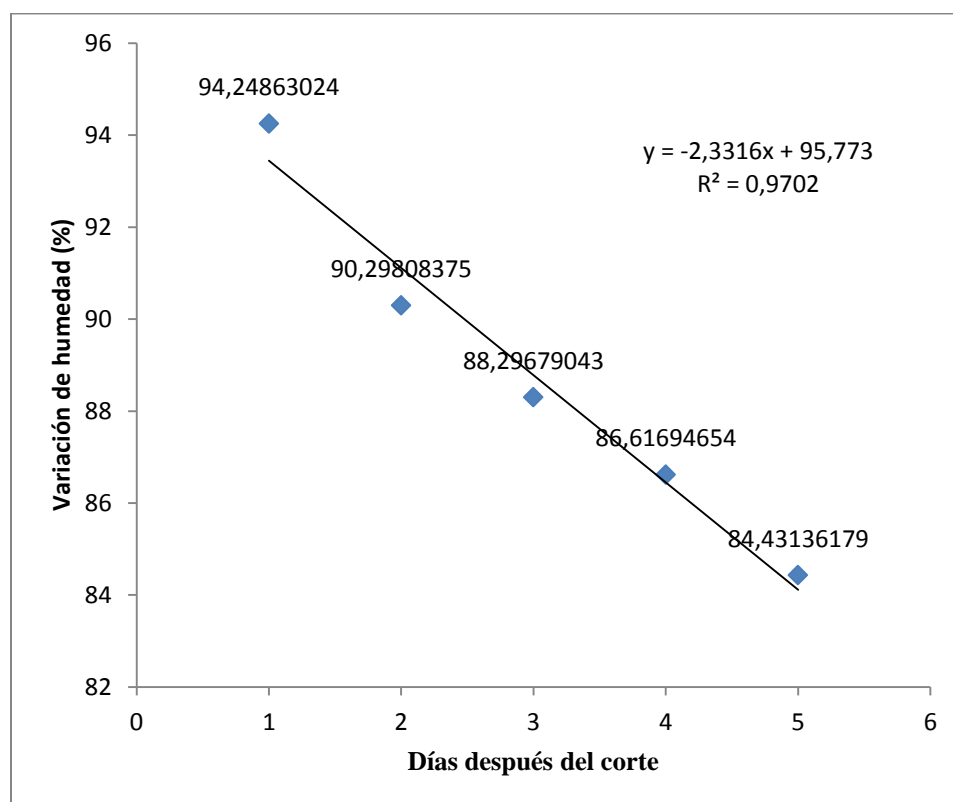
$\bar{x}$  : Media

$\sigma$  : Desviación típica.



Los valores de densidad nos permiten determinar la cantidad de biomasa (kg) a partir de las funciones de volumen anteriormente calculadas. Por ejemplo, el contenido de materia seca por planta es de 35.91 g, es decir aproximadamente 0.03 kg.

Vemos que el alto contenido de humedad hace que exista una gran diferencia entre la densidad seca y la densidad húmeda. La humedad media de las muestras recién cortadas es del 88%. Esta humedad resulta elevada para los procesos de combustión directa en caldera lo que obliga a realizar un proceso de secado para el aprovechamiento energético de esta biomasa. Como se observa en la Figura 9, mediante la fórmula;  $y = -2,3316x + 95,773$  se despeja la variable días, con lo que se determinó que es necesario esperar 41 días para una desecación al aire libre.



**Figura 9. Variación de humedad tras los primeros días transcurridos después del corte de la planta variedad Micaela**

CUADRO 21. MEDIA Y DESVIACIÓN TÍPICA DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS  
 DEL MATERIAL LIGNOCELULOSICO DEL TOMATE RIÑÓN  
 VARIEDAD NEMONETTA

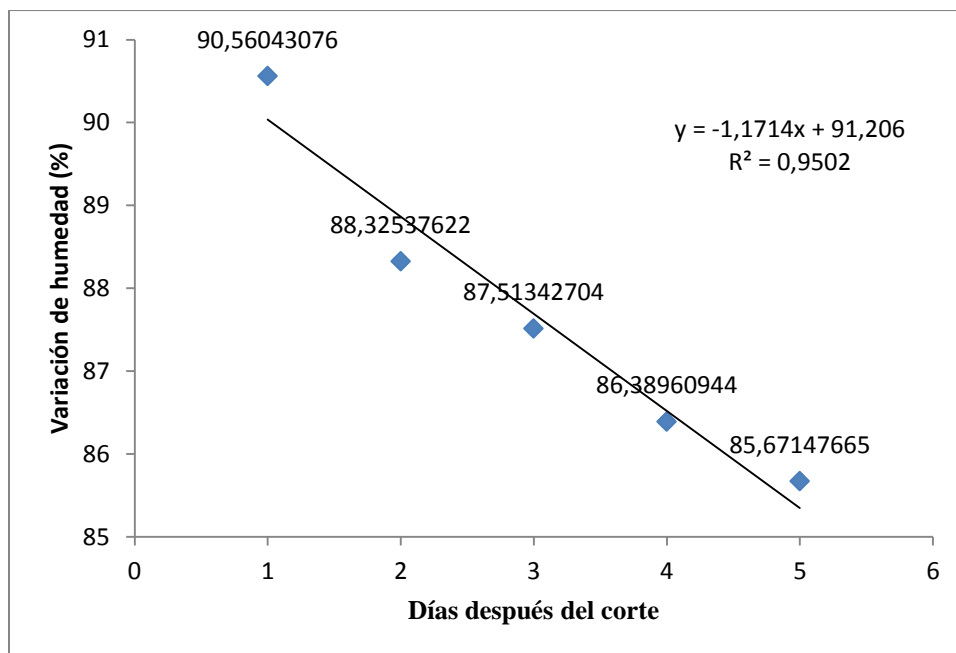
	$\bar{x}$	$\sigma$
Humedad %	87,69	1,89
Cenizas %	3,40	0,14
Densidad Húmeda g/cm <sup>3</sup>	0,59	0,07
Densidad Seco g/cm <sup>3</sup>	0,53	0,10

$\bar{x}$  : Media

$\sigma$  : Desviación típica.

Los valores de densidad nos permiten determinar la cantidad de biomasa (kg) a partir de las funciones de volumen anteriormente calculadas. Por ejemplo, el contenido de materia seca por planta es de 32.42 g, es decir aproximadamente 0.03 kg.

Vemos que el alto contenido de humedad hace que exista una gran diferencia entre la densidad seca y la densidad húmeda. La humedad media de las muestras recién cortadas es del 87%. Esta humedad resulta elevada para los procesos de combustión directa en caldera lo que obliga a realizar un proceso de secado para el aprovechamiento energético de esta biomasa. Como se observar en la Figura 10, mediante la fórmula;  $y = -1,1714x + 91,206$  se despejo la variable días, con lo que se determinó que es necesario esperar 77 días para una desecación al aire libre.



**Figura 10. Variación de humedad tras los primeros días transcurridos después del corte de la planta variedad micaela**

#### 4.4 LOGÍSTICA

**CUADRO 22. DESCRIPCIÓN ANÁLISIS EN TIEMPOS DE (DESENTERRADA) SACADA DEL TOMATE RIÑÓN VARIEDAD DANIELA**

<b>Estadísticas</b>	<b>Valor</b>
<b>Frecuencia</b>	30
<b>Media</b>	0,0176574
<b>Varianza</b>	0,00000210559
<b>Desviación típica</b>	0,00145107
<b>Mínimo</b>	0,0136111
<b>Máximo</b>	0,0197222
<b>Rango</b>	0,00611111
<b>Coefficiente de Asimetría</b>	-1,04072
<b>Coefficiente de Curtosis</b>	0,517778

En el cuadro 22 muestra el resumen estadístico para el tiempo de corte en minutos, incluye las medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma, en este caso, el valor del coeficiente de asimetría estandarizado es de -1,04072 y está dentro del rango esperado para los datos de una distribución normal.

CUADRO 23. DESCRIPCIÓN ANÁLISIS EN TIEMPOS DE (DESENTERRADA)  
SACADA DEL TOMATE RIÑÓN VARIEDAD DOMINIQUE

<b>Estadísticas</b>	<b>Valor</b>
<b>Frecuencia</b>	30
<b>Media</b>	0,0151296
<b>Varianza</b>	6,69079
<b>Desviación típica</b>	0,000817973
<b>Mínimo</b>	0,0138889
<b>Máximo</b>	0,0163889
<b>Rango</b>	0,0025
<b>Coefficiente de Asimetría</b>	-0,365931
<b>Coefficiente de Curtosis</b>	-1,2971

En el cuadro 23 muestra el resumen estadístico para el tiempo de corte en minutos, incluye las medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma, en este caso, el valor del coeficiente de asimetría estandarizado es de -0,365931 y está dentro del rango esperado para los datos de una distribución normal.

CUADRO 24. DESCRIPCIÓN ANÁLISIS EN TIEMPOS DE (DESENTERRADA)  
SACADA DEL TOMATE RIÑÓN VARIEDAD FORTUNA

<b>Estadísticas</b>	<b>Valor</b>
<b>Frecuencia</b>	30
<b>Media</b>	0,0160741
<b>Varianza</b>	4,18973
<b>Desviación típica</b>	0,000647281
<b>Mínimo</b>	0,0152778
<b>Máximo</b>	0,0172222
<b>Rango</b>	0,00194444
<b>Coefficiente de Asimetría</b>	-0,241206
<b>Coefficiente de Curtosis</b>	-1,68273

En el cuadro 24 muestra el resumen estadístico para el tiempo de corte en minutos, incluye las medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma, en este caso, el valor del coeficiente de asimetría estandarizado es de -0,241206y está dentro del rango esperado para los datos de una distribución normal.

CUADRO 25. DESCRIPCIÓN ANÁLISIS EN TIEMPOS DE (DESENTERRADA)  
SACADA DEL TOMATE RIÑÓN VARIEDAD MICAELA

<b>Estadísticas</b>	<b>Valor</b>
<b>Frecuencia</b>	30
<b>Media</b>	0,0146852
<b>Varianza</b>	2,64652
<b>Desviación típica</b>	0,000514443
<b>Mínimo</b>	0,0138889
<b>Máximo</b>	0,0152778
<b>Rango</b>	0,00138889
<b>Coefficiente de Asimetría</b>	-0,782189
<b>Coefficiente de Curtosis</b>	-1,3716

En el cuadro 25 muestra el resumen estadístico para el tiempo de corte en minutos, incluye las medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma, en este caso, el valor del coeficiente de asimetría estandarizado es de -0,782189 y está dentro del rango esperado para los datos de una distribución normal.

**CUADRO 26. DESCRIPCIÓN ANÁLISIS EN TIEMPOS DE (DESENTERRADA)  
SACADA DEL TOMATE RIÑÓN VARIEDAD NEMONETTA**

<b>Estadísticas</b>	<b>Valor</b>
<b>Frecuencia</b>	30
<b>Media</b>	0,0156296
<b>Varianza</b>	7,49964
<b>Desviación típica</b>	0,000866005
<b>Mínimo</b>	0,0138889
<b>Máximo</b>	0,0163889
<b>Rango</b>	0,0025
<b>Coefficiente de Asimetría</b>	-1,91952
<b>Coefficiente de Curtosis</b>	-0,723782

En el cuadro 26 muestra el resumen estadístico para el tiempo de corte en minutos, incluye las medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma, en este caso, el valor del coeficiente de asimetría estandarizado es de -1,91952 y está dentro del rango esperado para los datos de una distribución normal.

#### **4.5 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

- a) El volumen de una estructura como el tallo de las variedades de tomate riñón guarda una proporcionalidad con volúmenes de figuras geométricas como el cilindro. La constante de proporcionalidad se denomina factor de forma, esta hipótesis al haber realizado el análisis se demostró que las variedades Daniela se ajustan bien a un modelo cilíndrico (F. cilindro: Media: 335,69; Desviación Típica: 89,99).

- b) El volumen que ocupa el tallo o cualquier estructura de las variedades de tomate riñón guarda una relación matemática con su diámetro basal y su longitud. Esa relación se va a definir en este trabajo a través de una ecuación, luego de haber realizados los análisis y cálculos correspondientes se llegó a determinar la siguiente ecuación de la variedad Dominique  $VVD = 7,28377 + 0,621329 * D_L$  y la variedad fortuna  $VVF = 17,7972 + 0,685946 * D_L$  en donde nos da constancia que guarda relación el volumen del tallo con el diámetro basal y su longitud.
- c) La biomasa contenida en las plantas estudiadas es proporcional al espacio aparente que ocupa. La constante de proporcionalidad se denomina factor de ocupación, se llegó a determinar que es proporcional el espacio aparente que ocupa las plantas estudiadas con su biomasa contenida, el contenido de materia seca por planta para la variedad Daniela es de  $29,084 * 0.7 = 203588$  g, es decir aproximadamente 0,020 kg. Dominique  $19,85 * 0.7 = 13895$  g, es decir aproximadamente 0,013 kg. Fortuna  $22,07 * 0.7 = 15449$  g, es decir aproximadamente 0,015 kg. Micaela  $35,91 * 0.7 = 25137$  g, es decir aproximadamente 0,025 kg. Nemonetta  $32,42 * 0.7 = 22694$  g, es decir aproximadamente 0,022 kg.



## CAPÍTULO V

### 5.1 CONCLUSIONES

Al término del trabajo de investigación “cuantificación y logística de la biomasa disponible del cultivo de tomate riñón (*licopersicum esculentum*)”

- A. En este estudio se ha caracterizado la forma y el volumen de los tallos de tomate riñón en cada una de las variedades. Las funciones de volumen calculadas poseen coeficientes de determinación bastante altos ( $r^2$  variedad Daniela: 63; variedad Dominique: 77; variedad Fortuna: 79; variedad Micaela: 86; variedad Nemonetta: 72), por lo que se consideran adecuadas para su aplicación práctica.
- B. Se ha demostrado que el modelo cilíndrico que se ajusta para la variedad Daniela (Factor de formacilindro: Media:335,697; Desviación Típica: 89,991)
- C. Se han desarrollado métodos para predecir de forma aproximada la biomasa contenida en cada una de las variedades estudiadas en la planta entera. Bien se puede calcular aplicando una ecuación de volumen para Daniela ( $VVD = -153,509 + 1,59592 * L$ ); Dominique ( $VVD = 7,28377 + 0,621329 * D_L$ ); Fortuna ( $VVF = 17,7972 + 0,685946 * DL$ ); Micaela ( $VVM = -3510,68 + 7090,91 * D - 3489,46 * D_2 - 33,4778 * D_L + 17,4543 * L + 16,7444 * L_D_2$ ); Nemonetta  $VVN = -1792,97 + 2711,31 * D - 9,62071 * D_L + 0,0267576 * L_2$  o a través de la aplicación del factor de forma de la especie a un modelo.
- D. Se ha caracterizado el material lignocelulosico para cada una de las variedades estudiadas como se detalla a continuación: Variedad Daniela los parámetros físicos de humedad (85.12%), densidad seca ( $0.47 \text{ g/cm}^3$ ), densidad humedad ( $0.62 \text{ g/cm}^3$ ),

contenido en cenizas (3,23%). Variedad Dominique los parámetros físicos de humedad (88.27%), densidad seca ( $0.51 \text{ g/cm}^3$ ), densidad humedad ( $0.69 \text{ g/cm}^3$ ), contenido en cenizas (3.68%). Variedad Fortuna los parámetros físicos de humedad (88.35%), densidad seca ( $0.54 \text{ g/cm}^3$ ), densidad humedad ( $0.65 \text{ g/cm}^3$ ), contenido en cenizas (3.15%). Variedad Micaela los parámetros físicos de humedad (88.77%), densidad seca ( $0.44 \text{ g/cm}^3$ ), densidad humedad ( $0.63 \text{ g/cm}^3$ ), contenido en cenizas (3.40%). Variedad Nemonetta los parámetros físicos de humedad (87.69%), densidad seca ( $0.53 \text{ g/cm}^3$ ), densidad humedad ( $0.59 \text{ g/cm}^3$ ), contenido en cenizas (3.40%).

- E. Para la variedad Daniela el promedio de desenterrada es de 1 minuto 4 segundos por planta. Dándonos como tiempo total de 1218 horas 25 minutos 30 segundos (una sola persona) en una hectárea de cultivo con un marco de plantación de  $0.12 \times 1.20$ , que contiene 69000 plantas.
- F. Para la variedad Dominique el promedio de desenterrada es de 54 segundos por planta. Dándonos como tiempo total de 1043 horas 56 minutos 32 segundos (una sola persona) en una hectárea con un marco de plantación de  $0.12 \times 1.20$ , contiene 69000 plantas.
- G. Para la variedad Fortuna el promedio de desenterrada es de 58 segundos por planta. Dándonos como tiempo total de 1109 horas 6 minutos 46 segundos (una sola persona) en una hectárea con un marco de plantación de  $0.12 \times 1.20$ , contiene 69000 plantas.
- H. Para la variedad Micaela el promedio de desenterrada es de 53 segundos por planta. Dándonos como tiempo total de 1013 horas 16 minutos 43 segundos (una sola persona) en una hectárea con un marco de plantación de  $0.12 \times 1.20$ , contiene 69000 plantas.

- I. Para la variedad Nemonetta el promedio de desenterrada es de 56 segundos por planta. Dándonos como tiempo total de 1078 horas 26 minutos 32 segundos (una sola persona) en una hectárea con un marco de plantación de 0.12\*1.20, contiene 69000 plantas.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Utilizar los residuos de plantaciones de tomate riñón, para la elaboración de abono orgánico compost.
- Aplicar métodos adecuados para la elaboración de abonos orgánicos compost de la biomasa del cultivo de tomate riñón.
- Los tallos de tomate riñón deben permanecer bajo sombra antes de ser estudiados en el laboratorio y así no se pierda la humedad en contacto con el sol.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1 TÍTULO**

APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA DISPONIBLE DEL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicum esculentum*) EN LA ELABORACIÓN DE ABONO ORGÁNICO COMPOST EN LA PARROQUIA PICAIHUA DEL CANTÓN AMBATO

#### **6.2 OBJETIVO**

Aplicar microorganismos (benéficos) para acelerar la descomposición de la biomasa del cultivo de tomate riñón en la elaboración de compost.

#### **6.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

En el Ecuador, no existe un método específico para el aprovechamiento de la producción de energía de los residuos de cosechas de las plantaciones de tomate riñón; pero como una alternativa de producción de energía para las plantas es la elaboración de abonos orgánicos en este caso el compost, cuya descripción se detalla a continuación.

La Sierra es la región del país que afronta con mayor intensidad de la degradación del suelo por la pérdida de equilibrio por el exceso de productos químicos y que es la causa del descenso de las cosechas y por otro lado, el incremento de la población humana. El crecimiento económico por sí mismo, frecuentemente ocasiona degradación del medio

ambiente y de los recursos naturales. El asunto no es escoger entre desarrollo y medio ambiente, sino proponer incorporar medidas de costo-eficiencia para restablecer, sustentar y proteger los sistemas naturales y producir alimentos limpios y sanos, aprovechando los desechos biodegradables que se desperdician en grandes cantidades y afectan al medio ambiente.

La atenta observación de los procesos naturales de degradación y transformación de la materia orgánica y la constante experimentación, han permitido conocer la dinámica, los elementos y los procesos que intervienen en el compostaje. A lo largo del tiempo se han desarrollado varias técnicas que imitan ese proceso natural, mucho más lento. En la tranquilidad de los bosques lleva años de lenta transformación, pero podemos reproducirlo en condiciones controladas y acelerarlo para que se realice en apenas unos meses.

#### **6.4 MANEJO TÉCNICO**

- Preparación del sitio para la compostera.- Seleccionar un sitio seco y firme, retirar las piedras y troncos presentes. Nivelar con azadones y rastrillo.
- Selección de material para el compost.- El material vegetal y orgánico para la compostera son los desechos de residuos de plantaciones de tomate riñón.
- Construcción de la compostera.- Los materiales orgánicos, se trituraran manualmente con la ayuda de un machete y se depositaron en las camas. Cada cama presentara 2 m<sup>2</sup> de capacidad con una altura de 1m, separados por caminos de 0,50 m. Todo el conjunto se protegerá con mantas de tela de lana adecuadas para el proceso de compostaje.
- Aplicación de microorganismos.- los microorganismos (bacterias fototróficas, bacterias ácido lácticas) en las dosis 1 litro de microorganismos en 20 litros de agua, con la ayuda de una bomba manual, cubriendo de solución el total de la cama de compost.

- Riego.- Los riegos se realizaran con la ayuda de un balde, diariamente, a razón de 20 litros por riego, manteniendo la capacidad de campo.
- Volteo.- se realizara con la ayuda de un rastillo a los tres días de la aplicación de los microorganismos, para facilitar la oxigenación de la materia orgánica y los microorganismos actúen eficazmente en la descomposición.
- Tapado.-Esta labor se efectuara después de la mezcla, para la regulación de temperatura óptima para los microorganismos, para tal efecto se utilizaran mantas de tela de lana.
- Cosecha.- La cosecha del compost se realizara cuando el material vegetal presenta una coloración oscura

## 6.5 COSTOS

### CUADRO 27. COSTOS

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad en dólares</b>
Recursos Humanos	300
Infraestructura	100
Materiales	100
Estudios Complementarios	100
Otros	100
<b>Total</b>	<b>700</b>

## **6.6 IMPLEMENTACIÓN / PLAN DE ACCIÓN**

- Transferencia de conocimientos hacia nuevos beneficiarios de la asociación.
- Socialización de resultados a miembros de la asociación, estudiantes, docentes, colaboradores relacionados con la investigación y productores para fomentar el interés sobre estudios posteriores de biomasa y su aprovechamiento.

## **6.7 ADMINISTRACIÓN**

La presente propuesta está sustentada en la interrelación que mantiene el asesoramiento que proporciona la PACAT a la asociación Produagro de Picaihua y el apoyo técnico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato.

## BIBLIOGRAFÍA

- Cordero, F. 2001. El cultivo del tomate riñón. Cultivos controlados. Volumen 6, Quito, EC. 34 p.
- Corpeño, 2004. Manual de cultivo del tomate. El Salvador. 56 p.
- Cracco, J. 2013. Curso biomasa y energías renovables. Consultado 12 agosto 2014. Disponible en: <http://www.mailxmail.com/curso-biomasa-energias-renovables/biomasa-caracteristicas-clasificacion-estado-fisico>
- Donoso y asociados, 2010. Manejo Agronómico de Semillas Hortícolas. Tomate Riñón Tipo Daniela. (En línea). Consultado 26 de septiembre 2010. Disponible en: <http://www.hazera.co.il>.
- FAO, 2010. Consultado 12 de agosto del 2014. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/bpa/tomate.htm>
- Flores, G. 2014. Cuantificación y logística de la biomasa disponible en el cultivo de tomate de árbol (*Cyphomandra Betacea*) Grande Mora Var, tesis ingeniero agrónomo. Ambato, EC. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 138 p.
- Franklin P, 2012. Densidad de siembra e inoculación de rhizobium (*rhizobium meliloti*) en semillas de alfalfa (*medicago sativa*,l.), en semilleros, tesis ingeniero agrónomo. Ambato, EC. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 78 p.



- Galo G, 2013. Análisis de las potencialidades en cuanto a oferta y demanda de la producción agroecológica en el cantón Ambato en caso de la Pacat, tesis ingeniero agrónomo. Ambato, EC. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 202 p.
- Hazera, G. 2011. Información personal.
- Jaramillo, 2007. Producción de Tomate bajo Condiciones Protegidas. Consultado el 10 de agosto del 2014. Disponible en: [http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/manuales/Manua\\_Cultivo\\_tomate.pdf](http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/manuales/Manua_Cultivo_tomate.pdf)
- Montero, et al. 2005. Producción de biomasa y fijación de CO<sub>2</sub> por los bosques españoles. INIA Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria y Ministerio de Educación y Ciencia.
- Montico S. 2010. Valoración económica de la utilización de los residuos de cosecha como fuente bioenergética en el sur de santa fe, argentina Journal/Jornada de Biocombustibles.
- Moreta, R 2014. Aplicación de modelos matemáticos para la cuantificación y logística de la biomasa disponible en chilca (*Baccharis latifolia*), tesis ingeniero agrónomo. Ambato, EC. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 68 p.
- Olimpia, G. 2001. Mejora genética y manejo del Cultivo del Tomate para la Producción en el Caribe. La Habana, Cuba. 159 p.
- Pacheco, J 2014. Cuantificación y logística de la biomasa disponible en el duraznero (*Prunus persica*) conservero amarillo, tesis ingeniero agrónomo. Ambato, EC. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 80 p.

- Quillota, F. 2003. Efecto de la aplicación foliar de óxido de calcio sobre la clorosis marginal en hojas jóvenes de tomate cv. Fortaleza bajo invernadero frío. (En línea).consultado 10 de agosto del 2014.Disponible en:  
[http://ucv.altavoz.net/prontus\\_unidacad/site/.../chamorro\\_cristian.pdf](http://ucv.altavoz.net/prontus_unidacad/site/.../chamorro_cristian.pdf)
- Santacruz, G. 2003. Compendio de Agronomía. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. 656 p.
- Soria, R. 2014. Cuantificación y logística de biomasa en el cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth cv. De Castilla), tesis ingeniero agrónomo. Ambato, EC. Universidad Técnica de Ambato, facultad de ciencias agropecuarias. 78p.
- Velázquez, B. 2012. Proyectos Biomasa Frutales. Justificación de la investigación. 1 ed. Ambato. EC. S.e. 31 p.
- Veracruz, M. 2008. Monografía del Tomate. Jalisco México. (En línea). Consultado 10 de agosto del 2014. Disponible en [ttp://zimatlan.org/.../producción-de-tomate-orgánico-en-invernadero](http://zimatlan.org/.../producción-de-tomate-orgánico-en-invernadero). 45 p.

## ANEXOS

### Glosario de Términos

- **Cilindro:** es un sólido con dos extremos planos circulares o elípticos idénticos y un lado curvo. Tiene la misma sección cruzada de un lado al otro.
- **Dasimetría:** se ocupa de las cuestiones relacionadas con la estimación métrica y cubicación de la masa forestal, entendida como conjunto de árboles que conviven en un espacio común.
- **Dendrometría:** trata de la medición de las dimensiones del árbol, del estudio de su forma y, en último término, de la determinación de su volumen.
- **FO:** Factor de Ocupación.
- **Volumen aparente:** es el volumen de cualquier objeto sin basarse en su forma.

## ANEXO 1.- VOLUMEN VARIEDAD DANIELA

Daniela	Volumen
tallo 1	210,02
tallo 2	381,79
tallo 3	233,61
tallo 4	219,66
tallo 5	334,53
tallo 6	213,58
tallo 7	329,35
tallo 8	208,87
tallo 9	372,35
tallo 10	284,31
tallo 11	338,10
tallo 12	279,88
tallo 13	205,31
tallo 14	295,33
tallo 15	246,40
tallo 16	241,02
tallo 17	242,14
tallo 18	359,65
tallo 19	218,01
tallo 20	348,03
tallo 21	221,43
tallo 22	169,92
tallo 23	255,27
tallo 24	177,62
tallo 25	265,77
tallo 26	300,23
tallo 27	200,87
tallo 28	239,01
tallo 29	236,99
tallo 30	193,59
Media	260,75
Desviación típica	60,4484885

## ANEXO 2.-PESO DE LA PLANTA VARIEDAD DANIELA

Daniela	Peso de la planta humedad (g)	Peso de la planta seca (g)
tallo 1	118,25	17,7375
tallo 2	246,23	36,9345
tallo 3	146,25	21,9375
tallo 4	101,23	15,1845
tallo 5	143,89	21,5835
tallo 6	106,36	15,954
tallo 7	283,65	42,5475
tallo 8	98,36	14,754
tallo 9	217,42	32,613
tallo 10	237,65	35,6475
tallo 11	215,45	32,3175
tallo 12	132,56	19,884
tallo 13	87,56	13,134
tallo 14	226,56	33,984
tallo 15	177,56	26,634
tallo 16	155,47	23,3205
tallo 17	225,31	33,7965
tallo 18	311,8	46,77
tallo 19	312,25	46,8375
tallo 20	344,51	51,6765
tallo 21	255,89	38,3835
tallo 22	98,56	14,784
tallo 23	92,21	13,8315
tallo 24	70,35	10,5525
tallo 25	238,24	35,736
tallo 26	339,56	50,934
tallo 27	267,29	40,0935
tallo 28	187,45	28,1175
tallo 29	194,4	29,16
tallo 30	184,57	27,6855
Media	193,8946667	29,0842
Desviación típica	80,14914592	12,02237189

### ANEXO 3.- HUMEDAD VARIEDAD DANIELA

26-mar-14				
	m1	m2	m3	% Humedad
Muestra 1	67,08	86,99	68,38	93,47
Muestra 2	62,38	79,78	63,28	94,82
Muestra 3	22,58	30,38	24,38	76,92
Muestra 4	18,58	28,88	19,18	94,17
Muestra 5	11,59	19,88	12,18	92,88
			Media	90,45
			Desviación típica	7,60

27-mar-14				
	m1	m2	m3	% Humedad
Muestra 1	67,08	80,01	67,1	99,84
Muestra 2	62,38	70,13	63,39	86,96
Muestra 3	22,58	28,68	23,99	76,88
Muestra 4	18,58	25,18	18,98	93,93
Muestra 5	11,59	15,03	12,09	85,46
			Media	88,62
			Desviación típica	8,72

28-mar-14				
	m1	m2	m3	% Humedad
Muestra 1	67,08	79,99	68,16	91,63
Muestra 2	62,38	45,33	64,17	110,50
Muestra 3	22,58	29,19	25,10	61,88
Muestra 4	18,58	25,72	19,74	83,75
Muestra 5	11,59	20,35	13,87	73,97
			Media	84,35
			Desviación típica	18,37

31-mar-14				
	m1	m2	m3	% Humedad
Muestra 1	7,73	15,06	8,56	88,67
Muestra 2	7,77	12,11	8,2	90,09
Muestra 3	12,62	17,01	14,12	65,83
Muestra 4	11,79	18,27	12,05	95,98
Muestra 5	17,01	19,03	17,66	67,82
			Media	81,68
			Desviación típica	13,85

01-abr-14				
	m1	m2	m3	% Humedad
Muestra 1	18,92	25,2	20,15	80,41
Muestra 2	23,31	31,11	26,79	55,38
Muestra 3	23,04	30,18	24,2	83,75
Muestra 4	24,12	33,06	25,09	89,15
Muestra 5	22,87	32,56	23,47	93,81
			Media	80,50
			Desviación típica	14,94

#### ANEXO 4.-DENSIDAD VARIEDAD DANIELA

ESTUDIO DE DENSIDAD HÚMEDO				ESTUDIO DE DENSIDAD SECO			
	Peso muestra g	V. Húmedo	m <sup>3</sup>		Peso muestra g	V. Húmedo	m <sup>3</sup>
Muestra 1	7,1	11	0,64	Muestra 1	2,23	6	0,37
Muestra 2	5,21	9	0,57	Muestra 2	3,09	6	0,51
Muestra 3	8,12	14	0,58	Muestra 3	2,59	6	0,43
Muestra 4	4,06	8	0,50	Muestra 4	5,01	11	0,45
Muestra 5	7,21	10	0,72	Muestra 5	2,99	5	0,59
Muestra 6	4,81	6,5	0,74	Muestra 6	3	6	0,5
		Media	0,62			Media	0,47
		Desviación típica	0,09			Desviación típica	0,07

#### ANEXO 5.- CENIZAS VARIEDAD DANIELA

25-jun-2013				
	m1	m2	m3	% cenizas
Muestra 1	21,065	29,404	21,353	3,45365152
Muestra 2	11,475	16,823	11,661	3,47793568
Muestra 3	16,186	22,393	16,384	3,18994683
Muestra 4	11,726	17,319	11,897	3,05739317
Muestra 5	11,953	16,658	12,094	2,9968119
			Media	3,23514782
			Desviación típica	0,22199868



## ANEXO 6.- VOLUMEN VARIEDAD DOMINIQUE

Dominique	Volumen
tallo 1	285,55
tallo 2	184,31
tallo 3	164,18
tallo 4	366,10
tallo 5	275,04
tallo 6	221,80
tallo 7	400,40
tallo 8	226,51
tallo 9	111,31
tallo 10	149,41
tallo 11	249,05
tallo 12	204,74
tallo 13	193,10
tallo 14	257,39
tallo 15	164,93
tallo 16	215,61
tallo 17	193,91
tallo 18	167,25
tallo 19	250,28
tallo 20	336,93
tallo 21	298,38
tallo 22	267,34
tallo 23	259,82
tallo 24	380,29
tallo 25	152,24
tallo 26	224,60
tallo 27	92,63
tallo 28	467,31
tallo 29	213,27
tallo 30	211,08
Media	239,49
Desviación típica	85,73

### ANEXO 7.- PESO DE LA PLANTA VARIEDAD DOMINIQUE

Dominique	Peso de la planta (g)	Peso de la planta seca en (g)
tallo 1	138,99	16,68
tallo 2	107,52	12,90
tallo 3	138,78	16,65
tallo 4	181,25	21,75
tallo 5	198,65	23,84
tallo 6	177,59	21,31
tallo 7	272,37	32,68
tallo 8	70,54	8,47
tallo 9	52,66	6,32
tallo 10	178,54	21,43
tallo 11	194,66	23,36
tallo 12	166,48	19,98
tallo 13	89,65	10,76
tallo 14	176,99	21,24
tallo 15	138,65	16,64
tallo 16	213,55	25,63
tallo 17	113,55	13,63
tallo 18	80,25	9,63
tallo 19	240,12	28,81
tallo 20	263,54	31,62
tallo 21	214,51	25,74
tallo 22	204,54	24,55
tallo 23	176,00	21,12
tallo 24	381,11	45,73
tallo 25	97,65	11,72
tallo 26	147,56	17,71
tallo 27	115,22	13,83
tallo 28	153,88	18,47
tallo 29	132,67	15,92
tallo 30	144,45	17,33
Media	165,40	19,85
Desviación típica	68,02	8,16

### ANEXO 8.- HUMEDAD VARIEDAD DOMINIQUE

26-mar-14				
	m1	m2	m3	% Humedad
Muestra 1	86,88	100,08	88,56	87,27
Muestra 2	84,08	101,08	85,23	93,23
Muestra 3	88,88	110,91	89,56	96,91
Muestra 4	100,18	115,08	101,18	93,28
Muestra 5	81,48	99,19	82,08	96,61
			Media	93,46
			Desviación típica	3,88

27-mar-14				
	m1	m2	m3	% Humedad
Muestra 1	86,88	95,98	87,78	90,10
Muestra 2	84,08	96,08	85,48	88,33
Muestra 3	88,88	95,18	89,08	96,82
Muestra 4	100,18	107,28	100,88	90,14
Muestra 5	81,48	99,88	83,48	89,13
			Media	90,90
			Desviación típica	3,39

28-mar-14				
	m1	m2	m3	% Humedad
Muestra 1	86,88	98,08	87,11	97,94
Muestra 2	84,08	93,33	85,98	79,45
Muestra 3	88,88	94,89	89,11	96,17
Muestra 4	100,18	108,01	101,91	77,90
Muestra 5	81,48	94,08	82,91	88,65
			Media	88,02
			Desviación típica	9,23

31-mar-14				
	m1	m2	m3	% Humedad
Muestra 1	86,88	100,02	88,56	87,21
Muestra 2	84,08	98,22	86,75	81,11
Muestra 3	88,88	98,92	90,56	83,26
Muestra 4	100,18	110,73	101,49	87,58
Muestra 5	81,48	88,96	82,36	88,23
			Media	85,48
			Desviación típica	3,12

01-abr-14				
	m1	m2	m3	% Humedad
Muestra 1	86,88	93,22	88,84	69,0851735
Muestra 2	84,08	90,71	85,68	75,86727
Muestra 3	88,88	92,51	89,41	85,399449
Muestra 4	100,18	103,2	100,4	92,7152318
Muestra 5	81,48	84,51	81,65	94,3894389
			Media	83,4913127
			Desviación típica	10,8760482

### ANEXO 9.- DENSIDAD VARIEDAD DOMINIQUE

ESTUDIO DE DENSIDAD HÚMEDO			
	Peso muestra g	V. Húmedo	m <sup>3</sup>
Muestra 1	9,02	13,5	0,66
Muestra 2	6,57	10	0,65
Muestra 3	2,65	4	0,66
Muestra 4	7,51	11	0,68
Muestra 5	4,98	6,5	0,76
Muestra 6	5,7	8	0,71
		Media	0,69
		Desviación típica	0,04

ESTUDIO DE DENSIDAD SECO			
	Peso muestra g	V. Húmedo	m <sup>3</sup>
Muestra 1	3,56	7	0,50
Muestra 2	4,56	9	0,50
Muestra 3	4,97	9	0,55
Muestra 4	3,65	7,5	0,48
Muestra 5	2,54	7	0,36
Muestra 6	3,87	6	0,64
		Media	0,51
		Desviación típica	0,07

### ANEXO 10.- CENIZAS VARIEDAD DOMINIQUE.

25-jun-2013				
	m1	m2	m3	% cenizas
Muestra 1	22,555	33,485	22,945	3,56
Muestra 2	21,721	33,133	22,141	3,68
Muestra 3	21,634	35,157	22,16	3,88
Muestra 4	18,754	26,836	19,03	3,41
Muestra 5	7,562	11,972	7,733	3,87
			Media	3,68
			Desviación típica	0,208

### ANEXO 11.- VOLUMEN VARIEDAD FORTUNA

Fortuna	Volumen
tallo 1	305,03
tallo 2	370,19
tallo 3	220,27
tallo 4	319,96
tallo 5	170,70
tallo 6	311,69
tallo 7	321,64
tallo 8	273,40
tallo 9	202,27
tallo 10	221,47
tallo 11	300,14
tallo 12	218,47
tallo 13	332,36
tallo 14	275,11
tallo 15	365,13
tallo 16	427,03
tallo 17	351,70
tallo 18	354,85
tallo 19	307,90
tallo 20	296,66
tallo 21	262,57
tallo 22	272,59
tallo 23	331,36
tallo 24	279,14
tallo 25	335,47
tallo 26	307,70
tallo 27	270,66
tallo 28	248,26
tallo 29	283,43
tallo 30	242,37
media	292,65
Desviación típica	55,80

## ANEXO 12.- PESO DE LA PLANTA VARIEDAD FORTUNA

Fortuna	Peso de la planta (g)	Peso de la planta seca (g)
tallo 1	186,33	22,36
tallo 2	183,22	21,99
tallo 3	84,55	10,15
tallo 4	230,55	27,67
tallo 5	217,55	26,11
tallo 6	185,55	22,27
tallo 7	246,99	29,64
tallo 8	212,23	25,47
tallo 9	129,66	15,56
tallo 10	141,25	16,95
tallo 11	171,49	20,58
tallo 12	114,51	13,74
tallo 13	166,55	19,99
tallo 14	136,88	16,43
tallo 15	186,55	22,39
tallo 16	91,44	10,97
tallo 17	222,57	26,71
tallo 18	245,88	29,51
tallo 19	235,21	28,23
tallo 20	172,41	20,69
tallo 21	211,14	25,34
tallo 22	217,55	26,11
tallo 23	225,54	27,07
tallo 24	195,22	23,43
tallo 25	180,46	21,66
tallo 26	193,25	23,19
tallo 27	212,20	25,46
tallo 28	217,10	26,05
tallo 29	142,54	17,10
tallo 30	160,55	19,27
Media	183,90	22,07
Desviación típica	43,50	5,22

### ANEXO 13.-HUMEDAD VARIEDAD FORTUNA

26-mar-14				
	m1	m2	m3	% Humedad
Muestra 1	18,92	27,93	19,14	97,56
Muestra 2	23,31	32,15	24,91	81,90
Muestra 3	23,04	35,87	24,18	91,11
Muestra 4	24,13	47,7	25,11	95,84
Muestra 5	22,87	39,41	23,56	95,83
			Media	92,45
			Desviación típica	6,37

27-mar-14				
	m1	m2	m3	% Humedad
Muestra 1	18,92	27,28	19,01	98,92
Muestra 2	23,31	30,19	24,18	87,35
Muestra 3	23,04	30,74	24,56	80,26
Muestra 4	24,13	33,11	25,58	83,85
Muestra 5	22,87	35,11	23,01	98,86
			Media	89,85
			Desviación típica	8,63

28-mar-14				
	m1	m2	m3	% Humedad
Muestra 1	18,92	27,58	19,88	88,91
Muestra 2	23,31	29,18	24,08	86,88
Muestra 3	23,04	29,68	23,88	87,35
Muestra 4	24,13	32,18	24,73	92,55
Muestra 5	22,87	29,08	23,83	84,54
			Media	88,05
			Desviación típica	2,96



31-mar-14				
	m1	m2	m3	% Humedad
Muestra 1	18,92	29,09	20,48	84,66
Muestra 2	23,31	32,03	24,78	83,14
Muestra 3	23,04	27,28	24,12	74,53
Muestra 4	24,13	35,57	25,15	91,08
Muestra 5	22,87	30,08	23,11	96,67
			Media	86,02
			Desviación típica	8,39

01-abr-14				
	m1	m2	m3	% Humedad
Muestra 1	18,92	29,55	19,9	90,78
Muestra 2	23,31	35,23	25,99	77,52
Muestra 3	23,04	33,01	24,89	81,44
Muestra 4	24,13	36,59	25,77	86,84
Muestra 5	22,87	31,41	23,69	90,40
			Media	85,40
			Desviación típica	5,78

### ANEXO 14.- DENSIDAD VARIEDAD FORTUNA

ESTUDIO DE DENSIDAD HÚMEDO			
	Peso muestra g	V. Húmedo	m <sup>3</sup>
Muestra 1	4,01	7	0,57
Muestra 2	5,48	9	0,60
Muestra 3	6,78	10	0,678
Muestra 4	4,56	7	0,65
Muestra 5	8,55	11,5	0,74
Muestra 6	8,61	12,5	0,68
		Media	0,65
		Desviación típica	0,06

ESTUDIO DE DENSIDAD SECO			
	Peso muestra g	V. Húmedo	m <sup>3</sup>
Muestra 1	2,78	4,5	0,61
Muestra 2	6,58	11	0,59
Muestra 3	3,02	9	0,33
Muestra 4	4,57	9	0,50
Muestra 5	3,78	7	0,54
Muestra 6	2,97	4,5	0,66
		Media	0,54
		Desviación típica	0,11

### ANEXO 15.-CENIZAS VARIEDAD FORTUNA

25-jun-2013				
	m1	m2	m3	% cenizas
Muestra 1	17,67	21,33	17,78	3,01
Muestra 2	21,64	29,67	21,88	2,99
Muestra 3	12,16	15,95	12,28	3,17
Muestra 4	10,63	14,98	10,76	2,99
Muestra 5	14,57	20,34	14,78	3,64
			Media	3,16
			Desviación típica	0,28

## ANEXO 16.- VOLUMEN VARIEDAD MICAELA

Micaela	Volumen
tallo 1	214,57
tallo 2	100,95
tallo 3	166,59
tallo 4	179,87
tallo 5	255,02
tallo 6	203,42
tallo 7	177,18
tallo 8	236,00
tallo 9	208,52
tallo 10	227,77
tallo 11	355,43
tallo 12	310,14
tallo 13	174,76
tallo 14	82,23
tallo 15	324,38
tallo 16	293,27
tallo 17	283,27
tallo 18	232,24
tallo 19	207,18
tallo 20	317,95
tallo 21	241,11
tallo 22	304,92
tallo 23	344,56
tallo 24	286,28
tallo 25	268,70
tallo 26	345,20
tallo 27	257,00
tallo 28	315,21
tallo 29	395,05
tallo 30	301,80
Media	253,68
Desviación típica	74,15

**ANEXO 17.- PESO DE LA PLANTA VARIEDAD MICAELA**

Micaela	Peso de la planta en (g)	Peso de la panta en seco(g)
tallo 1	120,25	14,43
tallo 2	248,45	29,81
tallo 3	140,25	16,83
tallo 4	110,2	13,22
tallo 5	145,54	17,46
tallo 6	101,25	12,15
tallo 7	99,55	11,94
tallo 8	214,21	25,70
tallo 9	235,26	28,23
tallo 10	220,25	26,43
tallo 11	135,26	16,23
tallo 12	230,56	27,66
tallo 13	240,15	28,81
tallo 14	229,56	27,54
tallo 15	345,80	41,49
tallo 16	314,15	37,69
tallo 17	250,48	30,05
tallo 18	265,35	31,84
tallo 19	2458,58	295,02
tallo 20	297,65	35,71
tallo 21	301,25	36,15
tallo 22	198,55	23,82
tallo 23	194,26	23,31
tallo 24	184,78	22,17
tallo 25	180,45	21,65
tallo 26	254,25	30,51
tallo 27	265,69	31,88
tallo 28	354,35	42,52
tallo 29	330,58	39,66
tallo 30	311,48	37,37
Media	299,28	35,91
Desviación típica	414,40	49,72

**ANEXO 18.- HUMEDAD VARIEDAD MICAELA**

26-mar-14				
	m1	m2	m3	% Humedad
Muestra 1	7,74	13,21	8,07	93,96
Muestra 2	7,77	17,88	8,35	94,26
Muestra 3	12,62	20,2	13,01	94,85
Muestra 4	11,79	23,63	12,57	93,41
Muestra 5	17,01	28,62	17,62	94,74
			Media	94,24
			Desviación típica	0,59

27-mar-14				
	m1	m2	m3	% Humedad
Muestra 1	7,74	14,28	8,15	93,73
Muestra 2	7,77	13,69	8,11	94,25
Muestra 3	12,62	17,19	13,18	87,74
Muestra 4	11,79	19,22	12,6	89,09
Muestra 5	17,01	25,03	18,08	86,65
			Media	90,29
			Desviación típica	3,48

28-mar-14				
	m1	m2	m3	% Humedad
Muestra 1	7,74	14,02	8,28	91,40
Muestra 2	7,77	12,1	8,48	83,60
Muestra 3	12,62	19,99	13,49	88,19
Muestra 4	11,79	16,9	12,38	88,45
Muestra 5	17,01	24,68	17,79	89,83
			Media	88,29
			Desviación típica	2,91

31-mar-14				
	m1	m2	m3	% Humedad
Muestra 1	7,74	14,96	8,49	89,61
Muestra 2	7,77	12,87	8,58	84,11
Muestra 3	12,62	15,94	13,04	87,34
Muestra 4	11,79	19,97	13,06	84,47
Muestra 5	17,01	25,03	18,01	87,53
			Media	86,61
			Desviación típica	2,30

01-abr-14				
	m1	m2	m3	% Humedad
Muestra 1	7,74	10,03	8,07	85,58
Muestra 2	7,77	11,99	8,07	92,89
Muestra 3	12,62	20,96	14,04	82,97
Muestra 4	11,79	19,69	13,01	84,55
Muestra 5	17,01	25,52	19,04	76,14
			Media	84,43
			Desviación típica	5,99

### ANEXO 19.- DENSIDAD VARIEDAD MICAELA

ESTUDIO DE DENSIDAD HÚMEDO			
	Peso muestra g	V. Húmedo	m <sup>3</sup>
Muestra 1	5,25	9	0,58
Muestra 2	4,56	6,5	0,70
Muestra 3	3,23	6	0,53
Muestra 4	4	6	0,66
Muestra 5	6,01	9	0,66
Muestra 6	4,56	7	0,65
		Media	0,63
		Desviación típica	0,06

ESTUDIO DE DENSIDAD SECO			
	Peso muestra g	V. Húmedo	m <sup>3</sup>
Muestra 1	3,01	7	0,43
Muestra 2	3,99	7,5	0,53
Muestra 3	2,1	7	0,3
Muestra 4	3,78	7	0,54
Muestra 5	2,98	7	0,42
Muestra 6	3,12	7,5	0,41
		Media	0,44
		Desviación típica	0,08

### ANEXO 20.- CENIZAS VARIEDAD MICAELA

25/06/2013				
	m1	m2	m3	% cenizas
Muestra 1	14,572	21,546	14,779	2,96
Muestra 2	22,498	31,773	22,908	4,42
Muestra 3	12,161	17,88	12,37	3,65
Muestra 4	7,67	11,989	7,794	2,87
Muestra 5	7,845	12,479	7,989	3,10
			Media	3,40
			Desviación típica	0,64

## ANEXO 21.- VOLUMEN VARIEDAD NEMONETTA

Nemonetta	Volumen
tallo 1	259,11
tallo 2	387,56
tallo 3	304,49
tallo 4	272,39
tallo 5	260,06
tallo 6	320,93
tallo 7	427,05
tallo 8	308,93
tallo 9	319,09
tallo 10	196,19
tallo 11	413,13
tallo 12	352,41
tallo 13	247,35
tallo 14	189,33
tallo 15	158,49
tallo 16	305,99
tallo 17	259,52
tallo 18	366,64
tallo 19	251,47
tallo 20	359,97
tallo 21	323,74
tallo 22	322,68
tallo 23	229,21
tallo 24	250,25
tallo 25	313,33
tallo 26	276,10
tallo 27	224,44
tallo 28	352,22
tallo 29	102,77
tallo 30	406,52
Media	292,05
Desviación típica	76,1737105



**ANEXO 22.- PESO DE LA PLANTA VARIEDAD NEMONETTA**

Nemonetta	Peso de la planta en (g)	Peso de la planta en seco(g)
tallo 1	194,56	25,29
tallo 2	286,45	37,23
tallo 3	391,45	50,88
tallo 4	184,56	23,99
tallo 5	141,47	18,39
tallo 6	242,56	31,53
tallo 7	266,60	34,65
tallo 8	192,45	25,01
tallo 9	224,02	29,12
tallo 10	115,78	15,05
tallo 11	271,45	35,28
tallo 12	333,51	43,35
tallo 13	272,45	35,41
tallo 14	152,45	19,81
tallo 15	65,99	8,57
tallo 16	294,54	38,29
tallo 17	137,45	17,86
tallo 18	285,54	37,12
tallo 19	170,45	22,15
tallo 20	334,51	43,48
tallo 21	462,54	60,13
tallo 22	192,54	25,03
tallo 23	128,55	16,71
tallo 24	230,11	29,91
tallo 25	332,58	43,23
tallo 26	372,02	48,36
tallo 27	370,41	48,15
tallo 28	301,8	39,23
tallo 29	80,99	10,52
tallo 30	451,57	58,704
Media	249,38	32,42
Desviación típica	104,25	13,55

### ANEXO 23.- HUMEDAD VARIEDAD NEMONETTA

26-mar-14				
	m1	m2	m3	%. Humedad
Muestra 1	50,279	65,256	52,01	88,44
Muestra 2	60,68	78,711	62,02	92,58
Muestra 3	81,432	98,681	83,455	88,27
Muestra 4	69,608	87,351	70,896	92,74
Muestra 5	105,856	126,307	107,746	90,75
			Media	90,56
			Desviación típica	2,15

27-mar-14				
	m1	m2	m3	%. Humedad
Muestra 1	50,279	57,30	51,779	78,62
Muestra 2	60,68	71,893	61,17	95,66
Muestra 3	81,432	105,29	83,42	91,68
Muestra 4	69,608	85,309	71,76	86,29
Muestra 5	105,86	124,654	107,857	89,35
			Media	88,32
			Desviación típica	6,40

28-mar-14				
	m1	m2	m3	%. Humedad
Muestra 1	50,279	61,46	52,148	83,28
Muestra 2	60,68	75,001	62,48	87,46
Muestra 3	81,432	95,548	82,46	92,75
Muestra 4	69,608	85,354	71,148	90,22
Muestra 5	105,86	120,789	108,265	83,87
			Media	87,51
			Desviación típica	4,05

31-mar-14				
	m1	m2	m3	% Humedad
Muestra 1	50,279	58,447	51,00	91,18
Muestra 2	60,68	71,412	61,847	89,15
Muestra 3	81,432	99,254	85,138	79,20
Muestra 4	69,608	78,254	70,587	88,67
Muestra 5	105,86	120,587	108,25	83,72
			Media	86,38
			Desviación típica	4,86

01-abr-14				
	m1	m2	m3	% Humedad
Muestra 1	50,279	66,587	52,487	86,46
Muestra 2	60,68	79,01	62,871	88,06
Muestra 3	81,432	99,781	83,487	88,80
Muestra 4	69,608	88,457	72,845	82,82
Muestra 5	105,86	130,548	110,25	82,20
			Media	85,67
			Desviación típica	3,01

### ANEXO 24.- DENSIDAD VARIEDAD NEMONETTA

ESTUDIO DE DENSIDAD HÚMEDO			
	Peso muestra g	V. Húmedo	m <sup>3</sup>
Muestra 1	6,68	10	0,66
Muestra 2	3,36	7	0,48
Muestra 3	5,44	8	0,68
Muestra 4	4,56	7,5	0,60
Muestra 5	3,91	6,5	0,60
Muestra 6	2,65	5	0,53
		Media	0,59
		Desviación típica	0,07

ESTUDIO DE DENSIDAD SECO			
	Peso muestra g	V. Húmedo	m <sup>3</sup>
Muestra 1	2,57	6,5	0,39
Muestra 2	5,59	8,5	0,65
Muestra 3	3,78	7,5	0,50
Muestra 4	4,59	8	0,57
Muestra 5	5,1	8	0,63
Muestra 6	3,51	7,5	0,46
		Media	0,53
		Desviación típica	0,10

### ANEXO 25.- CENIZAS VARIEDAD NEMONETTA

25-jun-2013				
	m1	m2	m3	% cenizas
Muestra 1	10,636	16,134	10,815	3,25
Muestra 2	21,235	29,329	21,518	3,49
Muestra 3	7,515	12,01	7,661	3,24
Muestra 4	15,255	21,751	15,487	3,57
Muestra 5	17,673	25,926	17,959	3,46
			Media	3,40
			Desviación típica	0,14713047

## ANEXO 20.- Ilustraciones

Fotografía 1. Desenterrada de la planta de tomate riñón



Fotografía 2. Muestras en el laboratorio

