

EFFECTO DEL MÉTODO Y DENSIDAD DE SIEMBRA EN LA PRODUCCIÓN DE
BOTÓN DE ORO (*Tithonia diversifolia* (HEMSL) Gray) EN UN BANCO DE
PROTEÍNA EN LA COSTA PACÍFICA DE NARIÑO

PABLO CÉSAR NARVÁEZ ZAMBRANO
JAIME ADALBERTO OBANDO GAMBOA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO
2007

EFFECTO DEL MÉTODO Y DENSIDAD DE SIEMBRA EN LA PRODUCCIÓN DE
BOTÓN DE ORO (*Tithonia diversifolia* (HEMSL) Gray) EN UN BANCO DE
PROTEÍNA EN LA COSTA PACÍFICA DE NARIÑO

PABLO CÉSAR NARVÁEZ ZAMBRANO
JAIME ADALBERTO OBANDO GAMBOA

Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de
Zootecnista

Presidente
Hernán Ojeda Jurado
Zootecnista

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO
2007

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”.

Artículo 1º del acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966 emanado del honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

**HERNAN OJEDA JURADO Esp.
Presidente**

**EDMUNDO APRAEZ GUERRERO M.Sc., Ph.D.
Jurado delegado**

**ARTURO LEONEL GÁLVEZ CERON. M.Sc.
Jurado**

San Juan de Pasto, Octubre de 2007

DEDICATORIA

A Dios por su infinito amor y por todas sus bendiciones.

A mi papá y a mi mamá por su inmenso cariño, ejemplo y sacrificio.

A mi hermano que ha estado conmigo en todo momento guiándome y apoyándome.

A toda mi familia por su afecto entrañable.

A mis amigos por su sinceridad y respeto.

PABLO CÉSAR NARVÄEZ ZAMBRANO

DEDICATORIA

Doy gracias a Dios por bendecirme con una familia unida y comprensiva que impulsaron día a día el ánimo de progresar como persona.

A mi papá, en el cual reconozco y admiro su espíritu positivo y perseverancia en sus metas, se que sin su apoyo incondicional, este sueño hubiera sido mucho mas largo y difícil.

A mi mamá, reflejo de una madre y esposa ejemplar pilar de un hogar maravilloso, tú ternura y comprensión siempre estará en mi corazón.

A mi hermano, que ha sido ejemplo y motivación para mi espíritu e impulso para seguir luchando en la vida.

A mi novia, que me acompaña en la culminación de esta meta.

JAIME ADALBERTO OBANDO GAMBOA

AGRADECIMIENTOS

HERNÁN OJEDA JURADO.	Zootecnista Esp.
EDMUNDO APRAEZ GUERRERO	Zootecnista M.Sc., Ph.D.
LEONEL ARTURO GÁLVEZ CERON.	Zootecnista M.Sc.
GEOVANY RIZZO RIVAS	Zootecnista. Es.
OSCAR FERNANDO BENAVIDES E.	Zootecnista M.Sc.
SANDRA ESPINOSA NARVÁEZ	Laboratorista.

A la Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia de la Universidad de Nariño.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	26
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	27
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	28
3. OBJETIVOS	29
3.1 OBJETIVO GENERAL	29
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
4. MARCO REFERENCIAL	30
4.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL BOTÓN DE ORO (<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) Gray)	30
4.2 RANGO DE ADAPTACIÓN	31
4.3 NOMBRES COMUNES	32
4.4 USOS	32
4.4.1 Alimentación de rumiantes y monogástricos	33
4.4.2 Atracción y fuente de alimento para insectos	34
4.4.3 Cerca viva y rompe vientos	34
4.4.4 Abono verde	34
4.4.5 Otros usos	35
4.5 CONTENIDO NUTRICIONAL	36
4.6 CLASIFICACIÓN PROTEICA DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS FORRAJEROS DE CLIMA CÁLIDO	37
4.7 ANÁLISIS FITOQUÍMICOS	38
4.8 PROPAGACIÓN	39

4.8.1	Propagación sexual o por semilla	39
4.8.2	Propagación asexual o vegetativa	39
4.9	MANEJO DEL CULTIVO	41
4.9.1	Fertilización y suministro de nutrientes	41
4.9.2	Producción de forraje	42
4.10	SISTEMAS AGROFORESTALES	44
4.10.1	Ventajas de los sistemas agroforestales	44
4.10.2	Desventajas de los sistemas agroforestales	44
4.10.3	Banco de proteína	45
4.11	CARACTERIZACIÓN DE LA COSTA PACÍFICA DE NARIÑO	47
5.	DISEÑO METODOLÓGICO	48
5.1	LOCALIZACIÓN	48
5.1.1	Lote	48
5.2	SIEMBRA	49
5.3	CONTROL DE ARVENSES	49
5.4	COSECHA	49
5.5	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO	50
5.6	MATERIAL VEGETATIVO UTILIZADO	50
5.7	TRATAMIENTOS	51
5.7.1	Métodos de siembra	51
5.7.2	Densidad de siembra	52
5.8	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	53
5.9	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.	53

5.10 VARIABLES A EVALUADAS	54
5.10.1 Tiempo a prefloración o edad de corte	54
5.10.2 Altura de planta	54
5.10.3 Área de copa	55
5.10.4 Producción de Biomasa	56
5.10.5 Contenido de proteína	56
5.10.6 Extracción de nutrientes	56
5.10.7 Supervivencias	56
5.10.8 Costos de establecimiento	56
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
6.1 TIEMPO A PREFLORACIÓN O EDAD DE CORTE	57
6.2 ALTURA DE PLANTA	57
6.3 ÁREA DE COPA	63
6.4 PRODUCCIÓN DE BIOMASA	67
6.5 CONTENIDO DE PROTEÍNA	72
6.6 EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES	74
6.7 SUPERVIVENCIAS	77
6.8 COSTOS DE ESTABLECIMIENTO	80
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
7.1 CONCLUSIONES	83
7.2 RECOMENDACIONES	83
BIBLIOGRAFÍA	84
ANEXOS	87

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Sinónimos <i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) Gray.	32
Cuadro 2. Clasificación proteica de árboles y arbustos forrajeros de clima cálido y medio de Nariño	38
Cuadro 3. Distribución de los tratamientos	53

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Contenido de nutrientes de <i>Tithonia diversifolia</i> en porcentaje.	36
Tabla 2. Análisis Químico Proximal de Árboles y arbustos forrajeros de clima cálido y medio (% base seca).	37
Tabla 3. Efecto de la densidad de siembra en el botón de oro	42
Tabla 4. Tiempo a prefloración o edad al corte.	57
Tabla 5. Altura al primer corte	57
Tabla 6. Altura al segundo corte	58
Tabla 7. Altura al tercer corte.	58
Tabla 8. Dimensiones promedio de las raíces durante los 3 cortes	59
Tabla 9. Incremento medio diario de la altura primer corte.	61
Tabla 10. Incremento medio diario de la altura al segundo corte	61
Tabla 11. Incremento medio diario de la altura tercer corte	61
Tabla 12. Área de copa al primer corte	63
Tabla 13. Área de copa para el segundo corte.	63
Tabla 14. Área de copa al tercer corte	63
Tabla 15. Número promedio de rebrotes al primer corte.	64
Tabla 16. Número de rebrotes al segundo corte	64
Tabla 17. Número de rebrotes al tercer corte	65
Tabla 18. Incremento medio diario del área de copa al primer corte.	65
Tabla 19. Incremento medio diario del área de copa al segundo corte	66
Tabla 20. Incremento medio diario del área de copa al tercer corte	66

Tabla 21. Producción de biomasa al primer corte (g/planta)	67
Tabla 22. Producción de biomasa al segundo corte (g/planta)	67
Tabla 23. Producción de biomasa al Tercer corte. (g/planta)	67
Tabla 24. Diámetro del tallo al primer corte (cm.)	69
Tabla 25. Diámetro del tallo al segundo corte (cm.)	69
Tabla 26. Diámetro del tallo al tercer corte (cm.)	69
Tabla 27. Proyección de la producción de biomasa al primer año	70
Tabla 28. Contenido de proteína	72
Tabla 29. Extracción de nutrientes por año	74
Tabla 30. Supervivencia al primer corte.	77
Tabla 31. Supervivencia al segundo corte.	77
Tabla 32. Supervivencia al tercer corte.	78
Tabla 33. Costos de establecimiento del ensayo	81
Tabla 34. Costos de establecimiento y manejo	82

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Lote utilizado.	48
Figura 2. Estacas de botón de oro	50
Figura 3. Método 1. Enraizado en vivero.	51
Figura 4. Método 2. Tallos verticales.	52
Figura 5. Método 3. Tallos inclinados.	52
Figura 6. Medición de la altura.	54
Figura 7. Medición del área de copa.	55
Figura 8. Comportamiento de los tratamientos para la variable altura	58
Figura 9. Raíz de botón de oro	59
Figura 10 Efectos del clima en botón de oro.	60
Figura 11. Incremento diario de la altura de la planta	62
Figura 12. Área de copa.	64
Figura 13. Incremento del área de copa de la planta	66
Figura 14. Producción de biomasa	68
Figura 15. Proyección de la producción de biomasa al primer año.	72
Figura 16. Contenido de proteína	74
Figura 17. Extracción de nitrógeno	76
Figura 18. Extracción de fósforo	76
Figura 19. Extracción de potasio	77
Figura 16. Supervivencia	79

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Análisis de la Varianza para la altura de la planta. Primer corte.	88
Anexo 2. Comparación de medias para la altura de la planta según la densidad. Primer corte	88
Anexo 3. Comparación de medias para la altura de la planta según el método. Primer corte.	89
Anexo 4. Altura de la planta según el tratamiento. Primer corte.	89
Anexo 5. Análisis de la Varianza para Altura de la planta. Segundo corte.	90
Anexo 6. Comparación de medias para la altura de la planta según la densidad. Segundo Corte.	90
Anexo 7. Comparación de medias para la altura de la planta según el método. Segundo Corte.	91
Anexo 8. Altura de la planta según tratamientos. Segundo Corte.	91
Anexo 9. Análisis de la Varianza para Altura de la planta. Tercer corte.	92
Anexo 10. Comparación de medias para la altura de la planta según la densidad Tercer corte.	92
Anexo 11. Comparación de medias para la altura de la planta según el método. Tercer corte.	93
Anexo 12. Altura de la planta según cada tratamiento. Tercer corte.	93
Anexo 13. Análisis de la Varianza para Área de Copa. Primer corte.	94
Anexo 14. Comparación de medias para el área de copa según la densidad. Primer corte.	94
Anexo 15. Comparación de medias para el área de copa de la planta según el método. Primer corte.	95

Anexo 16. Área de copa de la planta. Primer corte.	95
Anexo 17. Análisis de la Varianza para Área de Copa de la planta. Segundo Corte.	96
Anexo 18. Comparación de medias para el área de copa de la planta según la densidad. Segundo Corte.	96
Anexo 19. Comparación de medias para el área de copa de la planta según el método. Segundo Corte.	97
Anexo 20. Área de copa de la planta según cada tratamiento. Segundo Corte.	97
Anexo 21. Análisis de la Varianza para Área de Copa de la planta. Tercer corte.	98
Anexo 22. Comparación de medias para el área de copa de la planta según la densidad. Tercer corte.	98
Anexo 23. Comparación de medias para el área de copa de la planta según el método. Tercer corte.	99
Anexo 24. Área de copa de la planta según cada tratamiento. Tercer corte.	99
Anexo 25. Análisis de la Varianza para la producción de biomasa. Primer corte.	100
Anexo 26. Comparación de medias para la producción de biomasa según la densidad. Primer corte.	100
Anexo 27. Comparación de medias para la producción de biomasa según el método. Primer corte.	101
Anexo 28. Producción de biomasa según cada tratamiento. Primer corte.	101
Anexo 29. Análisis de la Varianza para la producción de biomasa. Segundo Corte.	102
Anexo 30. Comparación de medias para la Producción de Biomasa según densidad. Segundo Corte.	102

Anexo 31. Comparación de medias para la producción de biomasa según el método. Segundo Corte.	103
Anexo 32. Producción de biomasa según cada tratamiento. Segundo corte.	103
Anexo 33. Análisis de la Varianza para la producción de biomasa. Tercer corte.	104
Anexo 34. Comparación de medias para la producción de biomasa según la densidad. Tercer corte.	104
Anexo 35. Comparación de medias para la producción de biomasa según el método. Tercer corte.	105
Anexo 36. Producción de biomasa según cada tratamiento. Tercer corte.	105
Anexo 37. Análisis de la Varianza para el porcentaje de supervivencia. Primer corte.	106
Anexo 38. Comparación de medias para el porcentaje de supervivencia según la densidad. Primer corte.	106
Anexo 39. Comparación de medias para el porcentaje de supervivencia según el método. Primer corte.	107
Anexo 40. Porcentaje de supervivencia según cada tratamiento. Primer corte.	107
Anexo 41. Análisis de la Varianza para el porcentaje de supervivencia. Segundo corte.	108
Anexo 42. Comparación de medias para el porcentaje de supervivencia según la densidad. Segundo corte.	108
Anexo 43. Comparación de medias para la producción de biomasa según el método. Segundo corte.	109
Anexo 44. Porcentaje de supervivencia según cada tratamiento. Segundo corte.	119
Anexo 45. Análisis de la Varianza para el porcentaje de supervivencia. Tercer corte.	110

Anexo 46. Comparación de medias para el porcentaje de supervivencia según la densidad. Tercer corte.	110
Anexo 47. Comparación de medias para el porcentaje de supervivencia según el método. Tercer corte.	111
Anexo 48. Porcentaje de supervivencia según cada tratamiento. Tercer corte.	111
Anexo 49. Análisis de la Varianza para incremento diario-altura de la planta. Primer corte.	112
Anexo 50. Comparación de medias para el incremento diario-altura de la planta según la densidad. Primer corte.	112
Anexo 51. Comparación de medias para el incremento diario-altura de la planta según el método. Primer corte.	113
Anexo 52. Incremento diario-altura de la planta según cada tratamiento. Primer corte.	113
Anexo 53. Análisis de la Varianza para incremento diario-altura de la planta. Segundo corte.	114
Anexo 54. Comparación de medias para el incremento diario-altura de la planta según la densidad. Segundo corte.	114
Anexo 55. Comparación de medias para el incremento diario-altura de la planta según el método. Segundo corte.	115
Anexo 56. Incremento diario-altura de la planta según cada tratamiento. Segundo corte.	115
Anexo 57. Análisis de la Varianza para incremento diario-altura de la planta. Tercer corte	116
Anexo 58. Comparación de medias para el incremento diario-altura de la planta según la densidad. Tercer corte	116
Anexo 59. Comparación de medias para el incremento diario-altura de la planta según el método. Tercer corte.	117
Anexo 60. Incremento diario-altura según cada tratamiento. Tercer corte.	117

Anexo 61. Análisis de la Varianza para el incremento diario del área copa de la planta. Primer corte.	118
Anexo 62. Comparación de medias para el incremento diario área copa de la planta según la densidad. Primer corte.	118
Anexo 63. Comparación de medias para el incremento diario del área copa de la planta según el método. Primer corte.	119
Anexo 64. Incremento diario del área copa de la planta según cada tratamiento. Primer corte.	119
Anexo 65. Análisis de la Varianza para el incremento diario área copa de la planta. Segundo corte.	120
Anexo 66. Comparación de medias para el incremento diario del área copa de la planta según la densidad. Segundo corte.	120
Anexo 67. Comparación de medias para el incremento diario del área copa de la planta según el método. Segundo corte.	121
Anexo 68. Incremento diario área copa de la planta según cada tratamiento. Segundo corte.	121
Anexo 69. Análisis de la Varianza para el incremento diario del área copa de la planta. Tercer corte.	122
Anexo 70. Comparación de medias para el incremento diario área copa de la planta según la densidad. Tercer corte.	122
Anexo 71. Comparación de medias para el incremento diario área copa de la planta según el método. Tercer corte.	123
Anexo 72. Incremento diario área copa de la planta según cada tratamiento. Tercer corte.	123
Anexo 73. Análisis de la Varianza para la producción anual de biomasa.	124
Anexo 74. Comparación de medias para la producción anual de biomasa según la densidad.	124
Anexo 75. Comparación de medias para la producción anual de biomasa según el método.	125

Anexo 76. Producción anual de biomasa según cada tratamiento.	125
Anexo 77. Análisis de la Varianza para la producción de proteína.	126
Anexo 78. Comparación de medias para la producción de proteína según la densidad.	126
Anexo 79. Comparación de medias para la producción de proteína según el método.	127
Anexo 80. Producción de proteína según tratamiento.	127
Anexo 81. Análisis de la Varianza para la producción Nitrógeno.	128
Anexo 82. Comparación de medias para la producción de Nitrógeno según la densidad.	128
Anexo 83. Comparación de medias para la producción de Nitrógeno según el método.	129
Anexo 84. Producción de Nitrógeno según tratamiento.	129
Anexo 85. Análisis de la Varianza para la producción de Fósforo.	130
Anexo 86. Comparación de medias para la producción de Fósforo según la densidad.	130
Anexo 87. Comparación de medias para la producción de Fósforo según el método.	131
Anexo 88. Producción de Fósforo según el tratamiento.	131
Anexo 89. Análisis de la Varianza para la producción de Potasio.	132
Anexo 90. Comparación de medias para la producción de Potasio según la densidad.	132
Anexo 91. Comparación de medias para la producción de Potasio según el método.	133
Anexo 92. Producción de Potasio según el tratamiento.	133
Anexo 93. Resultados de análisis de suelo granja mar agrícola	134

GLOSARIO

AGROFORESTERÍA: son todos aquellos sistemas donde hay una combinación de especies arbóreas con especies arbustivas o herbáceas, generalmente cultivadas con propósitos comerciales.

ANÁLISIS BROMATOLÓGICO: procedimiento en laboratorio que determina la composición de un forraje o cualquier tipo de material orgánico. Se realiza generalmente para determinar su valor nutritivo o sus necesidades nutritivas.

ÁREA DE COPA: espacio ocupado por la parte aérea de una planta, se calcula midiendo dos ejes la extensión a lo largo de la copa y su extensión a lo ancho, se expresa en cm^2 .

BANCOS DE PROTEÍNA: área sembrada con plantas de alto valor proteico, generalmente en densidades altas, cuyo objetivo es la producción de forraje para suplementar la dieta de los animales. El banco de proteína puede estar implantado con una sola especie o ser una combinación de estas.

BIOMASA: cantidad de forraje que se puede extraer de una planta, expresada en peso por unidad de área o de volumen y que comprende la totalidad de sus hojas, tallos y frutos.

DENSIDAD DE SIEMBRA: mayor o menor cantidad de plantas en una unidad de cultivo, es resultado de la distancia de siembra.

ESTACA: porción de un tallo, generalmente leñoso en estado fresco, sin raíces, que se planta para propagar cierto tipo de plantas.

FLORACIÓN: estado que indica madurez en la planta cuando pasa del estado en crecimiento ha estado reproductivo.

SILVOPASTOREO: es un tipo de agroforestería, implica la presencia de animales directamente pastando entre o bajo árboles, los que pueden ser nativos o plantados con fines maderables, para productos industriales, como frutales o árboles multipropósito con alto valor alimenticio en apoyo específico para la producción animal.

VELOCIDAD DE CRECIMIENTO: es la medición del crecimiento de una planta expresada en una mitad de longitud por unidad de tiempo. Se puede hablar de cm./día ; cm./semana , etc.

RESUMEN

El trabajo de campo se realizó en las instalaciones de La Granja Maragrícola de propiedad de la Universidad de Nariño, ubicada en la vereda de Inguapí del Carmen, corregimiento de Chilví, municipio de San Andrés de Tumaco, a 22.5 Km. en la vía Tumaco–Pasto, sudoeste del Departamento de Nariño, a una altura de 80msnm. De topografía plana, predominancia de suelo arcillo limoso, pH de 5,5 a 6. Clima cálido-húmedo, temperatura promedios de 25°C y precipitación de 2.500 a 2.800mm anuales, humedad relativa de 80 a 85%. El área utilizada fue de 1435m², dividida en 36 parcelas de 21m² (3m x 7m) y callejones de 1m de ancho.

El estudio evaluó el comportamiento del Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray), en un periodo de 210 días (3 cortes), bajo tres diferentes métodos de siembra (método 1: estacas enraizadas en vivero; método 2: estacas verticales y método 3: estacas inclinadas), y bajo tres densidades de siembra: 0,85plantas/m², 1planta/m² y 1,71plantas/m²; de su combinación resultaron 9 tratamientos.

Se obtuvo que la edad a prefloración fue de 90 días al primer corte en los 9 tratamientos, para el segundo y el tercer corte fue de 45 días. La variable altura mostró el mejor resultado ($p < 0.01$) al primer corte con el método 1 a 0,85plantas/m², al segundo corte el método 1 a 1planta/m² y en el tercer corte el método 2 a 0,85plantas/m², con 1,78m, 0,80m y 1,80m respectivamente; para el área de copa se encontró que en el primero, segundo y tercer corte los mejores resultados ($p < 0.01$) estuvieron en los métodos 2 a 1planta/m², con 12.027cm², 1 a 1planta/m² con 29.994cm² y 1 a 1planta/m² con 72.507cm². En cuanto a la variable producción de biomasa se encontró que para el primer segundo y tercer corte el método 1 a 1planta/m² fue el que mejor se comportó ($p < 0.01$) con 1.788,2g, 597,7g y 1.955,0g respectivamente. La producción de biomasa anual mostró su mejor comportamiento ($p < 0.01$) en la interacción entre el método 1 a 1planta/m² con 101,1ton/ha/año. En el contenido de proteína se obtuvo que ($p > 0.01$) en la interacción entre método y densidad. La variable extracción de Nitrógeno, Fósforo y Potasio obtuvo ($p > 0.01$) entre todas las interacciones. La supervivencia mostró ($p < 0.01$) resultados superiores en el primer corte con 90.3%; método 1 a 0,85plantas/m²; en el segundo corte con 84,5%; método 1 a 1planta/m² y para el tercer corte 51,4% en el método 2 a 0,85plantas/m². Al realizar los cálculos para determinar los costos de establecimiento, se encontró que fueron diferentes, resultando más costoso el método 1 ya que incurrió en costos adicionales como bolsa plásticas, huequeado y riego de las plantas en el vivero.

En conclusión la mejor interacción se presentó entre el método 1 y densidad de 1planta/m², a pesar que este método requiere mayor cuidado e inversión, ya que los resultados compensan este gasto. Es superior la densidad de 1 planta/m² porque facilita el desarrollo del botón de oro sin que haya competencia y evita la proliferación de arvenses.

ABSTRACT

The field work was carried out in the Maragrícola farm, to the University of Nariño, located at Inguapí del Carmen's rural area, jurisdiction of Chilvi, municipality of 'San Andres of Tumaco'. It is at 22,5km in the Tumaco-Pasto way, to the south-west of the department of Nariño. It is at 80 meters above the sea level, flat topography. Slimy-clayish soil prevailing, pH from 5,5 to 6, wet-warm climate, with 25°C as average temperature and a rainfall of 2.500 to 2.800mm per year. The region has a relative humidity of 80 to 85%. The worked area was 1.435m² which was divided in 36 of 21-square meter-plot (3mx7m) and 1-meter-alley in width.

The study was to evaluate the *Tithonia diversifolia* (Hemls) Gray behavior during a 210-day period (3 cuts), under three different methods of sowing. (Method 1: rooted plant in seed bed; method 2: Vertical stems and method 3: leaned stems) and under three sowing densities: 0,85plants/m², 1 plant/m² and 1,71plants/m², 9 treatments were the result from their combination.

It was obtained that the cutting time or flourish was 90 days at the first cutting to all 9 treatments, and for the second and third cutting was 45 days. The variable height showed the best results ($p < 0.01$), at the first cutting in method 1 at 0,85 plants/m², for the second cutting, method 1 at 1plant/m² and for the third cutting, method 2 at 0,85plants/m², with 1,78m, 0,80m and 1,80 respectively; for the top area, it was found that in the first, second and third cutting the best results ($p < 0,01$), were in methods 2 at 1 plant/m² with 12.027cm² 1 at 1plant/m² with 29.994cm² and method 1 at 1 plant/m² with 72.507cm². In relation to the biomass production variable it was found that for the first, second and third cuttings, method 1 at 1 plant/m² showed the best ($p < 0,01$) behavior with 1.788,2gr, 597,7gr and 1.955gr respectively. The annual biomass production showed its best behavior in the interaction between method 1 at 1 plant/m²; with 101,1ton/ha/year. In the protein content It was obtained that ($p > 0.01$) in the interaction between method and density. The varying extraction of nitrogen, phosphorus and potassium got ($p > 0.01$) in the lot interactions. The survival variable showed ($p < 0.01$) top results in the first cutting with 90,3% method 1 at 0,85plants/m² in the second cutting with 84,5% method 1 at 1plant/m² and for the third cutting of 51,4% in method 2 at 0,85plants/m². When making the calculations to determine the establishment costs, were found that they were different, being more expensive the method 1 for the reason that incurred costs add-on that plastic bag, opening space and to irrigate the plants in seed bed.

In conclusion the best interaction was seen with method 1 and a density of 1plant/m² despite of method 1 which requires intensive care and investment, since the obtained results compensate these investments. It's superior the 1plant/m² density because it makes the development of the *Tithonia diversifolia* (Hemls) Gray, easier, without any competence and avoiding the growing in sown fields.

INTRODUCCIÓN

Los países de Sur América y el Caribe tienen la necesidad de aumentar su producción agropecuaria, mejorar la calidad y reducir los costos y el precio de su oferta. De esta forma, ser más competitivos en los mercados internacionales.

En Colombia se deben promover investigaciones encaminadas a la modernización y optimización de este sector para sacar adelante los departamentos con vocación agropecuaria por tanto aumentar los ingresos de los campesinos, mediante la generación de empleos y el ofrecimiento de buenas condiciones de vida, al disminuir el éxodo rural.

Nilo del Castillo, Alcalde del municipio de Tumaco, menciona que la región pacífica del Departamento de Nariño es una de las zonas con mayor potencial al estar en la ruta del comercio marítimo y aéreo mundial, ser frontera con el Ecuador y tener facilidades para el comercio marítimo con Centroamérica, Sur América, el sur de Norteamérica y Asia, situación que se puede convertir en una fortaleza para hacerle frente al Tratado de Libre Comercio (TLC)¹.

Además, esta es una de las regiones más ricas del mundo en biodiversidad y pluviosidad, que facilitan el crecimiento de una gran diversidad de pastos y forrajes que tienen un potencial elevado en la alimentación animal por su valor nutritivo y su alta producción y persistencia en épocas de verano o invierno prolongados.

Una de estas plantas es el Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray) que ha demostrado en otras regiones del país ser un excelente recurso para la alimentación animal, al poseer una alta cantidad y calidad de proteína y tener una producción elevada en todo el año y a bajo costo. Pero en esta región no ha sido utilizada en actividades de producción animal, al contrario ha sido vista como una maleza de difícil control, situación que se puede contrarrestar si se destinan investigaciones para conocer el manejo adecuado de esta planta que por ende harán que el botón de oro sea tratado como un cultivo con fines de alimentación animal a bajo costo y de buena producción forrajera.

¹ CASTILLO, T. N. Diagnóstico Estratégico. En: Plan de Desarrollo 2004 – 2007 con perspectivas de derechos humanos. Tumaco. 2004. p. 15.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Los países latinoamericanos con vocación agropecuaria están enfrentando nuevas políticas de comercio internacional, situación que amenaza su economía ya que el atraso e ineficiencia en sus procesos productivos; Colombia a pesar de tener un gran potencial productivo al poseer una diversidad de climas y por ende de productos, no ha posicionado éste sector como uno de los más influyentes, haciéndose evidente el poco desarrollo tecnológico e investigativo.

Nariño por su parte es uno de los departamentos más atrasados y de menor aporte a la economía del país. En el sector ganadero tiene problemas con los bajos rendimientos (según los censos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural del municipio), se calcula una capacidad de carga de 1.1 U.G.G. /ha y un área de pastos y forrajes instalada de 5.510ha de las 356.709ha departamentales, equivalente al 1,5%. Esto se puede revertir usando tecnologías sencillas que estén ligadas mas a conocimientos adecuados que a un abundante capital de inversión, además de aprovechar los recursos existentes, porque dependen mucho más del "cómo hacer" que de "con qué hacer".

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La estacionalidad, la deficiencia nutricional de los pastos usados tradicionalmente y la creciente necesidad de obtener carne y leche de excelente calidad y en un volumen constante, hacen que en el trópico bajo como la zona Pacífica del Departamento de Nariño exista la necesidad de recurrir a la suplementación nutricional, la cual incrementa los costos de producción y dificulta su comercialización.

Esto crea la necesidad de realizar investigaciones que exploren dentro de la biodiversidad algunos recursos forrajeros alternativos de la zona como es el caso del Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray), que posee un alto contenido de proteína y una alta producción de biomasa y que puede ayudar a los productores de la costa pacífica de Nariño a mejorar su producción de una manera sostenible y a bajo costo. Por lo tanto se plantea la siguiente interrogante:

¿Cuál será el mejor método y distancia de siembra para producir botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray) en un banco de proteína con fines de alimentación animal en la costa pacífica de Nariño?

3. OBJETIVOS.

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del método y densidad de siembra en la producción de botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray) en un banco de proteína en la Costa Pacífica de Nariño.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la composición proteica del forraje bajo los diferentes métodos y densidades de siembra.
- Evaluar el comportamiento del Botón de oro bajo 3 diferentes métodos de siembra.
- Evaluar el comportamiento del Botón de oro bajo 3 densidades de siembra.
- Determinar la extracción de macro elementos N, P y K por parte de la planta.
- Hacer una evaluación general de los costos de establecimiento de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) manejado como banco de proteína.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL BOTÓN DE ORO (*Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray)

Según Ríos y Salazar (1992):

División:	Spermatophyta
Clase:	Dicotiledoneae
Subclase:	Metaclamídeas
Orden:	Campanuladas
Familia:	Compositae
Género:	Tithonia
Especie:	<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) gray

Esta familia tiene unas 15.000 especies ampliamente distribuidas por todo el mundo y es posiblemente la que posee más ejemplares dentro de la flora colombiana.²

Nash (1976), afirma que el género *Tithonia* comprende 10 especies, todas originarias de México o Centro América. Una de ellas, *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, especie descrita como planta herbácea de 1.5 a 4.0m de altura, con ramas fuertes subtomentosas, a menudo glabras, hojas alternas, pecioladas, las hojas en su mayoría de 7.0 a 20cm de largo y, de 4.0 a 20.0cm de ancho. Con 3 a 5 lóbulos profundos cuneados hasta subtruncados en la base y la mayoría decurrentes en la base del pecíolo, bordes aserrados pedúnculos fuertes de 5 a 20cm de largo, 12 a 14 flores amarillo brillantes o anaranjadas de 3.0 a 6.0cm de longitud.³

² RÍOS, Clara. y SALAZAR Amparo. Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) una fuente proteica alternativa para el trópico. Buga (Valle): *Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV) - Instituto Mayor Campesino (IMCA)*, Julio – Diciembre de 1992. p. 4.

³ Nash D. Flora de Guatemala EN: Fieldiana: 1876. Botany pag.323-324

4.2 RANGO DE ADAPTACIÓN

Nash, citado por Ospina y Murgueitio 2002, menciona que: “En Guatemala se ha observado entre los 200 y los 2.300 m.s.n.m, en montes con alta humedad y también en montes secos.”⁴

Según Murgueitio (1997), citado por Jaramillo, F: El Botón de oro se encuentra en Venezuela entre los 300 y 1.700 m.s.n.m, en Colombia esta planta crece en diferentes condiciones agro-ecológicas, desde el nivel del mar hasta 2.700 m en La Cocha (Nariño), con precipitaciones que fluctúan entre 800 a 5.000mm, y en diferentes tipos de suelo, tolerando condiciones de acidez y baja fertilidad. Se encuentra creciendo espontáneamente a orillas de caminos y ríos.⁵

Ríos (2002) en uno de sus estudios menciona que: “El botón de oro crece bien en diferentes climas y sobre varias clases de suelo, tolerando condiciones de acidez y baja fertilidad. Sin embargo, se desarrolla mejor en clima medio con abundantes lluvias.”⁶

Gálvez (2007), en comunicación personal, manifiesta que se lo puede encontrar hasta 2750 m.s.n.m. en el Alto de Daza municipio de Pasto, departamento de Nariño, Colombia*.

⁴ NASH D, Citado por OSPINA Sonia D. Y MURGUEITIO R Enrique. Tres especies vegetales promisorias. Nacedero (*trichantera gigantea*), botón de oro (*Tithonia diversifolia*) Bore (*Alocasia macrorrhiza*) Cali: CIPAV, septiembre 2002. p. 205 – 262

⁵ MURGUEITIO, E. Citado por JARAMILLO, Yolanda., et al. Evaluación de tres especies de árboles forrajeros en la alimentación de vacas Holstein en el trópico alto de Nariño. Tesis. Zootecnia. Pasto, Colombia. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias, 2000. p. 33

⁶ RIOS, Clara I. Guía para el cultivo y aprovechamiento del botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray). Bogotá Colombia: CAB, Junio de 2002 .p. 8.

* COMUNICACIÓN PERSONAL de Arturo Gálvez Ceron, Profesor de la facultad de ciencias pecuarias de la Universidad de Nariño. Pasto Nariño, Febrero 2007.

4.3 NOMBRES COMUNES

En el cuadro 1 se mencionan algunos sinónimos del botón de oro en diferentes regiones y países latinoamericanos.⁷

Cuadro 1. Sinónimos *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray.

País	Región	Nombre común
Colombia	Valle del Cauca	Botón de Oro
	Antioquia	Girasola
	Caldas y Norte del Tolima	Gamboa, Botón dorado
	Sur del Tolima	Hierba de bruja
	Nariño	Mirasol
	Santander	Mirasol
Guatemala		Kónon, quil, sun, quil amargo, Sajan grande, Quil amargo.
Cuba		Margaritona, árnica de la tierra
Costa Rica		Tora amarilla
Venezuela		Tara, taro, flor amarilla, árnica
México		Flor del sol

Fuente: Guía para el cultivo y aprovechamiento del botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray). Ríos 2002

4.4 USOS

4.4.1 Alimentación de rumiantes y monogástricos. Cardozo citado por Ríos Clara (2003) registra que: Un sistema de producción en Venezuela utiliza *Tithonia* como forraje fresco sin picar. Este se ofrece colgado para el consumo de ovejas y cabras, como parte de una dieta con cogollo de caña y pasto elefante.⁸

⁷ RÍOS, C., Op. Cit., p. 2.

⁸ CARDOZO, citado por RÍOS Clara I. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. [fao.org/WAICENT](http://www.fao.org/WAICENT) [online]. Cali, Colombia, Agosto 1 de 2003: publicado del 2 de abril de 2004: Disponible en internet: <http://www.fao.org/WAICENT/Faoinfo/Agricult/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/Rios14.htm>.

Murgueitio citado por RÍOS Clara, manifiesta: En Colombia, se ha observado un excelente consumo por vacas Holstein en ramoneo a 2.400 msnm. Campesinos de Dagua y El Dovio ofrecen *T. diversifolia* picado en mezcla con otros forrajes como nacedero (*Trichanthera gigantea*), chachafruto (*Erythrina edulis*), morera (*Morus spp*) y cogollo de caña, para alimentación de las vacas. Registra también a *Tithonia* como parte de la dieta de cerdos en mezcla con otros forrajes y se ha empleado en fincas campesinas como componente de la dieta de conejos (*Oryctolagus cuniculos*) y curíes (*Cavia porcellus*), al igual que de búfalos (*Bubalus bubalis*).⁹

Vargas señala: En Buga (Valle) se realizó una evaluación de aceptación de botón de oro con cuatro ovejas de pelo, a las cuales se les suministró dos dietas con el 50 % y 100 % de la dieta básica a partir de botón de oro durante cinco días. El consumo de botón de oro en la dieta del 50% fue de 868 g/día en base fresca, que correspondió a 369 g/día, en base seca. En la dieta del 100% consumieron 1.668 g/día en base fresca, equivalentes a 712 g/día en base seca.¹⁰

Según Rodríguez y Navarro: El ganado bovino, las cabras, ovejas, cuyes y conejos consumen bien este forraje sin necesidad de ser trozado muy fino, pudiéndose suministrar hasta con un diámetro de tallo de 1.0 a 1.5 cm., especialmente cuando se suministra tierno (alrededor de 50 días de edad), época en la cual presenta un buen valor nutricional.¹¹

⁹ Ibid., p. 2.

¹⁰ VARGAS. Citado por RÍOS, Clara. y SALAZAR Amparo. Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) una fuente proteica alternativa para el trópico: Primera Parte. Buga (Valle): Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV) - Instituto Mayor Campesino (IMCA), Julio – Diciembre de 1992. p. 25.

¹¹ RODRÍGUEZ E. F. y NAVARRO F. Citados por OSPINA Sonia D. y MURGUEITIO R Enrique. Tres especies vegetales promisorias. Nacedero (*Trichanthera gigantea*) Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) Bore (*Alocasia macrorrhiza*). Cali: CIPAV, Septiembre 2002. p. 205 - 262

4.4.2 Atracción y fuente de alimento para insectos. Ríos menciona. “En una parcela de alta diversidad (cultivos de 10 o más especies en asociación), la *Tithonia diversifolia* cumplía funciones de atracción y fuente de alimento para insectos, entre ellos polinizadores, productores de miel y controladores biológicos ya que produce néctar y polen. Estas funciones son vitales para la producción sin agroquímicos, pues permite que el sistema alcance un equilibrio entre poblaciones de insectos y otros artrópodos, para producir con un mínimo impacto ambiental.”¹²

4.4.3 Cerca viva y rompevientos. El mismo autor indica: Se establece *Tithonia diversifolia* como cerca viva, en reemplazo de cercas con alambre de púas. También se siembra como rompevientos alrededor de apiarios en la zona cafetera colombiana, en zonas de ladera del Valle del Cauca, se siembra en franjas asociada con otras especies forrajeras como nacedero (*Trichanthea gigantea*) para delimitar lotes o como lindero.¹³

4.4.4 Abono verde. Cairns (1998) afirma que: Algunos agricultores consideran las parcelas con botón de oro como bancos de fertilizante. Esta especie es cosechada e incorporada como abono verde en campos de cultivo de arroz con inundación como fuente lenta de nutriente y para evitar la evaporación.

Debido a su rápido crecimiento, eficiente depuración de nutrientes del suelo, abundante producción de hojas y rápida descomposición, esta especie parece acelerar el reciclaje de nutrientes y permite la rehabilitación del suelo en un período corto.

En Costa Rica, al evaluar especies identificadas por agricultores como favorables para la producción de frijol bajo el sistema de tapado con abono verde, se encontró que el Botón de oro tenía altos contenidos foliares de fósforo, calcio y potasio; más de 2.500ppm.¹⁴

¹² RÍOS, Clara. y SALAZAR Amparo. Op. Cit., p. 2.

¹³ Ibit.

¹⁴ CAIRNS, M. F. Citado por OSPINA Sonia D. y MURGUEITIO R Enrique. Tres especies vegetales promisorias. Nacedero (*Trichanthea gigantea*) Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) Bore (*Alocasia macrorrhiza*). Cali: CIPAV, Septiembre 2002. p. 205 – 262

El mismo autor afirma que:

Al comparar la producción de frijol aplicando abono verde de botón de oro y frijol canavalia, se encontró que la mayor producción se obtuvo cuando se incorporo botón de oro, concluyendo que el botón de oro puede estar jugando un papel importante en la fijación de nutrientes lábiles del suelo que de otra forma se perderían por lixiviación. En el caso del fósforo, la asociación con micorrizas puede estar cumpliendo un rol importante en su movilización. Es así como se puede cambiar el concepto de rastros con arvenses al de abono verde o cultivo de cobertura. También registra que en la provincia de Bukidnon, Filipinas, el botón de oro es utilizado para recuperar y mejorar áreas invadidas por el pasto *Imperata cilíndrica*, su sombra controla el pasto en un año. Al final del segundo año, se cortan las plantas y se siembra un nuevo cultivo sin necesidad de aplicar fertilizantes ni arar, porque se mejoran las propiedades físicas del suelo.“¹⁵

4.4.5 Otros usos. Según Roig y Mesa (1995), citados por Criollo y Usama, manifiestan: Se utiliza en salud animal para disminuir los abortos y canibalismo en conejos. También para depurar y arrojar la placenta, se suministra a las conejas 2 o 3 días antes del parto y 5 a 8 días después del parto. Los productores dicen que además se mejora la lactancia.

Se registra el uso de las hojas en cocción como remedio para la malaria, y en el tratamiento de lastimaduras de la piel de animales domésticos se utilizan las hojas en maceración con alcohol como si fuera linimento; se utilizan las hojas en cocción para el espasmo o frío y como medicina para problemas del hígado.

Los mismos autores encontraron que: En Venezuela, el botón de oro protege los taludes resultantes del corte de un tramo en montaña, para la construcción de una carretera y se observó sembrada alrededor de un huerto con el fin de protegerla del ataque de la hormiga arriera (*Atta* sp).¹⁶

¹⁵ Ibit., p. 2

¹⁶ ROIG Y MESA. Citados por CRIOLLO Yali y USAMA Monica. Producción de Biomasa con relación a tres distancias de siembra de Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) en monocultivo y asociado con aliso (*Alnus jorullencis* H.B.K) en la granja de botana municipio de Pasto. Pasto, 2001, p. 20. Trabajo de grado (ing. agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa Agroforestal

4.5 CONTENIDO NUTRICIONAL Mahecha y Rosales (2001), encontraron que: . En una evaluación realizada del contenido de nutrientes de *Tithonia diversifolia* en hojas, pecíolos, flores y tallos hasta en cinco estados de desarrollo los siguientes resultados: ver tabla 1.

Tabla 1. Contenido de nutrientes de *Tithonia diversifolia*

	Estado vegetativo				
	Crecimiento avanzado	Prefloración	Floración media	Floración completa	Pasada la floración
Materia seca %	14.1	17.22	17.25	17.75	23.25
Proteína cruda %	28.51	27.48	22.0	20.2	14.84
Extracto etéreo %	1.93	2.27	2.39	2.26	2.43
Calcio %	2.3	2.14	2.47	2.4	1.96
Fósforo %	0.38	0.35	0.36	0.36	0.32
Magnesio %	0.05	0.05	0.07	0.06	0.06

Fuente: Maecha y Rosales (2001)

Los valores mas bajos para proteína fueron en estado de floración avanzada a 89 días, mientras que en estado de crecimiento a 30 días y prefloración a 50 días se encontraron los valores de proteína mas altos, igual comportamiento se encontró para extracto etéreo y los minerales disminuyendo en los estados maduros.¹⁷

Gálvez (1998) en su estudio sobre el bosque proteico de Nariño menciona que: En el clima cálido y medio de este departamento se pueden encontrar recursos forrajeros importantes en cuanto a su contenido de proteína, de los cuales solo el 5% de ellos presenta un contenido de proteína cruda inferior al 20%. Ver tabla 2.¹⁸

¹⁷ MAHECHA, Liliana; ROSALES Mauricio. Valor nutricional del follaje de Botón de Oro (*Tithonia diversifolia* [Hemsl]. Gray). Fundación CIPAV [online]. Cali, Colombia., Agosto 10 de 2005[consultado el 10 de noviembre de 2005].://www.cipav.org.co/lrrd17/9/mahe17100.htm ›

¹⁸ GALVEZ CERÓN, Arturo Leonel. El cuy (*Cavia porcellus*) y el bosque de las proteínas. San Juan de Pasto, 1998. Maestría En Desarrollo Sostenible De Sistemas Agrarios. Convenio universidad Javeriana, CIPAV, IMCA.

Tabla 2. Análisis Químico Proximal de Árboles y arbustos forrajeros de clima cálido y medio.

FORRAJE	MS %	CEN %	E.E %	F.C %	P.C %	ELN %	Ca %	P %	NDT	E.Dk cal/kg	E.M cal/kg
Algarrobo	23			20	24		2.7	0.15			
<u>Botón de oro</u>	<u>26.7</u>	<u>21.16</u>	<u>3.5</u>	<u>17</u>	<u>26.92</u>	<u>31.4</u>	<u>2.71</u>	<u>0.31</u>	<u>76</u>	<u>3.33</u>	<u>2.8</u>
Cachimbo	21				22		1.3	0.3			
Chachafruto	21.42	9.49	2.52	38.73	21.76	24.5			55.3	2.27	2.02
Chaya	21	8.25	9.65	9.7	41.25	36.2	4.21	0.63			
Chochillo	26.68	9.68	2.97	30.78	22.58	34	1.82	0.21	69.4	2.64	2.35
Leucaena	30			20	26.5		2.36	0.23			
Liberal	30.28	13.52	3.84	11.77	20.46	50.4	1.08	0.3	79.8	3.49	2.97
Matarratón	20				24.39		0.7	0.3			
Morera	22.47	10.26	2.51	14.72	25.36	47.2			78.7	3.27	2.91
Nacedero	22.36	16.8	2.56	19.29	21.58	39.8			66.4	2.72	2.42
Orugo	28.97	18.38	2.64	21.45	22.76	34.8	1.07	0.29	77	3.37	2.86
Papayuelo		11.74	6.61	12.47	30.87	38.3	2	0.37	77.3	3.38	3.07
Paridera	20.47	15,8	2.13	16.99	23.42	42.4	3.04	0.27	69.2	2.64	2.34
Pízamo	25			20	20		1.02	0.28			
Resucitado	26.43	13.85	6.46	15.57	22.61	41.5	2.13	0.29	84.1	3.68	3.13
Sachacol	20.82	17.4	4.19	38.52	14.13	25.8	3.16	0.29	61.3	2.68	2.38

Fuente: Gálvez Cerón, Arturo (1998).

4.6 CLASIFICACIÓN PROTEICA DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS FORRAJEROS DE CLIMA CÁLIDO

En el mismo estudio Gálvez clasifica los forrajes según su contenido proteico. (Ver cuadro 2) ¹⁹.

¹⁹ Ibid., p. 2

Cuadro 2. Clasificación proteica de árboles y arbustos forrajeros de clima cálido y medio de Nariño

Super Alto > 30% de proteína	Muy Alto 25 – 29 % de proteína	Alto 20 – 24 % de proteína	Mediano 15 – 19 % de proteína	Bajo 10 – 14% de proteína	Muy bajo < 10% de proteína
Chaya. Algarrobo Fruto. Papayuelo.	Botón de oro. Leucaena. Morera.	Matarratón, Algarrobo hojas, Paridera, ortigo, Resucitado, Chochillo. Chachafruto hoja, Nacedero, liberal, Chachafruto fruto, Chachimbo, Pizamo		Sachacol	

Fuente: Gálvez Cerón (1998).

4.7 ANÁLISIS FITOQUÍMICOS Ríos afirma que: en el *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray, se encontró una cumarina, posiblemente la colinina pero no se cuantificó su nivel. Sin embargo, no se observaron manifestaciones de intoxicación en bovinos y conejos a los que se les suministró forraje de esta especie por varios días consecutivos. Esto indica que el nivel puede ser bajo, aunque no se descartan niveles acumulativos por el consumo durante varias semanas.²⁰

Rosales (1992), al realizar un análisis cuantitativo del forraje de botón de oro para encontrar contenido de metabolitos secundarios no encontró taninos ni fenoles.²¹

²⁰ RÍOS, C. Op. Cit., p. 3.

²¹ ROSALES, M. Citado por RÍOS, Clara. y SALAZAR Amparo. Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) una fuente proteica alternativa para el trópico. Buga (Valle): *Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV) - Instituto Mayor Campesino (IMCA)*, Julio – Diciembre de 1992.p. 125.

4.8 PROPAGACIÓN

Raven (1992): los métodos utilizados en la propagación de plantas son.

1. Reproducción sexual
2. Reproducción asexual o vegetativa
 1. Estructuras que son utilizadas para la propagación vegetativa o asexual
 - § Raíces
 - § Tallos
 - § Hojas
 2. Métodos de reproducción asexual o vegetativa
 - § Injerto
 - § Acodo ²²

4.8.1 Propagación sexual o por semilla El mismo autor menciona que la propagación por semilla es una forma tradicional y convencional de reproducción. Para su germinación las semillas requieren de un período de almacenamiento al menos de dos meses en una bolsa de papel puesta en un lugar fresco y de un sustrato con buena humedad.²³

4.8.2 Propagación asexual o vegetativa Hartmann (1992), citado por Taiariol, Darío. La propagación vegetativa o asexual se utiliza para producir una planta que posea el mismo genotipo que la planta madre (planta donadora) y esto es posible porque todas las células de una planta poseen la información necesaria y suficiente para reproducir la planta entera, las plantas que se reproducen asexualmente tienen la ventaja de aumentar el número de individuos rápidamente.²⁴

Salazar citado por Maecha y Rosales, señala que: “En ensayos con profundidades de siembra entre 0 y 5 cm se obtuvo de 84 a 100% de emergencia, la cual comenzó 2 -3 días después de la siembra y continuó por 4 a 5 días. Al plantar las semillas a mayor profundidad, se disminuyó la emergencia de plántulas”.²⁵

²² RAVEN, Peter. Biología de las plantas. Barcelona España: Reverte, 1992. p. 770

²³ . Ibit. p. 772

²⁴ Hartmann, H. T. citado por Taiariol, Darío. Propagacion vegetal, 1992. publicado : 2006. Disponible en internet: <<http://ww.monografias.com/trabajos13/propaveg/propaveg.shtml> – 32k.

²⁵ SALAZAR, A. Citado por MAHECHA, Liliana y ROSALES Mauricio. Valor nutricional del follaje de Botón de Oro (*Tithonia diversifolia* [Hemsl]. Gray), en la producción animal en el trópico. Cali, Colombia: Fundación CIPAV, Agosto 10 de 2005. p. 126.

Ø **Estructuras que son utilizadas para la propagación vegetativa o Asexual.** Murgueitio, E. y Calle, Z manifiestan: "Casi todas las estructuras de las plantas, presentan células conocidas como células meristemáticas, las cuales tienen la información necesaria para formar nuevas plantas".²⁶

- **Tallos**

Raven (1992) anota que: En los nudos se encuentran células capaces de formar raíces o tallos con hojas, si las condiciones son las adecuadas. Por lo tanto, cuando se desprende un pedazo de tallo, éste puede formar una nueva planta.²⁷

- **Estacas.**

Salazar (1992): Las estacas son parte de tallos o raíces que tienen la posibilidad de formar una planta rápidamente. Para cortar una estaca se recomienda que la rama sea joven y que por lo menos tenga entre 3 a 5 nudos. El corte de la estaca se debe realizar en la parte de abajo, recto y justamente debajo del nudo y el corte de arriba se debe realizar en diagonal por arriba del nudo. La siembra se realiza enterrando la estaca por su parte plana, al menos unos 4 centímetros.²⁸

Jama "menciona que el tipo de estacas utilizadas en la siembra tiene influencia sobre la producción de biomasa (hojas y tallos verdes). Con estacas leñosas se obtienen mayores rendimientos".²⁹

- **Esqueje**

Lucas Carrillo, Emilio (2000) manifiesta que: El esqueje es un brote con hojas bien formadas y el resto de sus estructuras en desarrollo, es capaz de emitir raíces por su parte inferior. Un buen esqueje debe tener una

²⁶ MURGUEITIO, E. y CALLE, Z. Diversidad biológica en la ganadería bovina de Colombia. En: Agroforestería para la producción animal en América Latina. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal No. 143. Roma. p. 53-72. 1999.

²⁷ RAVEN, Peter. Op. Cit., p. 773

²⁸ SALAZAR, A.. Evaluación agronómico del "Botón de Oro" (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray - familia compuesta) y el "Apinocho" (*Malvaviscus penduliflorus* - familia malvaceae). Cali Valle: Convenio CETEC - IMCA – CIPAV,1992. p. 75-79.

²⁹ JAMA, B. Citado por CRIOLLO Yali y USAMA Monica. Producción de Biomasa con relación a tres distancias de siembra de Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) en monocultivo y asociado con aliso (*Alnus jorullensis* H.B.K) en la granja de Botana, municipio de Pasto. Pasto, 2001, p. 20. Trabajo de grado (ing. agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa Agroforestal.

consistencia no demasiado leñosa ni excesivamente herbácea, poseer cinco o seis pares de hojas y un largo que depende de la variedad y oscila entre 5 a 9cm.³⁰

4.9 MANEJO DEL CULTIVO Salazar y Ríos, en una parcela experimental con monocultivo de botón de oro, con 542m², establecida en Buga (Valle del Cauca), a 1000 m.s.n.m. con una precipitación bimodal de 1200 mm./año, en suelos de textura arcillosa y con pH de 6.5 realizaron el siguiente manejo: establecimiento del cultivo con estacas tomadas del primer y segundo tercio del tallo, suministro de riego después de la siembra y cobertura con bagazo de caña, hojarasca y pasto seco para conservar la humedad del suelo y evitar la competencia con arvenses. Realizaron 7 cortes durante 19 meses, en este tiempo no hubo ninguna labor de limpieza del cultivo y los riegos fueron escasos, tampoco se aplicó ningún tipo de fertilizante para evaluar el comportamiento de la especie. Al final no encontraron problemas fitosanitarios, a pesar de no haber aplicado agroquímicos y concluyeron que era un cultivo sostenible.³¹

Rios, Clara Inés y Salazar Amparo, (1992) “encontraron que en un monocultivo de botón de oro podado escalonadamente cada 4 meses a 30cm de altura sobre el suelo y cuya biomasa producida en el corte es picada e incorporada, puede tener una duración de 10 años presentando siempre buenas condiciones.”³²

4.9.1 Fertilización y suministro de nutrientes. Jama, citado por Criollo Usama (2001) menciona que: la producción de biomasa de botón de oro es influenciada por la fertilidad del suelo. Cultivos establecidos en suelos con deficiencia de fósforo y fertilizados con 50 Kg. de fósforo/ha, incrementaron la producción de tallos de 7,4 a 9,3 ton MS/ha y la de hojas de 1,0 a 1,2 ton MS/ha, de igual manera, el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio se incrementó al aplicar el fertilizante. Los cultivos sometidos a una extracción permanente necesitan fertilización.³³

³⁰ LUCAS Carrillo, Emilio Alfredo. Manipulación de plantas madres para enraizamiento. Biotecnología vegetal. Disponible en internet: <<http://www.monografias.com/trabajos12/maniplan.shtml>>

³¹ SALAZAR, A Op. Cit., p. 245 - 250.

³² RIOS. Op. cit.

³³ JAMA, B. Op. Cit., p. 28.

4.9.2 Producción de forraje. Ríos y Salazar (1992), reportan que: al establecer cultivos con estacas de 40cm de longitud a 10 x 10cm; utilizando estacas leñosas se obtuvo 12,6 ton/MS/ha, en tres cortes, con estacas tiernas se obtuvo 7,9 ton MS/ha y en cercas vivas se estima una producción anual de 1kg de hojas y tallos tiernos por metro, en base seca.³⁴

Ríos y Salazar (1992) citadas por Ospina y Murgueitio (2002): en su estudio de la producción de biomasa de *Tithonia diversifolia* en tres densidades de siembra y dos alturas de corte encontraron que no hay un efecto marcado de estos factores sobre la mayoría de las variables evaluadas. Solo se encontraron diferencias significativas para la variable número de tallos/planta entre las densidades de siembra. Este incremento pudo deberse a la disponibilidad de una mayor área por planta, que permitió el desarrollo de una mayor cantidad de yemas. Ver tabla 3.³⁵

Tabla 3. Efecto de la densidad de siembra en botón de oro.

Biomasa fresca (Kg./planta)	Densidad - Plantas/m²		
	2,66	1,77	1,33
Total	3,08	3,22	3,41
tallos (kg.)	1,8	1,4	2,2
hojas (kg.)	1,1	0,7	1,2
flores (kg.)	0,72	0,49	1,14
potencial de producción (ton/ha)	82	57	46
Altura de la planta. cm			
21 días	6,8	6,2	5,9
35 días	25	19	21
49 días	48	44	45
110 días	190	180	176
Incremento diaria de altura (cm./día)	2,1	2	1,97

Fuente: Ospina Y Murgueitio (2002).

³⁴ Ríos, C. y Salazar, A. Op. Cit., p. 205 – 262

³⁵ RÍOS, C. y SALAZAR, A. Citados por OSPINA Sonia D. y MURGUEITIO R Enrique. Tres especies vegetales promisorias. Nacedero (*Trichantea gigantea*) Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) Bore (*Alocasia macrorrhiza*). Cali: Cipav, Septiembre 2002. p. 205 - 262

Rodríguez y Navarro (1990), citados por Ríos, C. manifiestan que: “la producción de forraje verde para el botón de oro es de aproximadamente 30 a 70 toneladas/ha de forraje verde, dependiendo de la densidad de siembra, suelos y estado vegetativo.”³⁶

Ríos y Salazar en el mismo estudio determinaron que: al someter las plantas a cortes frecuentes estas aumentan la producción de biomasa en las menores densidades, debido a la mínima competencia por recursos entre plantas, sin embargo, si se establece la especie en monocultivo podría existir un riesgo fitosanitario inherente de esta forma de cultivo y también encontraron que la altura de corte afectó la variable altura de plantas, obteniendo valores de 135cm en promedio al realizar los cortes a 10cm del suelo y 109cm al hacerlo a 50cm.³⁷

³⁶ Rodríguez y Navarro. Op. Cit.

³⁷ RÍOS y SALAZAR. *Ibíd.*, p. 205 – 262

4.10 SISTEMAS AGROFORESTALES.

Según Freddy Espinoza y Antonio Manrique, la agroforestería es un sistema complejo donde se asocian los árboles, arbustos, cultivos, pastos y animales en determinadas áreas con fines de producir bien sea carne, leche, o vegetales. Sin embargo, este concepto no ha sido desarrollado por los científicos modernos, sino que nace en respuesta a las inquietudes y necesidades de los campesinos e indígenas motivados por las necesidades alimenticias y de supervivencia. Es así que los investigadores agropecuarios y ecologistas del mundo plantean el desarrollo agroforestal como un sistema importante para el futuro de la humanidad.³⁸

Según Montagnini, “La aplicación de técnicas agroforestales puede consolidar o aumentar la productividad de establecimientos agropecuarios y plantaciones forestales de diversas dimensiones y evitar que haya degradación del suelo o merma de la productividad en el curso de los años.”³⁹

4.10.1 Ventajas de los sistemas agroforestales

1. Aporte de nitrógeno al suelo, a través de la fijación biológica por las leguminosas arbóreas y arbustivas.
2. Recuperación del suelo, mediante la incorporación de hojarasca y por la acción de las raíces.
3. Aporte de sombra a los animales y a otros cultivos como café y cacao.
4. Suministro de alimentos (frutos y hojas) a los animales durante el período de escasez de pasto.
5. Mejoramiento de las condiciones ambientales.

³⁸ ESPINOZA, Freddy y MANRIQUE Antonio. Perspectivas de los sistemas agroforestales y silvopastoriles en Venezuela. Maracaibo Venezuela: FONAIAP CENIAP. Instituto de Investigaciones Zootécnicas, 2004. p. 25

³⁹ MONTAGNINI, Florencia. Sistemas agroforestales principios y aplicaciones en los trópicos. San José, Costa Rica: Organización para estudios tropicales, 1992. p. 17

6. Aporte de maderas finas, blandas y duras para el desarrollo agrícola e industrial (botalones, estantillos, carpintería, carbón vegetal, leña, entre otros).

7. Diversificación de los sistemas de productivos empleados por el ganadero.⁴⁰

4.10.2 Desventajas de los sistemas agroforestales

1. Desconocimiento por la mayoría de los productores agropecuarios.

2. En áreas deforestadas, su instalación puede ser lenta y costosa.

3. Escasa información sobre integración de sistemas y la utilización y producción de árboles forrajeros en la alimentación animal.⁴¹

4.10.3 Banco de proteína

Según Mila Prieto, Alberto (2005) “Son el establecimiento de cultivos de leguminosas de alto contenido de proteína, como alternativa para la producción animal que garantiza altas producciones de biomasa en forma permanente. Para estos se deben elegir especies de alta capacidad de rebrote, digestibles, fijadoras de nitrógeno y en lo posible perennes.”⁴²

Montagnini (1992). Los bancos de proteína o forrajeros fueron diseñados inicialmente para que los animales los pastorearán directamente con esquemas bastante impracticables desde el punto de vista del manejo de los lotes y desde el punto de vista de la fisiología ruminal.⁴³

En el Virtualcentre se encuentra que los sistemas silvopastoriles en la actualidad se conciben más como sistemas de corte y acarreo que como bancos de proteína o energía, ya que con el forraje producido se alimentan o suplementan lotes estratégicos de la finca (vacas en producción, crías).⁴⁴

⁴⁰ Ibíd., p. 26.

⁴¹ Ibíd., p. 28.

⁴² MILA Prieto, Alberto. Compendio pastos y forrajes. Tomo3. Colombia. Almi Ediciones, 2005. pag. 41.

⁴³ Op.cit.

⁴⁴ Virtualcentre [online]. Buga Valle: Silvopastoral, 1995 – [consultado el 30 octubre de 2005]. En Internet: // virtualcenter. Org.com/menu/bancos.htm

En el mismo centro de consulta se encuentra que la ubicación de estos modelos dentro del sistema finca está relacionado fundamentalmente con tres aspectos:

1. Uso racional de la fertilidad natural o artificial de un área de la finca.
2. Facilidad de acarrear el material para el suministro a los animales.

En algunos casos, es posible encontrar que el lote elegido para plantar estos árboles o arbustos logre cumplir los dos objetivos.

3. Uso de áreas que por su ubicación o topografía no pueden ser utilizadas para pastoreo directo.⁴⁵

⁴⁵ Ibit.

4.11 CARACTERIZACION DE LA COSTA PACIFICA DE NARIÑO

En el Plan Estratégico de Desarrollo de Nariño se describe a esta subregión como:

Una zona que está constituida por la Llanura del Pacífico y el Piedemonte de la Cordillera Occidental, tiene una superficie de 20.120,5km² que constituye el 60,48% de la superficie del departamento.

La temperatura media es de 25°C. Posee altas precipitaciones que condicionan las actividades agrícolas y pecuarias. En términos generales la zona se caracteriza por realizar actividades de tipo extractivo como el aprovechamiento forestal, pesca, minería, agricultura y ganadería.

En el sector agrícola presenta productos como palma africana 14.800 Ha, cacao 13.820 Ha, plátano 3.900 Ha, coco 3.408 Ha; en el campo ganadero presenta 24.311 cabezas de ganado bovino, las exportaciones porcícolas, avícolas y de otras especies menores no se ha desarrollado por los altos costos de producción, representados en gran parte por el empleo de alimentos concentrados.⁴⁶

Lucila Pantoja menciona que: el desarrollo pecuario es moderado debido a la carencia de tierras aptas, suelos súper húmedos y la falta de investigación en el manejo de esta actividad. La porcicultura y la avicultura se realiza de manera tradicional para el consumo personal o son intercambiados en emergencias económicas pero no como actividad económica importante. La participación de la región en la actividad pecuaria del departamento es de: bovinos de carne 4%, en ganadería de leche 2,3% y en otros renglones como aves de postura 0,7% y aves de engorde 0,75% y capricultura 1,1%, la pesca en su mayoría se realiza de manera artesanal, aunque se obtienen un volumen importante debido a la riqueza de este recurso en esta región.⁴⁷

⁴⁶ GOBERNACION DE NARIÑO. Plan estratégico de desarrollo de Nariño. San Juan de Pasto: Gobernación de Nariño, secretaria de planeación. 1998. P. 65-66

⁴⁷ PANTOJA, Lucila. Geografía socioeconómica de Nariño. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. 1998. p. 45-85

5. DISEÑO METODOLOGICO

5.1 LOCALIZACION

El trabajo de campo se realizó en las instalaciones de La Granja Maragrícola de propiedad de la Universidad de Nariño, ubicada en la vereda de Inguapí del Carmen, corregimiento de ChilvÍ, municipio de San Andrés de Tumaco, a 22.5 Km. en la vía Tumaco – Pasto, sudoeste del departamento de Nariño, a una altura de 80 msnm. La Granja tiene un área total de 542ha, de topografía plana, la predominancia de suelo es arcillo limoso y un pH de 5,5 a 6. El clima es ecuatorial, cálido-húmedo, ha temperatura promedio de 25°C y precipitación entre 2.500 a 2.800mm anuales, con una humedad relativa entre 80 y 85%.⁴⁸

5.1.1 Lote

Se utilizó un lote de 1.435 m², uniformemente plano, sin quebradas ni árboles, se dividió el área en 36 parcelas de 21m² (7m x 3m), para un área total de 756 m², el resto del área en callejones (Figura 1).

Figura 1. Lote utilizado en el ensayo.



⁴⁸ OLIVA, Jairo y BADOS, Alberto. Evaluación de tres niveles de proteína en la alimentación de camarones (*Penaeus vannamei*) en cautiverio. Pasto, Colombia. 1993. p. 48. Trabajo de grado (Ing. Producción acuícola). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Ingeniería en producción acuícola.

Se le realizaron las siguientes labores culturales en el lote:

- Cercado
- Descapote con machete.
- Trazado
- Picado del terreno y ahoyado
- Plateo, para evitar la competencia

El suelo es de textura areno arcilloso, con una capacidad de intercambio catiónico alta, materia orgánica baja, nivel freático alto; encontrándose agua subterránea a 80cm de profundidad, de mineralización aparente media y buena disponibilidad de nutrientes, El contenido de nitrógeno total es bajo y una cantidad de fósforo baja, potasio media, calcio media y de magnesio baja, según los resultados del análisis realizado en el Laboratorio de Suelos de la Universidad de Nariño. Ver Anexo 93.

5.2 SIEMBRA

Se realizó en dos sistemas, el primero en vivero; con condiciones medioambientales controladas; se sembraron las estacas en bolsas para favorecer el enraizamiento y estimular el crecimiento de la planta para luego transplantarlas al lote, el segundo fue siembra directa de las estacas en el lote; métodos inclinado y vertical. El establecimiento en el lote experimental se realizó el mismo día para todos los tratamientos.

Para el transplante de las plántulas enraizadas en invernadero se cavaron huecos de 30cm de ancho x 30cm de largo y 30cm de profundo.

5.3 CONTROL DE ARVENSES

Se hizo con machete y guadaña alrededor de las plantas y en los callejones, fue importante debido a la agresividad y persistencia de las arvenses.

5.4 COSECHA

Se efectuó 3 cortes, cada uno en prefloración (90, 135 y 180 días). Para la toma de datos se evitó el efecto borde, descartando 50cm de cada lado de la replica. La cosecha se realizó con machete para disminuir el desperdicio.

5.5 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO.

La toma de muestra para el Análisis bromatológico se realizó al tercer corte, cuando las plantas alcanzaron su madurez, se determinó: materia seca, ceniza, proteína, extracto etéreo y fibra (método de Weende), FDN y FDA (método de Van Soest), energía (Calorimetría adiabática), calcio y potasio (E.A.A), fósforo (Colorimetría), proteína cruda (Micro Kjeldahl), procedimientos descritos por la A.O.A.C.⁴⁹

5.6 MATERIAL VEGETATIVO UTILIZADO

El material vegetativo que se utilizó para la propagación, se recolectó en la vía Pasto–Tumaco, se tomaron tallos de aproximadamente 1.8 a 3.5cm de diámetro, de donde se cortaron estacas de 30cm de longitud con 4 o 5 yemas. Solo se utilizó los dos primeros tercios de los tallos. Figura 2.

Figura 2. Estacas de botón de oro.



En total se utilizaron 900 estacas, 300 para cada método de siembra, (enraizado en vivero, estacas inclinadas y estacas verticales) divididas de la siguiente manera: para la densidad de 1.71 plantas por m² (0.75m x 0.75m) se utilizaron 432 estacas, para la de 1 planta por m² (1m x 1m) se necesitaron 252 y para la de 0.85 plantas por m² (1.25m x 1.25m) se necesitaron 216 estacas.

⁴⁹. Official methods of analysis. A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemist. Washington. D.C., United States of America. 1980. 13th ed.

5.7 TRATAMIENTOS

- T1: Estacas enraizadas en vivero densidad de $0.85p/m^2$
- T2: Estacas enraizadas en vivero densidad de $1p/m^2$
- T3: Estacas enraizadas en vivero densidad de $1.71p/m^2$
- T4: Estacas verticales, densidad de $0.85p/m^2$
- T5: Estacas verticales, densidad de $1p/m^2$
- T6: Estacas verticales, densidad de $1.71p/m^2$
- T7: Estacas inclinadas, densidad de $0.85p/m^2$
- T8: Estacas inclinadas, densidad de $1p/m^2$
- T9: Estacas inclinadas, densidad de $1.71p/m^2$

5.7.1 Métodos de siembra

Método 1, estacas enraizadas en vivero: se empleo un vivero para estimular el enraizamiento de las estacas en bolsas plásticas durante 30 días, en condiciones de humedad temperatura e irradiación solar controlada. Luego se transplantaron al lote experimental. Figura 3

Figura 3. Método 1. Enraizado en vivero



Método 2, estacas verticales: Las estacas se sembraron de manera perpendicular al suelo, introduciendo dos terceras partes para asegurar una buena hidratación. (Figura 4)

Figura 4. Método 2. Tallos verticales



Método 3, estacas inclinada: se sembraron de manera inclinada formando un ángulo de aproximadamente 20° y se taparon casi por completo con 3 cm. de tierra dejando por fuera 3cm de la estaca (Figura 5).

Figura 5. Método 3. Estacas inclinadas.



5.7.2 Densidades de siembra:

Hubo 3 densidades 1.71 plantas por m^2 , correspondiente a la distancia de siembra de 0.75m x 0.75m; 1planta por m^2 correspondiente a la distancia de siembra de 1m x 1m y 0.85plantas por m^2 correspondiente a la distancia de siembra de 1.25m x 1.25m.

5.8 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se empleó un modelo bifactorial de efectos fijos. El método y la densidad de siembra se distribuyeron al azar. (Ver cuadro 3).

Cuadro 3. Distribución de los tratamientos

MÉTODOS	DENSIDAD DE SIEMBRA Y NUMERO DE PLANTAS		
	0.85 plantas/m ²	1 planta/m ²	1,71 plantas/m ²
	A	B	C
1 Enraizadas en vivero	1A - 72	2B - 84	3C - 144
2 Vertical	2A - 72	3B - 84	1C - 144
3 Horizontal	3A - 72	1B - 84	2C - 144

Se utilizó el siguiente modelo estadístico.

$$X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

X_{ijk} = Variable de respuesta

μ = Media general

α_i = Efecto principal del factor A

β_j = Efecto principal del factor B

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción AB

ϵ_{ijk} = Error experimental

5.9 FORMULACION DE LA HIPOTESIS.

1. Hipótesis

$$H_0 = \alpha_i = 0$$

$$H_A = \text{No todos los } \alpha_i = 0$$

2. Hipótesis

$$H_0 = \beta_j = 0$$

$$H_A = \text{No todos los } \beta_j = 0$$

3. Hipótesis

$$H_0 = (\alpha\beta)_{ij} = 0$$

$$H_A = \text{No todos los } (\alpha\beta)_{ij} = 0$$

5.10 VARIABLES EVALUADAS

5.10.1 Tiempo a prefloración o edad al corte. Se observó el comportamiento del botón de oro desde el momento de la siembra hasta la prefloración o momento del corte (cuando el 5% de las plantas estaban en flor). Todas las variables se midieron al momento del corte.

5.10.2 Altura de planta. La altura de la planta se tomó desde el suelo hasta la hoja apical, teniendo en cuenta que la planta esté erecta. Figura 6.

Figura 6. Medición de la altura



Para esta variable se calculo el Incremento medio diario (cm/día) mediante la formula:

$$\text{IMA} = \frac{\text{AF} - \text{AI}}{\text{T}}$$

Donde:

IMA = Incremento medio diario en altura (cm)

AF = Altura final (cm)

AI = Altura inicial (cm)

T = Tiempo (días)

5.10.3 Área de copa. Se midieron dos ejes: uno a lo largo (A) y el otro a lo ancho de la copa (B), ver Figura 7. Con los datos registrados se determino el área de copa con base en el área de la elipse mediante la fórmula:

$$AC = A \times B \times \pi$$

Donde:

AC = Área de copa (cm²)

A = Largo de la copa (cm)

B = Ancho de la copa (cm)

Figura 7: Medición del área de copa



El Incremento medio diario del área de copa (cm/día) se calculó con la formula:

$$IMAC = \frac{ACF - ACI}{T}$$

Donde:

IMAC = Incremento medio diario del área de copa (cm²)

ACF = Área de copa final (cm²)

ACI = Área de copa inicial (cm²)

T = Tiempo (meses)

5.10.4 Producción de Biomasa. Los cortes se efectuaron a 10cm del suelo, para asegurar una rápida recuperación y rebrote de las plantas. El peso se tomó individualmente e incluyó todo el material cortado: tallos y hojas.

5.10.5 Contenido de proteína. Se realizó un análisis bromatológico a cada uno de los tratamientos, las muestras para el análisis se tomaron al tercer corte. El análisis se realizó en el Laboratorio Especializado de la Universidad de Nariño.

5.10.6 Extracción de nutrientes. Se calculó a partir del AQP y la producción de biomasa.

5.10.7 Supervivencia. La supervivencia para el primer corte se calculó al sacar la diferencia entre el conteo inicial; al momento de la siembra y el conteo final al momento de la cosecha. Para el segundo corte se tomó el resultado anterior y se comparó con lo encontrado en cada tratamiento al momento del cosechar, de igual forma se procedió para el tercer corte. Esta variable se expresó en porcentaje.

5.10.8 Costos de establecimiento. Se tuvo en cuenta todos los gastos, desde la consecución de la semilla, la preparación del terreno, la instalación del vivero, y todos los relacionados con mantenimiento y mano de obra hasta el primer corte.

6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 TIEMPO A PREFLORACION O EDAD AL CORTE

El tiempo a prefloración de botón de oro se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Tiempo a prefloración o edad al corte.

Método	Corte		
	1	2	3
Enraizado en vivero (1)	90 días	45 días	45 días
Tallos verticales (2)	90 días	45 días	45 días
Tallos Horizontales (3)	90 días	45 días	45 días

La edad al corte para esta investigación fue más corto que lo reportado por otros autores, posiblemente porque las condiciones climáticas (humedad, temperatura, precipitación y radiación solar) de la región favorecieron el crecimiento y desarrollo de esta planta con estos datos se obtendrían 7 cortes para el primer año y 8 para los siguientes.

Ríos y Salazar en su estudio con botón de oro, en el municipio de Buga, Valle del Cauca, reportan un primer corte en prefloración a 120 días, y cortes posteriores cada 60 días, lo que resultó en 5 cortes en el primer año y 6 en los posteriores.⁵⁰

6.2 ALTURA DE PLANTA

Los datos obtenidos para la variable altura de la planta en los tres cortes, están registrados en las tablas 10, 11 y 12.

Tabla 5. Altura al primer corte.

Método	Densidad de siembra		
	0,85 plantas/m ²	1 planta/m ²	1,71 plantas/m ²
Enraizado en vivero (1)	178,5cm	174,25cm	100,75cm
Tallos verticales (2)	71,75cm	74,75cm	68,50cm
Tallos Horizontales (3)	71,25cm	72,25cm	66,5cm

⁵⁰. Ríos, C. y Salazar, A. Op. Cit., p. 205 – 262

Tabla 6. Altura al segundo corte

Método	Densidad de siembra		
	0,85 plantas/m ²	1 planta/m ²	1,71 plantas/m ²
Enraizado en vivero (1)	74,25cm	80,75cm	71,25cm
Tallos verticales (2)	49,5cm	50,25cm	46,5cm
Tallos Horizontales (3)	47,5cm	48,5cm	45,75cm

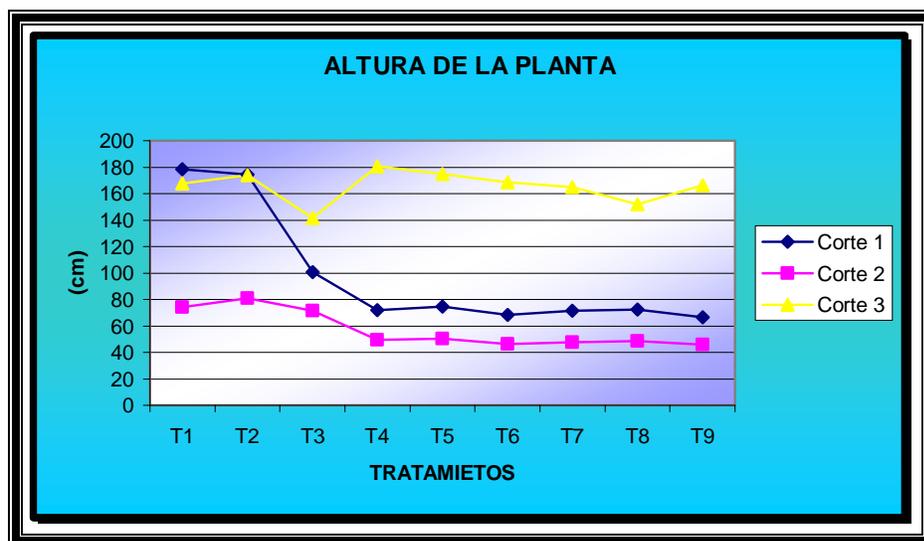
Tabla 7. Altura al tercer corte

Método	Densidad de siembra		
	0,85 plantas/m ²	1 planta/m ²	1,71 plantas/m ²
Enraizado en vivero (1)	167,54cm	173,81cm	141,79cm
Tallos verticales (2)	180,5cm	174,67cm	168,50cm
Tallos Horizontales (3)	165,09cm	152,1cm	166,43cm

Hubo diferencias ($p < 0.01$) en la variable altura de planta en los tres corte mirar anexos 1, 5 y 9. La figura 8 indica el comportamiento de los tratamientos en los tres cortes.

Estadísticamente se comprobó que existen diferencias significativas entre métodos de siembra y densidades de siembra en los tres cortes (anexos 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11 y 12). Los valores más altos al primer corte se encontraron en el método 1 densidad de 0.85plantas/m² con 178.5cm, para el segundo corte en el método 1 densidad de 1planta/m² valor de 80.75cm y para el tercer corte el método 2 densidad de 0.85plantas/m² con 180.5cm.

Figura 8. Altura de la planta.



El método 1 tuvo un desarrollo previo en vivero que le permitió soportar mejor la sequía a inicios del primer corte, y el exceso de humedad en el segundo, el método 2 porque mostró un prendimiento adecuado en el primer corte, lo que se reflejó en el segundo y tercer corte. El método 3 de estacas inclinadas, fue el que menor desarrollo tuvo porque presentó un alto porcentaje de pudrición y luego un menor desarrollo en comparación a los otros métodos de siembra.

Hubo una tendencia a presentar mayor altura en los tratamientos con menor densidad de siembra, lo que se podría explicar por que las densidades bajas no hacen que las raíces de las plantas se crucen y compitan por nutrientes, ya que al medir el sistema radicular de las plantas (Tabla 8) se observó que poseen raíces fibrosas, ver figura 9. Además, tampoco se presentó competencia por la captación de radiación solar, lo que permitió buenos procesos fotosintéticos y buen desarrollo de las plantas.

Figura 9. Raíz de botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray).



Tabla 8. Dimensiones promedio de las raíces durante los 3 cortes

MÉTODO / DENSIDAD	1er corte		2do corte		3er corte	
	DIÁMETRO	PROFUNDIDAD	DIÁMETRO	PROFUNDIDAD	DIÁMETRO	PROFUNDIDAD
1/0.85plantas/m ²	62	11	72	20	80	29
1/1planta/m ²	65	14	76	25	78	28
1/1,71 plantas/m ²	52	12	67	28	70	30
2/0,85plantas/m ²	55	10	68	22	82	28
2/1planta/m ²	57	9	65	24	85	27
2/1,71 plantas/m ²	54	12	67	18	75	28
3/0.85plantas/m ²	53	14	58	16	83	29
3/1planta/m ²	60	8	57	12	82	28
3/1,71 plantas/m ²	58	7	63	13	78	35

Cabe señalar que en el primer corte hubo una marcada sequía, a los 15 días después de la siembra en el lote, con temperaturas de hasta 37°C, situación que se prolongó por dos semanas aproximadamente, posible razón por la que un alto porcentaje de las estacas en germinación se marchitaron o detuvieron su crecimiento, (las del método 2 y 3 especialmente); las plantas del método 1 también sufrieron este periodo de altas temperaturas y baja humedad pero resistieron mejor.

Para el segundo corte la posible explicación a este comportamiento es que las plantas tuvieron que soportar un periodo prolongado de lluvias, lo que causó inundación en todo el terreno, sobreviviendo las que mejor desarrollo tenían, Moreno y Guerrero (2005) afirman que las plantas no son capaces de soportar encharcamientos por periodos prolongados.⁵¹

Raven (1992) menciona que, las partes aéreas de árboles y arbustos perennes sobreviven a condiciones climáticas desfavorables pero detienen su crecimiento, como se observa en la figura 10.⁵²

Figura 10. Efecto del clima en Botón de oro.



⁵¹ F Moreno y A Guerrero. Grupo de Agroecología y Sistemas Agropecuarios Sostenible. Táchira. Universidad Nacional Experimental del Táchira. GASAS – UNET. 2005. p. 66

⁵² Raven. Op. Cit., p. 15

Ríos, Clara y Salazar, Amparo (1995), encontraron que las plantas presentaron una mayor altura en las densidad mas alta posiblemente porque se genera algo de competencia entre las plantas por la luz del sol, lo que provoca una mayor elongación de los tallos registrando alturas promedio de 190 y 180cm a 110 días (primer corte), datos superiores a los encontrados en este estudio en el primer corte debido posiblemente a que en esta investigación el primer corte se realizó a los 90 día.⁵³

El incremento medio diario de altura se registra en las tablas 9, 10 y 11.

Tabla 9. Incremento diario de la altura al primer corte.

Método	Distancia de siembra		
	125 cm.	100 cm.	75 cm.
Enraizado en vivero (T1)	1,98cm	1,93cm	1,12cm
Tallos verticales (T2)	0,80cm	0,83cm	0,76cm
Tallos Horizontales (T3)	0,79cm	0,80cm	0,74cm

Tabla 10. Incremento medio diario de la altura al segundo corte.

Método	Distancia de siembra		
	125 cm.	100 cm.	75 cm.
Enraizado en vivero (T1)	1,65cm	1,79cm	1,58cm
Tallos verticales (T2)	1,10cm	1,12cm	1,03cm
Tallos Horizontales (T3)	1,05cm	1,08cm	1,02cm

Tabla 11. Incremento medio diario de la altura tercer corte.

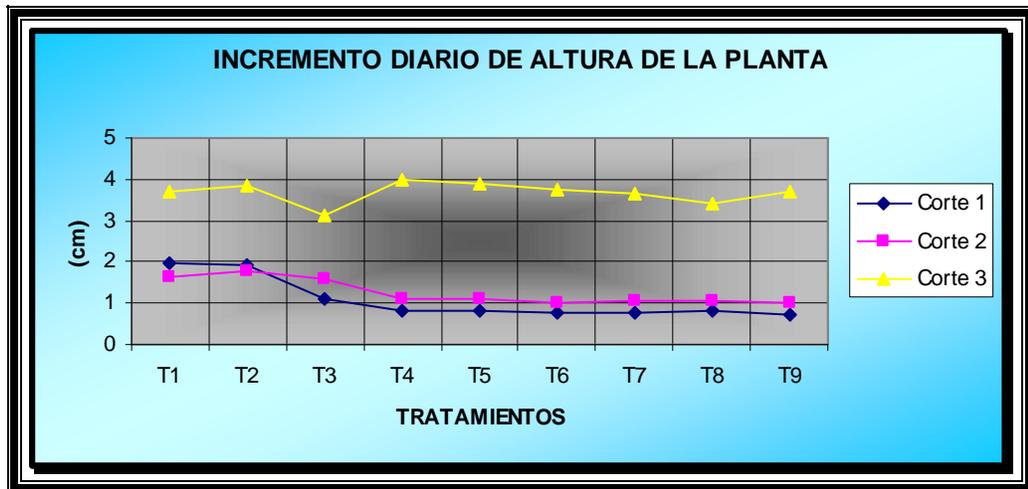
Método	Distancia de siembra		
	125 cm.	100 cm.	75 cm.
Enraizado en vivero (T1)	3,71cm	3,86cm	3,14cm
Tallos verticales (T2)	4,00cm	3,88cm	3,74cm
Tallos Horizontales (T3)	3,66cm	3,39cm	3,69cm

La interacción entre método y densidad para el incremento diario de altura en el los tres cortes tuvo un efecto estadístico significativo ($p < 0.01$). Anexo 49, 53 y 57. Mirar figura 11.

⁵³. Ríos Kato. Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) una fuente proteica alternativa para el trópico. Buga (valle): Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV) - Instituto Mayor Campesino (IMCA). 1995. p. 30.

La prueba de comportamiento demuestra estadísticamente que existen diferencias significativas entre métodos y densidades de siembra en los tres cortes. Anexos 50, 51, 52, 54, 55, 56, 58, 59 y 60. El mayor valor al primer corte se encontró en el método 1 $0.85p$ plantas/m² con 1.98cm, en el segundo corte estuvo en el método 1 - 1planta/m² con 1.79cm y al tercer corte el método 2 con $0.85p$ planta/m² con 4,0cm.

Figura 11. Incremento diario de la altura de la planta.



Este incremento de altura podría ser el resultado de la combinación de todas las condiciones medioambientales que se tienen en esta zona sin olvidar que el suelo no es el mejor por sus deficiencias antes mencionadas (Anexo 93) y que de todas maneras permiten que esta planta exprese un potencial productivo bueno al compararlo con otros estudios como el de Criollo y Usama .

Ríos (1995), en su estudio con *Tithonia diversifolia*, en Buga (Valle del Cauca), reporta un incremento diario de altura máximo de 1.72cm/día, siendo menor a lo encontrado en este estudio, donde se registró un incremento de 4cm/día.⁵⁴

⁵⁴ Rios, Clara., Op. Cit. p. 30.

6.3 ÁREA DE COPA

En la tabla 12, 13 y 14 están los valores del área de copa para cada corte.

Tabla 12. Área de copa al primer corte.

Método	Densidad de siembra		
	0,85 plantas/m²	1 planta/m²	1,71 plantas/m²
Enraizado en vivero (1)	39,944 cm ²	74,884 cm ²	26,787 cm ²
Tallos verticales (2)	10,809 cm ²	12,027 cm ²	10,284 cm ²
Tallos Horizontales (3)	8,017 cm ²	9,324 cm ²	6,446 cm ²

Tabla 13. Área de copa al segundo corte.

Método	Densidad de siembra		
	0,85 plantas/m²	1 planta/m²	1,71 plantas/m²
Enraizado en vivero (1)	26,718 cm ²	29,994cm ²	23,218cm ²
Tallos verticales (2)	5,606cm ²	6,134 cm ²	5,469,cm ²
Tallos Horizontales (3)	5,214cm ²	6,341cm ²	5,812cm ²

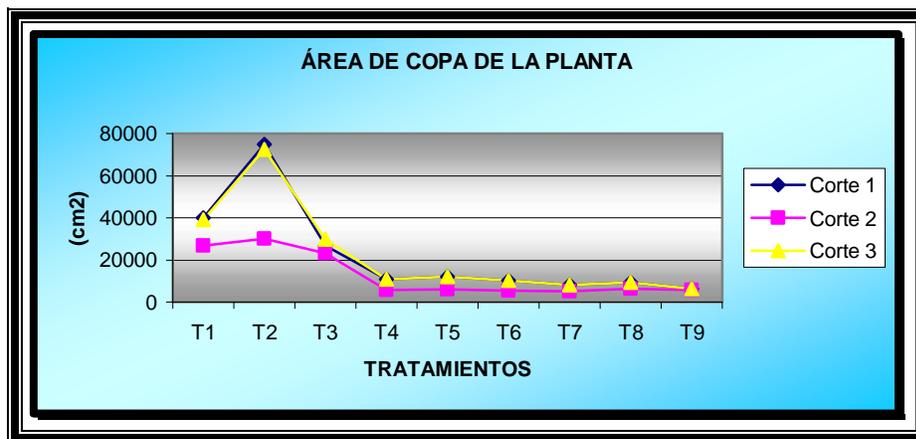
Tabla 14. Área de copa al tercer corte.

Método	Densidad de siembra		
	0,85 plantas/m²	1 planta/m²	1,71 plantas/m²
Enraizado en vivero (1)	39,034 cm ²	72,507 cm ²	29,810 cm ²
Tallos verticales (2)	10,847 cm ²	12,096 cm ²	10,274 cm ²
Tallos Horizontales (3)	8,036 cm ²	9,333 cm ²	6,461 cm ²

La interacción entre método y densidad en la variable área de copa en los tres cortes tuvo un efecto estadístico significativo ($p < 0.01$). Anexo 13, 17 y 21. Figura 12.

La prueba de comportamiento demuestra estadísticamente que existen diferencias significativas entre métodos y densidades de siembra en los tres cortes. Anexos 14, 15,16, 18, 19, 20, 22, 23 y 24. La mejor interacción se observó con el método 1 y la densidad de 1planta/m² en la que se registraron valores de 74.884cm² al primer corte, 29.994,0cm² en el segundo y 72.507cm² para el tercero.

Figura 12. Área de copa.



Los resultados encontrados muestran cómo los factores externos determinan el crecimiento y desarrollo normal de las plantas, siendo favorecidas las del método 1 que poseían estructuras desarrolladas al momento del trasplante y pudieron aprovechar mejor las condiciones ambientales como radiación solar y humedad, además la densidad intermedia permite una adecuada radiación solar y los procesos de fotosíntesis, pero proporciona sombra entre plantas, lo que evita la deshidratación.

El número de rebrotes de las plantas del método 1 son reflejo del mejor aprovechamiento de la radiación solar. Tabla 15, 16 y 17.

Tabla 15. Número promedio de rebrotes al primer corte.

Método	Densidad de siembra		
	0,85 plantas/m ²	1 planta/m ²	1,71 plantas/m ²
Enraizado en vivero (1)	3	4	3
Tallos verticales (2)	2	2	2
Tallos Horizontales (3)	2	2	1

Tabla 16. Número de rebrotes al segundo corte

Método	Densidad de siembra		
	0,85 plantas/m ²	1 planta/m ²	1,71 plantas/m ²
Enraizado en vivero (1)	12	18	10
Tallos verticales (2)	5	6	6
Tallos Horizontales (3)	5	5	5

Tabla 17. Número de rebrotes al tercer corte

Método	Densidad de siembra		
	0,85 plantas/m ²	1 planta/m ²	1,71 plantas/m ²
Enraizado en vivero (1)	19,4	23,4	18,2
Tallos verticales (2)	15,3	16,5	15,6
Tallos Horizontales (3)	15,26	15,30	13,52

Posiblemente el mayor número de rebrotes depende del mejor aprovechamiento de nutrientes por parte de las plantas del método 1 que tenían un sistema radicular mas desarrollado, lo que se pudo reflejar en el ancho de copa. Se puede concluir que el método 1 sembrado en una densidad de 1planta/m² presentó el mejor rendimiento en cuanto al área de copa, situación que concuerda con la altura de las plantas y número de rebrotes.

Ríos (1995) menciona que el área de copa depende en gran medida de la altura alcanzada, de tal manera que a mayor altura, mayor ancho de copa.⁵⁵

Criollo y Usama (2001) encontraron a una altura de 2700msnm en Botana (Nariño) que el botón de oro sembrado en monocultivo a distancias de 0.5m x 1.00m a los 12 meses tuvo el mayor desarrollo de área de copa alcanzando 10.211cm², valor inferior a lo obtenido en esté estudio, en el que se halló un valor de 74.884cm² al primer corte, realizado a los tres meses.⁵⁶

El incremento medio diario del área de copa se registra en las tablas 18, 19 y 20.

Tabla 18. Incremento diario del área de copa al primer corte.

Método	Densidad de siembra		
	0,85 plantas/m ²	1 planta/m ²	1,71 plantas/m ²
Enraizado en vivero (T1)	443,82 cm ²	832,04 cm ²	297,63 cm ²
Tallos verticales (T2)	120,10 cm ²	133,64 cm ²	114,26 cm ²
Tallos Horizontales (T3)	89,07 cm ²	103,60 cm ²	71,62 cm ²

⁵⁵ Ríos, Clara., Op. Cit. p. 30.

⁵⁶ CRIOLLO Yali y USAMA Mónica. Producción de Biomasa con relación a tres distancias de siembra de Botón de oro (*Tithonia diversifolia (Hemsl.) Gray*) en monocultivo y asociado con aliso (*Alnus jorullensis H.B.K*) en la granja de Botana, municipio de Pasto. Pasto, 2001, p. 20. Trabajo de grado (ing. agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa Agroforestal.

Tabla 19. Incremento medio diario del área de copa al segundo corte

Método	Densidad de siembra		
	0,85 plantas/m ²	1 planta/m ²	1,71 plantas/m ²
Enraizado en vivero (T1)	593,74 cm ²	666,53 cm ²	515,95 cm ²
Tallos verticales (T2)	124,57cm ²	136,31 cm ²	121,54 cm ²
Tallos Horizontales (T3)	115,87 cm ²	140,91 cm ²	129,17 cm ²

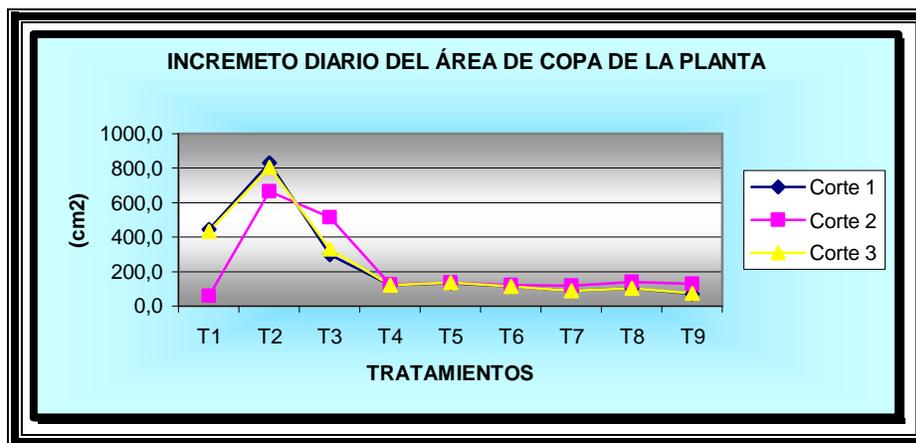
Tabla 20. Incremento medio diario del área de copa al tercer corte

Método	Densidad de siembra		
	0,85 plantas/m ²	1 planta/m ²	1,71 plantas/m ²
Enraizado en vivero (T1)	433,71cm ²	805,36 cm ²	331,23 cm ²
Tallos verticales (T2)	120,53 cm ²	134,40 cm ²	114,15 cm ²
Tallos Horizontales (T3)	89,29 cm ²	103,70cm ²	71,79 cm ²

La interacción entre método y densidad para la variable área de copa en los tres cortes tuvo un efecto estadístico significativo ($p < 0.01$). Anexo 61, 65 y 69. Figura 13.

La prueba de comparación de medias muestra que la variable Incremento diario de área de copa también presenta diferencias entre los método y las densidades como lo indican los anexos 62, 63, 64, 66, 67, 68, 70, 71 y 72. Se observa que los resultados son similares a los del área de copa. Se destacan el método 1 y la densidad de 1planta/m² y su interacción, con 832.045. cm² para el primer corte, 666,53 cm² para el segundo y 805,36 cm² para el tercero.

Figura 13. Incremento diario del área de copa de la planta.



Los resultados obtenidos para esta variable posiblemente se deben a que la costa pacífica ofrece unas condiciones adecuadas para el desarrollo del botón de oro. Al respecto Garcidueñas (1993) manifiesta que el crecimiento integral de una planta es una expresión del comportamiento general del individuo, por lo que el crecimiento normal solo se presenta en un medio ecológico cercano al óptimo, cuando hay variaciones o deficiencias en los factores del medio las plantas adoptan periodos de crecimiento lento como mecanismo de supervivencia.⁵⁷

6.4 PRODUCCIÓN DE BIOMASA

En las tablas 21, 22 y 23 se observan los promedios de producción de biomasa (g/planta) del botón de oro para los tres cortes.

Tabla 21. Producción de biomasa al primer corte (g/planta)

Método	Densidad de siembra		
	0,85 plantas/m ²	1 planta/m ²	1,71 plantas/m ²
1. Enraizado en vivero	1341,00	1788,25	813,25
2. Tallos verticales	861,75	865,25	837,25
3. Tallos Horizontales	766,75	784,25	759,25

Tabla 22. Producción de biomasa al segundo corte (g/planta)

Método	Densidad de siembra		
	0,85 plantas/m ²	1 planta/m ²	1,71 plantas/m ²
1. Enraizado en vivero	546,00	597,75	310,75
2. Tallos verticales	192,75	244,00	180,75
3. Tallos Horizontales	194,25	223,50	173,25

Tabla 23. Producción de biomasa al Tercer corte (g/planta)

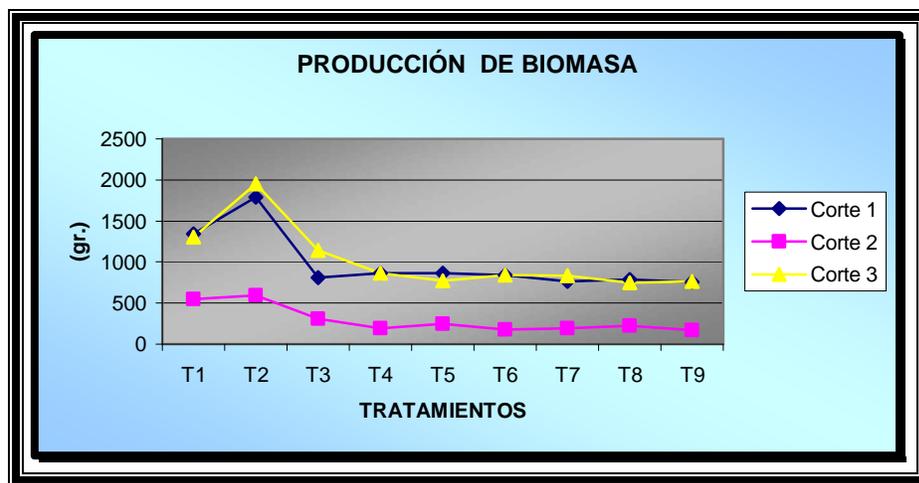
Método	Densidad de siembra		
	0,85 plantas/m ²	1 planta/m ²	1,71 plantas/m ²
1. Enraizado en vivero	1300,25	1950,00	1142,00
2. Tallos verticales	861,25	770,75	839,50
3. Tallos Horizontales	834,75	748,75	767,50

⁵⁷ GARCIDUEÑAS, Manuel. Fisiología vegetal aplicada. México: Mac Graw-Hill, 1993. p. 275.

La interacción entre método y densidad para la variable producción de biomasa en los tres cortes tuvo un efecto estadístico significativo ($p < 0.01$). Anexo 25, 29 y 33. Figura 14.

La prueba de comportamiento demostró que la variable producción de biomasa también presenta diferencias entre los métodos y las densidades descritos en los anexos 26, 27, 28, 30, 31, 32, 34, 35 y 36. Las mayores producciones se encontraron en el método 1 densidad de 1planta/m² con resultados de 1788.25, 597.75 y 1950.00 para los tres cortes respectivamente.

Figura 14. Producción de biomasa.



Las plantas del método 1 mostraron el mejor comportamiento, lo que obedece a las razones explicadas anteriormente sobre un desarrollo previo en vivero con condiciones ambientales controladas que les permitió tener un acelerado crecimiento de sus estructuras foliares y radicales que facilitaron su adaptación y aprovechamiento de nutrientes en el lote. Además, la densidad intermedia permite una buena captación de luz solar y proporciona sombra que evita la deshidratación e impide que haya competencia por nutrientes del suelo.

Otros factores que posiblemente influyeron en estos resultados son la humedad relativa, composición del suelo y que no se encontraron en el cultivo plagas ni enfermedades que hayan sido determinantes en el crecimiento de la planta.

Hay relación directamente proporcional para la producción de biomasa con el diámetro del tallo (medida tomada a 10cm del suelo). Mirar tabla 24, 25 y 26.

Tabla 24. Diámetro del tallo al primer corte (cm.)

Método	Distancia de siembra		
	0,85 plantas/m ²	1 planta/m ²	1,71 plantas/m ²
1.Enraizado en vivero	1,375	1,875	1,05
2.Tallos verticales	1,175	1,052	0,967
3.Tallos Horizontales	1,145	1,3	0,9

Tabla 25. Diámetro del tallo al segundo corte (cm.)

Método	Distancia de siembra		
	0,85 plantas/m ²	1 planta/m ²	1,71 plantas/m ²
1.Enraizado en vivero	1,08	1,10	0,90
2.Tallos verticales	0,69	0,75	0,63
3.Tallos Horizontales	0,70	0,77	0,55

Tabla 26. Diámetro del tallo al tercer corte (cm.)

Método	Distancia de siembra		
	0,85 plantas/m ²	1 planta/m ²	1,71 plantas/m ²
1.Enraizado en vivero	1,61	1,87	1,25
2.Tallos verticales	1,10	1,32	1,07
3.Tallos Horizontales	1,00	1,20	0,90

Hubo un mayor diámetro en el método 1 y 1planta/m² en los tres cortes con 1.87, 1.10 y 1.8cm respectivamente. Por tanto, la producción de biomasa se incrementó también para este tratamiento.

Ríos (1995) en su investigación en botón de oro realizada en Buga (Valle del cauca) a distancias de 50 x 75cm, 75 x 75cm y 100 x 75cm encontraron que la producción de biomasa para el primer corte o 110 días fue de 3.080g, 3.220g y 3.410g respectivamente, datos superiores a los encontrados en este estudio, debido posiblemente a las mejores condiciones de los suelos del Valle del Cauca que favorecieron el número de rebrotes, el engrosamiento de tallos y el crecimiento de hojas.⁵⁸

Criollo y Usamá reportan valores máximos de 150g/planta para el segundo corte (a los 9 meses), en monocultivo de botón de oro a una distancia de 0,50m por 1m, valor inferior a lo reportado en ésta, en la que se obtuvo 597g/planta en una distancia de 1m entre plantas a los 135 días.⁵⁹

⁵⁸ Ríos Kato., Op. Cit., p. 32

⁵⁹ CRIOLLO y USAMA., Op. Cit. p. 90.

Ø PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA ANUAL.

Los resultados de la proyección de la producción de biomasa al primer año están registrados en la tabla 27.

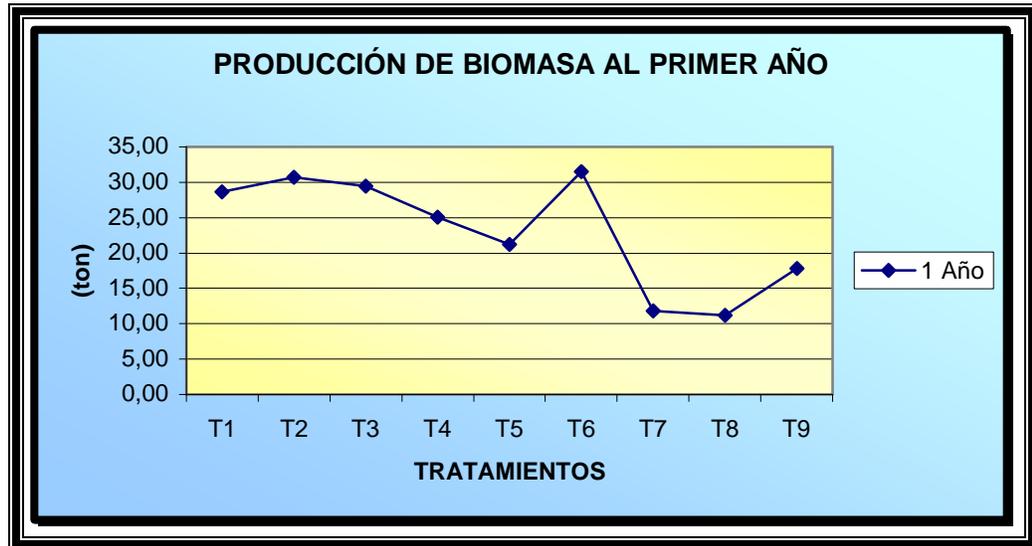
Tabla 27. Proyección de la producción de biomasa al primer año.

Método	Distancia de siembra		
	0,85 plantas/m ²	1 planta/m ²	1,71 plantas/m ²
§ Enraizado en vivero (1)			
Producción promedio/planta (Kg.)	1,300	1,150	1,142
Plantas por m ²	0,85	1	1,7
Plantas por ha	8.095	10.000	17.142
Porcentaje de supervivencia	38,9	38,1	21,5
Número de cortes/año	7	7	7
ton/hectárea/ año	28,66	30,67	29,46
§ Tallos verticales (2)			
Producción promedio/planta (Kg.)	0,861	0,77	0,839
Plantas por m ²	0,85	1	1,7
Plantas por ha	8095	10000	17142
Porcentaje de supervivencia	51,4	39,3	31,3
Número de cortes/año	7	7	7
ton/hectárea/ año	25,077	21,183	31,511
§ Tallos Horizontales (3)			
Producción promedio/planta (Kg.)	0,834	0,748	0,767
Plantas por m ²	0,85	1	1,7
Plantas por ha	8095	10000	17142
Porcentaje de supervivencia	25	21,4	19,4
Número de cortes/año	7	7	7
ton/hectárea/ año	11,81	11,21	17,85

Los mejores resultado para la proyección de la producción de biomasa al primer año se obtuvo con el método 2 a una densidad de 1,71 plantas/m² con 31,511 ton/ha/año y el método 1 a 1 planta/m² con 30,67 ton/ha/año sin que haya una diferencia muy marcada entre estas, ya que al tener una mayor cantidad de plantas se compensa la mortalidad en comparación con las densidades menores.

En la figura 15 se observa para esta variable que el comportamiento es más constante en el método 1 independientemente de la densidad.

Figura 15. Proyección de la producción de biomasa al primer año.



Estas producciones son bajas al comparar con las producciones reportadas por Murgueitio (1999) que reporta rendimientos en el trópico medio y bajo de 70 y 80 ton/ha/año de forraje verde bajo densidades de siembra de 10.000 y 20.000 plantas/ha y seis cortes anuales muy posiblemente por que las mortalidades fueron mas bajas.⁶⁰

Devlin (1980), manifiesta que “el potencial productivo de las plantas forrajeras dependen de su constitución genética, regulada por factores condicionantes externos; por tanto la distancia entre plantas y el método de siembra empleado influyen sobre el rendimiento”.⁶¹

⁶⁰ Murgueito. Op. Cit., p. 34.

⁶¹ DEVLIN, Robert. Fisiología vegetal. Barcelona. España: OMEGA, 1980. p. 517.

6.5 CONTENIDO DE PROTEINA

Los resultados se consignan en la Tabla 28 y Anexos del 77 al 80.

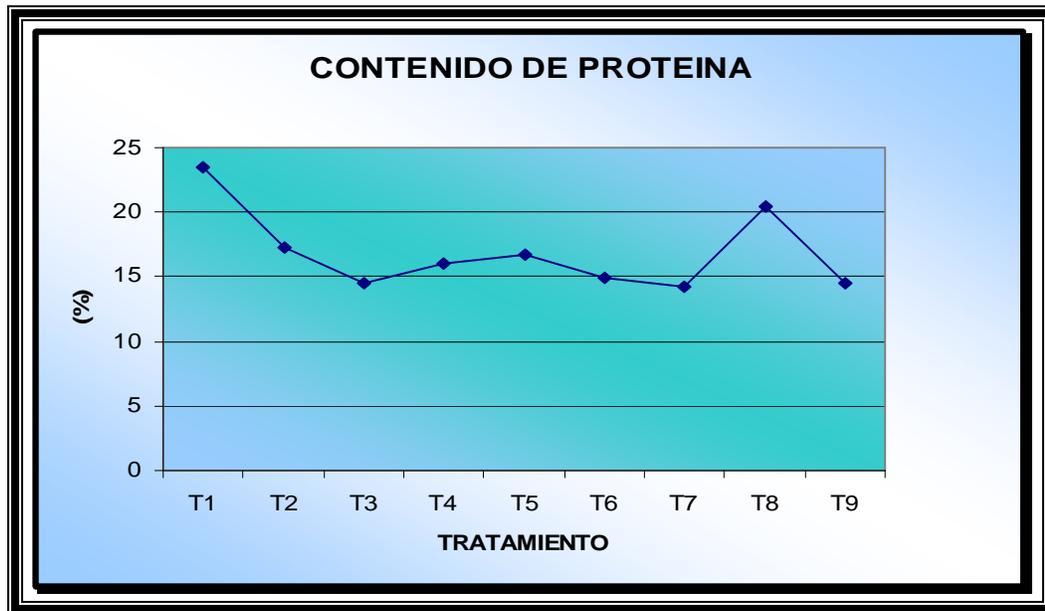
Tabla 28. Contenido de proteína.

T0	Método	Densidad	Humedad	MS	Cza	E.E	Fibra cruda	Prot	E. N. N	kcal /100 g	N	P	K
1	1	0.85	89,85	10,15	15,04	1,37	25,82	23,44	34,33	586	3,75	0,57	4,26
2	1	1	89,83	10,17	17,33	1,85	23,59	17,27	39,96	381	2,76	0,5	4,66
3	1	1.71	88,14	11,86	16,32	2,27	25,13	14,51	41,76	391	2,32	0,35	3,84
4	2	0.85	89,93	10,07	14,47	2,36	26,76	15,99	40,41	366	2,56	0,38	4,91
5	2	1	89,79	10,21	15,16	2,29	22,72	16,72	43,11	388	2,67	0,43	3,98
6	2	1.71	90,32	9,68	15,23	1,74	26,57	14,97	41,49	371	2,39	0,53	4,59
7	3	0.85	87,1	12,9	13,86	3,29	21,31	14,28	47,25	406	2,29	0,31	3,68
8	3	1	90,06	9,94	16,94	2,05	22,23	20,39	38,39	363	3,26	0,46	5,18
9	3	1.71	87,65	12,35	14,18	2,91	23,09	14,56	45,27	388	2,33	0,35	3,64

La interacción entre método y densidad para la variable contenido de proteína no tuvo un efecto estadístico significativo ($p > 0.01$). Anexo 77. Figura 16.

La prueba de comportamiento de muestra que entre los métodos y entre las densidades no hay diferencias significativas mirar anexos 78, 79 y 80. Los mejores resultados se encontraron en el método 1 densidad de 0.85p/m^2 con resultados de 29.44% de proteína.

Figura 16. Contenido de proteína



Estos resultados se deben posiblemente a que las distancias menores presentan menos competencia por los nutrientes, ya que las raíces no se cruzan entre ellas como antes mencionamos. Sin olvidar que las plantas salían de dos fenómenos climáticos, uno el de sequía y otro de inundación.

Al tomar los resultados generales del análisis bromatológico se encontró que la proteína cruda osciló entre 14.28 y 23.44% en donde se presenta que los valores mas bajos están en las densidades mayores. Gálvez (1998) encontró un valor de 26.92%, en plantas de la región andina con clima medio del departamento de Nariño.⁶²

Ríos Clara afirma que “existe un mejor comportamiento en cuanto a la calidad nutricional de la planta cuando hay baja densidad.”⁶³

⁶² GALVEZ. Op. Cit., p. 2.

⁶³ RIOS. Op. Cit., p. 35.

6.6 EXTRACCION DE NUTRIENTES

Los resultados de esta variable se consignan en la tabla 29.

Tabla 29. Extracción de nutrientes por año

Método	Densidad	Humedad	MS	kg/ha/año	kg. MS	% N	kg/ N	%P	kg/P	% K	kg/ K
1	0,85 plantas/m ² .	89,85	10.15	28,660	2,909	3.75	109.1	0.57	16.6	4.26	123.9
1	1planta/m ²	89,83	10.17	30,670	3,119	2.76	86.1	0.50	15.6	4.66	145.4
1	1,71plantas/m ²	88,14	11.86	29,460	3,494	2.32	81.1	0.35	12.2	3.84	134.2
2	0,85 plantas/m ² .	89,93	10.07	25,070	2,525	2.56	64.6	0.38	9.6	4.91	124.0
2	1planta/m ²	89,79	10.21	21,180	2,162	2.67	57.7	0.43	9.3	3.98	86.1
2	1,71plantas/m ²	90,32	9.68	31,510	3,050	2.39	72.9	0.53	16.2	4.59	140.0
3	0,85 plantas/m ² .	87,1	12.9	11,810	1,523	2.29	34.9	0.31	4.7	3.68	56.1
3	1planta/m ²	90,06	9.94	11,210	1,114	3.6	40.1	0.46	5.1	5.18	57.7
3	1,71plantas/m ²	87,65	12.35	17,850	2,204	2.33	51.4	0.35	7.7	3.64	80.2

La interacción entre método y densidad para la variable extracción de nutrientes en los tres cortes no tuvo un efecto estadístico significativo ($p>0.01$). Anexo 81, 85 y 89. Figura 17, 18 y 19.

La extracción de nutrientes no presenta diferencias significativas entre los métodos ni entre las densidades mirar anexos 82, 83, 84, 86, 87, 88, 90, 91 y 92 en donde los valores más altos para el contenido de Nitrógeno y Fósforo se encontraron en el método 1 densidad de 0.85plantas/m² con resultados de 109.1 y 16.6kg. respectivamente y para Potasio el método 1 a 1planta/m² con 145.4kg.

Figura 17. Extracción de nitrógeno

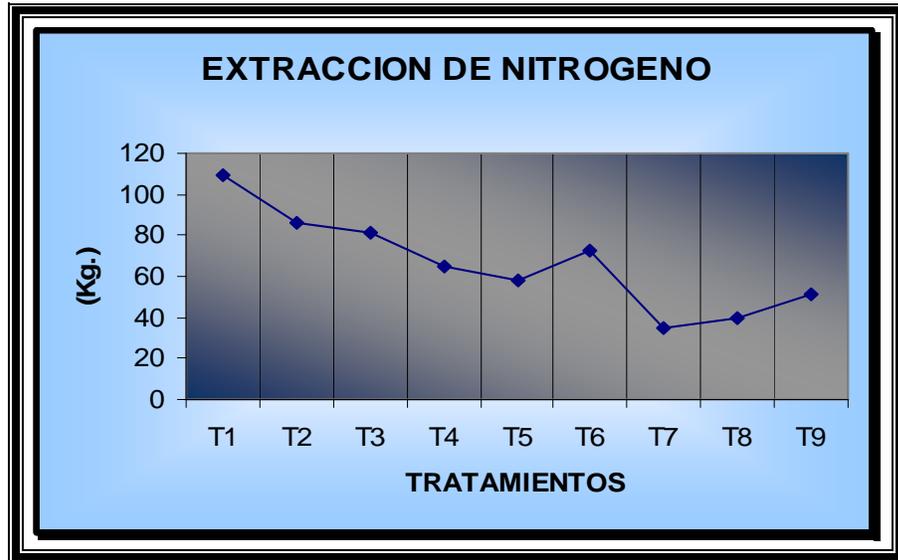


Figura 18. Extracción de fósforo

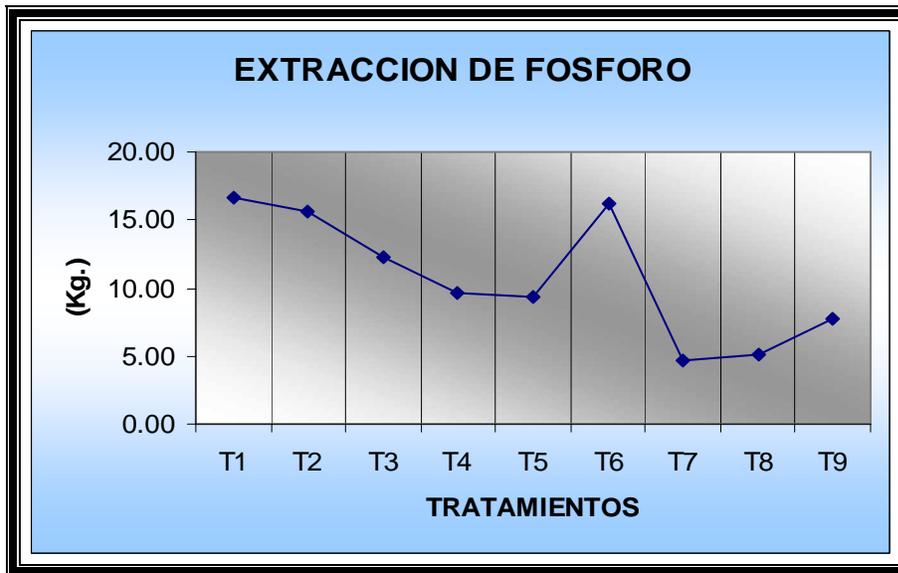
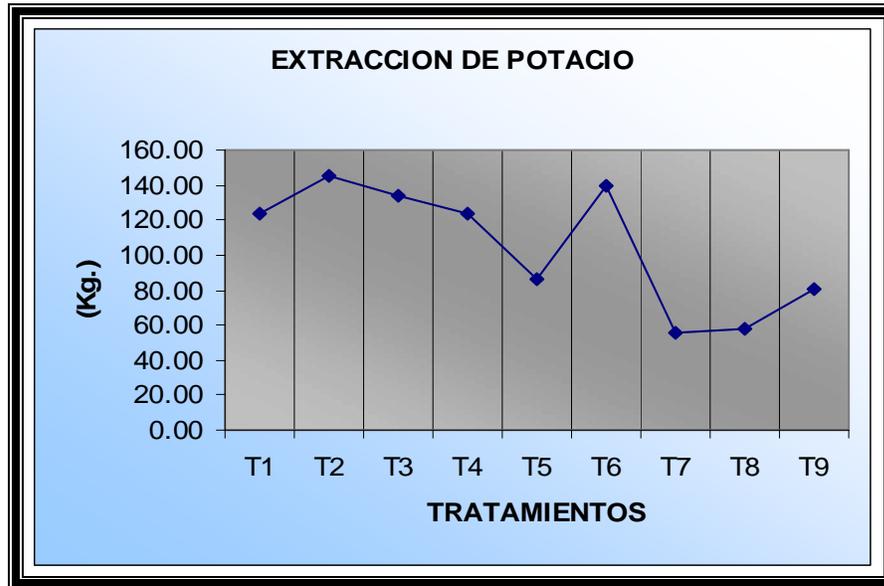


Figura 19. Extracción de potasio



El botón de oro contiene grandes cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio. Jama menciona que la producción de biomasa puede estar influenciada por la fertilidad del suelo. En cultivos establecidos en suelos con deficiencia de fósforo y fertilizados con 50kg. de fósforo/ha, se incrementó la producción de tallos de 7,4 a 9,3 toneladas de materia seca por hectárea (ton MS/ha) y la de hojas de 1,0 a 1,2 ton MS/ha. De igual manera, el contenido de nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) también se incrementó al aplicar el fertilizante.⁶⁴

Navarro y Rodríguez (1990) encontraron que el fósforo en *Tithonia diversifolia* disminuyó a mayor estado vegetativo.⁶⁵

⁶⁴ JAMA, B. Op. Cit., p. 29.

⁶⁵ Navarro y Rodríguez. Op. Cit. p. 58.

6.7 SUPERVIVENCIA

La supervivencia para los tres cortes evaluados se muestra en las tablas 30, 31 y 32.

Tabla 30. Supervivencia al primer corte.

SUPERVIVENCIA AL PRIMER CORTE			
MÉTODO / DENSIDAD	No. PLANTAS SEMBRADAS	No. PLANTAS FINAL	PORCENTAJE supervivencia
1 /0,85 plantas/m ² .	72	65	90
1 /1planta/m ²	84	71	85
1 /1,71plantas/m ²	144	101	70
Total supervivencia método 1: 81.66			
2 /0,85 plantas/m ² .	72	46	64
2 /1planta/m ²	84	37	44
2 /1,71plantas/m ²	144	66	46
Total supervivencia método 2: 51.33			
3 /0,85 plantas/m ² .	72	24	33
3 /1planta/m ²	84	30	36
3 /1,71plantas/m ²	144	60	42
Total supervivencia método 3: 37			

Tabla 31. Supervivencia al segundo corte.

SUPERVIVENCIA AL SEGUNDO CORTE			
MÉTODO / DENSIDAD	No. PLANTAS SEMBRADAS	No. PLANTAS FINAL	% SUPERVIVENCIA
1 /0,85 plantas/m ² .	72	51	70,8
1 /1planta/m ²	84	71	84,5
1 /1,71plantas/m ²	144	99	68,8
Total supervivencia método 1: 73.7%			
2 /0,85 plantas/m ² .	72	46	63,9
2 /1planta/m ²	84	35	41,7
2 /1,71plantas/m ²	144	56	38,9
Total supervivencia método 2: 45.7 %			
3 /0,85 plantas/m ² .	72	22	30,6
3 /1planta/m ²	84	29	34,5
3 /1,71plantas/m ²	144	59	41,0
Total supervivencia método 3: 36.7%			

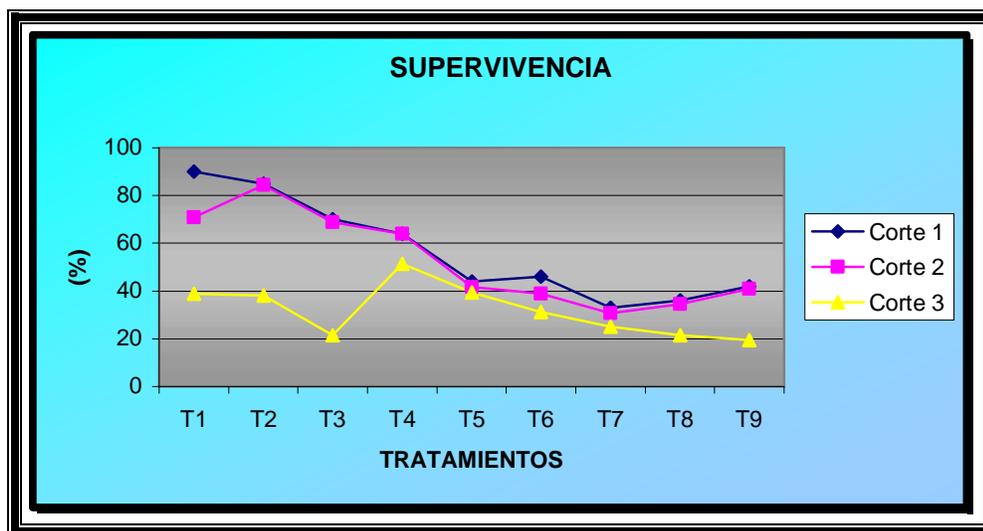
Tabal 32. Supervivencia al tercer corte

SUPERVIVENCIA AL TERCER CORTE			
MÉTODO / DENSIDAD	No. PLANTAS SEMBRADAS	No. LANTAS FINAL	% SUPERVIVENCIA
1 /0,85 plantas/m ² .	72	28	38,9
1 /1planta/m ²	84	32	38,1
1 /1,71plantas/m ²	144	31	21,5
Total supervivencia método 1: 30.3%			
1 /0,85 plantas/m ² .	72	37	51,4
1 /1planta/m ²	84	33	39,3
1 /1,71plantas/m ²	144	45	31,3
Total supervivencia método 2: 38.3%			
1 /0,85 plantas/m ² .	72	18	25
1 /1planta/m ²	84	18	21,4
1 /1,71plantas/m ²	144	28	19,4
Total supervivencia método 3: 21.3%			

Se encontró que la interacción entre método y densidad influyen para esta variable para todos los cortes ($p < 0.01$) Ver anexos 37, 41 y 45. Figura 20.

La prueba de comportamiento demuestra que la variable supervivencia presenta diferencias entre los métodos y las densidades descritas en los anexos 38, 39, 40, 42, 43, 44, 46, 47 y 48. Para el primer corte los valores de supervivencia mas altos se obtuvieron en el método 1 con 81.66% y la densidad que mejor resultado presentó fue la de 0.85 plantas/m² con 90%; para el segundo corte fue el método 1 con 73.7% y la densidad de 1planta/m² con 84.5% y para el tercer corte el método 2 con 38.3% y densidad de 0,85 plantas/m² con 51,4%.

Figura 20. Supervivencia.



Los métodos que mejor se comportaron para esta variable fueron el 1 y el 2; el primero para los dos primeros cortes, posiblemente por la capacidad que las plantas tenían para soportar las condiciones adversas del clima; verano para el primer corte y lluvias prolongadas para el segundo corte; al tener un sistema radicular y foliar desarrollados resultado del tiempo que las plántulas pasaron en invernadero en condiciones controladas de humedad y temperatura. Este desarrollo les permitió en época de verano extraer la cantidad necesaria de humedad del suelo y en invierno las hojas desarrolladas les permitieron soportar el exceso de agua facilitando los procesos de evaporación a través de la exudación estomática.

El método 2 tuvo un porcentaje más alto de supervivencia en el tercer corte posiblemente por haber alcanzado un adecuado desarrollo en sus estructuras tanto radiculares como foliares, lo que les permitió hacer buenos procesos de fotosíntesis y fijación de nutrientes ya que si no es el mejor método en cuanto a fijación tampoco fue el peor como se observa en la tabla 29, ósea que este método obtuvo lo necesario para sobrevivir.

El método que peor se comportó fue el 3 de estacas sembradas inclinadas, posiblemente por poseer un tallo herbáceo usado como semilla, que al estar en mayor contacto con el suelo son susceptibles de pudrición y deshidratación en caso de verano, sobre todo esto se da para el primer corte, ya que para el segundo y el tercero las plantas que sobrevivieron permanecieron hasta el tercer corte.

Moreno y Guerrero (2005), en un estudio realizado en *Trichantera gigantea* encontraron que las plantas enraizadas en vivero tuvieron una menor supervivencia que las plantas sembradas directamente en campo, caso contrario sucedió en este estudio donde la mejor supervivencia se obtuvo del método 1 (plantas enraizadas en vivero).⁶⁶

La supervivencia en los primeros estados del botón de oro depende especialmente del método de siembra utilizado, observándose mejores resultados en aquel en el que se establecen plantas con un desarrollo previo (método 1). En los estados maduros del cultivo cuando las plantas tienen un sistema radicular desarrollado y se han adaptado a las condiciones medioambientales, la densidad puede tener un efecto considerable, ya que en una alta densidad las plantas compiten por nutrientes y humedad provocando una disminución en la producción o pérdida de plantas en el cultivo.

⁶⁶. Moreno y Guerrero Op. Cit., p 21

6.8 COSTOS DE ESTABLECIMIENTO

El análisis parcial de costo se lo discrimina en la tabla 33. Los costos de establecimiento de las parcelas no fue igual para todos los métodos de siembra, el 1 tuvo gastos adicionales a los métodos 2 y 3, por concepto de costo de bolsas, riego en el vivero y huequeado. Por otro lado según su distancia de siembra en algunas parcelas se requirió una mayor participación y gastos por implantación del cultivo y manejo, por tanto, se asigno un porcentaje de participación a cada densidad de siembra. Tabla 34.

Tabla 33. Costos de establecimiento

CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
CONSECUCCIÓN DE SEMILLA			
Obtención de semilla	6 jornales	20.000	120.000
Transporte	18 pasajes	5.000	90.000
Preparación del terreno			
Desmalezado	12 jornales	20.000	240.000
Combustible guadaña	10 galones	5.000	50.000
Trazado	3 jornales	20.000	60.000
Fibra para trazado	2 madejas	13.000	26.000
Estacas	500 Unidades	200	100.000
SIEMBRA			
Bolsas por 2 Kg. *	1000 Unidades	30.000	30.000
Huequeado *	3 jornales	20.000	60.000
Riego *	4 jornales	20.000	80.000
Siembra en el terreno	6 jornales	20.000	120.000
MANTENIMIENTO			
Deshierbe	6 jornales	20.000	120.000
Gasolina para guadañas	12 galones	5.000	60.000
COSECHA			
Corte	6 jornales	20.000	120.000
Transporte	3 jornales	20.000	40.000
TOTAL			1.316.000

* Gastos solamente del método 1.

Tabla 34. Porcentaje de participación en los costos de establecimiento y manejo.

MÉTODO	DENSIDAD			GASTOS
	0,85 plantas/m ² (24%)	1planta/m ² (28%)	1,71plantas/m ² (48%)	
1. Enraizado en vivero	\$132.480	\$154.560	\$264.960	\$552.000
2. Tallos verticales	\$91.680	\$106.960	\$183.360	\$382.000
3. Tallos horizontales	\$91.680	\$106.960	\$183.360	\$382.000
TOTAL				\$1'316.000

La tabla 34 indica que los costos mas bajos se encontraron en los métodos 2 y 3 a una densidad de 0,85 plantas/m² con un valor de \$91.680, el método 1 a una densidad de 1,71plantas/m² representó los mayores costos, pero estos se justifican al encontrar en este un mejor comportamiento en las variables evaluadas.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

El botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray) es una planta bien adaptada al clima y condiciones de la Costa Pacífica de Nariño y se comporta bien en monocultivo.

La mejor densidad de siembra para el botón de oro en esta región es la de 1planta/m².

El Método 1; estacas enraizadas en vivero; es el mejor para la instalación de cultivos de botón de oro en la Costa Pacifica de Nariño.

La interacción entre el método 1 (estacas enraizadas en vivero) y la densidad de 1planta/m² fue la que mejor se comporto.

Los costos del método 1 fueron mayores por los valores adiciona como bolsas plásticas el huequeado y riego de las plantas en el vivero pero esto es compensado por la buena supervivencia.

El botón de oro resulta susceptible a condiciones de encharcamiento y sequía con intensa radiación solar.

7.2 RECOMENDACIONES

Propagar el botón de oro con estacas provenientes del primer tercio del tallo. Utilizar el método 1 (estacas enraizadas en vivero) y densidad de 1planta /m² para propagar el botón de oro en esta región.

Realizar análisis de suelos periódicos para determinar el incremento de la fertilidad y evaluar el potencial de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray, como abono verde.

Con base en la alta extracción de nutrientes, evaluar el comportamiento del botón de oro bajo fertilización orgánica y/o mineral.

Sembrar el botón de oro en lugares que posean buen drenaje y facilidad para el suministro de agua.

BIBLIOGRAFÍA

CAIRNS, M. F. Citados por OSPINA Sonia D. y MURGUEITIO R Enrique. Tres Especies Vegetales Promisorias. Nacedero (*Trichantea gigantea*) Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) Bore (*Alocasia macrorrhiza*). Cali: CIPAV, Septiembre 2002. p. 205 – 262

CASTILLO, T. N. Diagnostico Estratégico. En: Plan de desarrollo 2004 – 2007 con perspectivas de derechos humanos. Tumaco. 2004. p. 15.

CRIOLLO Yali y USAMA Monica. Producción de Biomasa con relación a tres distancias de siembra de Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) en monocultivo y asociado con aliso (*Agnus jorullencis* H.B.K) en la granja de botana municipio de Pasto. Pasto, 2001, p. 8 - 40. Trabajo de grado (ing. agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa Agroforestal.

DEVLIN, Robert. Fisiología vegetal. Barcelona, España: OMEGA, 1980. p. 517.

ESPINOZA, Freddy y MANRIQUE Antonio. Perspectivas de los sistemas agroforestales y silvopastoriles en Venezuela. Maracaibo Venezuela: FONAIAP CENIAP. Instituto de Investigaciones Zootécnicas, 2004. p. 25

GALVEZ CERÓN, Arturo Leonel. El cuy (*Cavia porcellus*) y el bosque de las proteínas. San Juan de Pasto, 1998. Maestría En Desarrollo Sostenible De Sistemas Agrarios. Convenio universidad Javeriana, CIPAV, IMCA.

GOBERNACION DE NARIÑO. Plan Estratégico de Desarrollo de Nariño. San Juan de Pasto, Secretaria Gobernación de planeación. 1998. p. 65-66.

GOMEZ, María., et al. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. Cali - Colombia: CIPAV, 1995. p. 129.

JARAMILLO, Yolazida., et al. Evaluación nutricional de tres especies de árboles forrajeros en la alimentación de vacas HOLSTEIN en el trópico alto de Nariño. Tesis. Zoot. Pasto, Colombia. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias, 2000. p .31-42

Hartmann, H.T.; D.E. Kester and F.T. Davies. Plant Propagation. Principles and Practices. Fifth. Edition. 1992.

Hartmann, H. T. citado por Taiariol, Darío. Propagación vegetal, 1992. publicado : 2006. Disponible en internet: <http://www.monografias.com/trabajos13/propaveg/propaveg.shtml – 32k.

EMILIO, Alfredo y CARRILLO, Lucas. Manipulación de plantas madres para enraizamiento. Biotecnología vegetal. Disponible en internet: <http://www.monografias.com/trabajos12/ /maniplan.shtml>

MAHECHA, Liliana: ROSALES Mauricio. Valor nutricional del follaje de Botón de Oro (*Tithonia diversifolia* [Hemsl]. Gray). *Fundación CIPAV* [online]. Cali, Colombia., Agosto 10 de 2005[consultado el 10 de noviembre de 2005].://www.cipav.org.co/lrrd17/9/mahe17100.htm ›

MONTAGNINI, Florencia. Sistemas agroforestales; Principios y aplicaciones en los trópicos. San José, Costa Rica: Organización para Estudios Tropicales, 1992. p. 17.

MURGUEITIO, E. y CALLE, Z. Diversidad biológica en la ganadería bovina de Colombia. En: Agroforestería para la producción animal en América Latina. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal No. 143. Roma. p. 53-72. Conferencia electrónica FAO - CIPAV. 1999.

MURGUEITIO, Enrique. Los árboles forrajeros como fuente de proteína. 2 ed. Cali (Valle): CIPAV, 1994. p. 1-5.

Nash, D. Flora de Guatemala EN: Fieldiana: 1876. Botany pag.323-324

Official methods of analysis. A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemist. Washington. D.C., United States Of America. 1980. 13th ed.

OLIVA, Jairo y BADOS, Alberto. Evaluación de tres niveles de proteína en la alimentación de camarones (*Penaeus vannamei*) en cautiverio. Pasto Colombia. 1993. p. 48. Trabajo de grado (Ing. Producción acuícola). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Ingeniería en producción acuícola.

OSPINA Sonia D. y MURGUEITIO R Enrique. Tres Especies Vegetales Promisorias. Nacedero (*Trichantea Gigantea*), Botón De Oro (*Tithonia Diversifolia*) y Bore (*Alocasia Macrorrhiza*). Cali: Cipav, Septiembre 2002. p. 205 – 262

PANTOJA, Lucila. Geografía socioeconómica de Nariño. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. 1998. p. 45-85

PORTILLA, Wilson. Evaluación nutricional y degradabilidad "In situ " de algunas arbóreas y arbustivas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el Altiplano de Nariño. Tesis. Zoot. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias, p.2000. 125

RAMIREZ, Sonia. Evaluación de algunos recursos forrajeros en el engorde de cuyes (*Cavia porcelltis*). Tesis Zoot. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, p 1998. 126.

RAVEN, Peter. Biología de las plantas, Barcelona, España: Reverté, 1992. p. 773.

RIOS, Clara I. Guía Para El Cultivo Y Aprovechamiento Del Botón De Oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. Bogota Colombia: CAB, Junio de 2002.p. 8.

RIOS, Clara I. Guía para el cultivo y aprovechamiento del botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray). Bogota Colombia: CAB, Junio de 2002 .p. 8.

RÍOS, Clara. y SALAZAR Amparo. Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) una fuente proteica alternativa para el trópico. Buga (Valle): *Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV) - Instituto Mayor Campesino (IMCA)*, Julio – Diciembre de 1992. p. 25.

RÍOS Clara I. *Tithonia diversifolia* (hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico.fao.org/WAICENT [online]. Cali, Colombia, Agosto 1 de 2003 [consultado el 11 noviembre del 2005].ao.org/WAICENT/FaoInfo/Agricult/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/Rios.

ROIG Y MESA. Citados por CRIOLLO Yali y USAMA Monica. Producción de Biomasa con relación a tres distancias de siembra de Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) en monocultivo y asociado con aliso (*Agnus jorullencis* H.B.K) en la granja de botana municipio de Pasto. Pasto, 2001, p. 20. Trabajo de grado (ing. agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa Agroforestal

SALAZAR, A. Evaluación agronómico del "Botón de oro" (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray - familia compuesta) y el Apinocho" (*Malvaviscus penduliflorus* - familia malvaceae). Investigación, validación y capacitación en Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Convenio CETEC - IMCA - CIPAV. Informe de avance. 1992 Cali. p. 75-79.

Virtualcentre [online]. Buga Valle: Silvopastoral, 1995 – [consultado el 30 octubre de 2005]. En Internet: // virtualcenter. Org.com/menu/bancos.htm

ANEXOS

PRIMER CORTE.

VARIABLE ALTURA DE LA PLANTA

Anexo 1. Análisis de la Varianza para la altura de la planta. Primer corte.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Densidad	6517,06	2	3258,53	159,53	0,0000
B: Método	51644,2	2	25822,1	1264,18	0,0000
INTERACCIONES					
AB	8923,78	4	2230,94	109,22	0,0000
RESIDUOS	551,5	27	20,4259		
TOTAL (CORREGIDO)		67636,6	35		

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Anexo 2. Comparación de medias para la altura de la planta según la densidad. Primer corte

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Densidad	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1.71	12	78,5833	1,30467	X
1	12	107,083	1,30467	X
0.85	12	107,167	1,30467	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
1 – 0.85	-0,0833333	5,86084
1 – 1.71	*28,5	5,86084
0.85 – 1.71	*28,5833	5,86084

* indica una diferencia significativa

Anexo 3. Comparación de medias para la altura de la planta según el método. Primer corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Método Recuento Media LS Sigma LS Grupos Homogéneos

Método	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	12	70,0	1,30467	X
2	12	71,6667	1,30467	X
1	12	151,167	1,30467	X

Contraste Diferencias +/- Límites

1 - 2	*79,5	5,86084
1 - 3	*81,1667	5,86084
2 - 3	1,66667	5,86084

* indica una diferencia significativa.

Anexo 4. Altura de la planta según el tratamiento. Primer corte.

Nivel	Frecuencia	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior	
Media Total	36	97,6111				
Densidad						
0.85	12	107,083	1,30467	103,469	110,698	
1	12	107,167	1,30467	103,552	110,781	
1.71	12	78,5833	1,30467	74,9685	82,1982	
Método						
1	12	151,167	1,30467	147,552	154,781	
2	12	71,6667	1,30467	68,0518	75,2815	
3	12	70,0	1,30467	66,3852	73,6148	
Densidad según Método						
1	1	4	174,25	2,25975	167,989	180,511
1	2	4	74,75	2,25975	68,4889	81,0111
1	3	4	72,25	2,25975	65,9889	78,5111
0.85	1	4	178,5	2,25975	172,239	184,761
0.85	2	4	71,75	2,25975	65,4889	78,0111
0.85	3	4	71,25	2,25975	64,9889	77,5111
1.71	1	4	100,75	2,25975	94,4889	107,011
1.71	2	4	68,5	2,25975	62,2389	74,7611
1.71	3	4	66,5	2,25975	60,2389	72,7611

SEGUNDO CORTE

VARIABLE ALTURA DE LA PLANTA

Anexo 5. Análisis de la Varianza para Altura de la planta. Segundo corte.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Densidad	170,722	2	85,3611	27,52	0,0000
B: Método	6026,89	2	3013,44	971,50	0,0000
INTERACCIONES					
AB	64,9444	4	16,2361	5,23	0,0030
RESIDUOS	83,75	27	3,10185		
TOTAL (CORREGIDO)	6346,31	35			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Anexo 6. Comparación de medias para la altura de la planta según la densidad. Segundo Corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Densidad	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos	
1.71	12	54,5	0,508417	X	
0.85	12	57,0833	0,508417		X
1	12	59,8333	0,508417		X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
1 – 0.85	*2,75	2,28391
1 – 1.71	*5,33333	2,28391
0.85 – 1.71	*2,58333	2,28391

* indica una diferencia significativa.

Anexo 7. Comparación de medias para la altura de la planta según el método.
Segundo Corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Método	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	12	47,25	0,508417	X
2	12	48,75	0,508417	X
1	12	75,4167	0,508417	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
1 - 2	*26,6667	2,28391
1 - 3	*28,1667	2,28391
2 - 3	1,5	2,28391

* indica una diferencia significativa.

Anexo 8. Tabla de Medias para la Altura de la planta según tratamientos.
Segundo Corte.

Nivel	Frecuencia	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior	
Media Total	36	57,1389				
Densidad						
1	12	59,8333	0,508417	58,4247	61,242	
0.85	12	57,0833	0,508417	55,6747	58,492	
1.71	12	54,5	0,508417	53,0913	55,9087	
Método						
1	12	75,4167	0,508417	74,008	76,8253	
2	12	48,75	0,508417	47,3413	50,1587	
3	12	47,25	0,508417	45,8413	48,6587	
Densidad según Método						
1	1	4	80,75	0,880604	78,3101	83,1899
1	2	4	50,25	0,880604	47,8101	52,6899
1	3	4	48,5	0,880604	46,0601	50,9399
0.85	1	4	74,25	0,880604	71,8101	76,6899
0.85	2	4	49,5	0,880604	47,0601	51,9399
0.85	3	4	47,5	0,880604	45,0601	49,9399
1.71	1	4	71,25	0,880604	68,8101	73,6899
1.71	2	4	46,5	0,880604	44,0601	48,9399
1.71	3	4	45,75	0,880604	43,3101	48,1899

TERCER CORTE

VARIABLE ALTURA DE LA PLANTA

Anexo 9. Análisis de la Varianza para Altura de la planta. Tercer corte.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Densidad	934,889	2	467,444	90,64	0,0000
B: Método	1442,72	2	721,361	139,87	0,0000
INTERACCIONES					
AB	2152,11	4	538,028	104,32	0,0000
RESIDUOS	139,25	27	5,15741		
TOTAL (CORREGIDO)	4668,97	35			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Anexo 10. Comparación de medias para la altura de la planta según la densidad Tercer corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Densidad	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1.71	12	168,583	0,655579	X
1	12	167,083	0,655579	X
0.85	12	170,75	0,655579	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
1 – 0.85	*-3,66667	2,945
1 – 1.71	*8,5	2,945
0.85 – 1.71	*12,1667	2,945

* indica una diferencia significativa.

Anexo 11. Comparación de medias para la altura de la planta según el método. Tercer corte.

Método: 95,0 porcentaje HSD de Tukey

Método	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	12	160,667	0,655579	X
3	12	161,333	0,655579	X
2	12	174,417	0,655579	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
1 - 2	*-13,75	2,29936
1 - 3	-0,666667	2,29936
2 - 3	*13,0833	2,29936

* indica una diferencia significativa.

Anexo 12. Tabla de Medias para la Altura de la planta según cada tratamiento. Tercer corte.

Nivel	Frecuencia	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior	
Media Total	36	165,472				
Densidad						
1	12	167,083	0,655579	165,267	168,9	
0.85	12	170,75	0,655579	168,934	172,566	
1.71	12	158,583	0,655579	156,767	160,4	
Método						
1	12	160,667	0,655579	158,85	162,483	
2	12	174,417	0,655579	172,6	176,233	
3	12	161,333	0,655579	159,517	163,15	
Densidad según Método						
1	1	4	173,75	1,1355	170,604	176,896
1	2	4	174,75	1,1355	171,604	177,896
1	3	4	152,75	1,1355	149,604	155,896
0.85	1	4	167,0	1,1355	163,854	170,146
0.85	2	4	180,25	1,1355	177,104	183,396
0.85	3	4	165,0	1,1355	161,854	168,146
1.71	1	4	141,25	1,1355	138,104	144,396
1.71	2	4	168,25	1,1355	165,104	171,396
1.71	3	4	166,25	1,1355	163,104	169,396

PRIMER CORTE

VARIABLE ÁREA DE COPA DE LA PLANTA

Anexo 13. Análisis de la Varianza para Área de Copa. Primer corte.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Densidad	1,96247E9	2	9,81233E8	245,11	0,0000
B: Método	1,14407E10	2	5,72034E9	1428,96	0,0000
INTERACCIONES					
AB	3,00348E9	4	7,50871E8	187,57	0,0000
RESIDUOS	1,08085E8	27	4,00316E6		
TOTAL (CORREGIDO) 1,65147E10 35					

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Anexo 14. Comparación de medias para el área de copa según la densidad. Primer corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Densidad	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos	
171	12	14505,8	577,579	X	
0.85	12	19590,2	577,579		X
1	12	32078,6	577,579		X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
1 – 0.85	*12488,4	2025,79
1 – 1.71	*17572,8	2025,79
0.85 – 1.71	*5084,42	2025,79

* indica una diferencia significativa.

Anexo 15. Comparación de medias para el área de copa de la planta según el método. Primer corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Método Recuento Media LS Sigma LS Grupos Homogéneos

3	12	7929,17	577,579	X	
2	12	11040,2	577,579		X
1	12	47205,1	577,579		X

Contraste Diferencias +/- Límites

1 - 2	*36164,8	2025,79
1 - 3	*39275,9	2025,79
2 - 3	*3111,08	2025,79

* indica una diferencia significativa.

Anexo 16. Tabla de Medias para el área de copa de la planta. Primer corte.

Nivel	Frecuencia	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior	
Media Total	36	22058,2				
Densidad						
1	12	32078,6	577,579	30893,5	33263,7	
0.85	12	19590,2	577,579	18405,1	20775,3	
1.71	12	14505,8	577,579	13320,7	15690,8	
Método						
1	12	47205,1	577,579	46020,0	48390,2	
2	12	11040,2	577,579	9855,15	12225,3	
3	12	7929,17	577,579	6744,07	9114,26	
Densidad según Método						
1	1	4	74884,0	1000,4	72831,4	76936,6
1	2	4	12027,5	1000,4	9974,85	14080,1
1	3	4	9324,25	1000,4	7271,6	11376,9
0.85	1	4	39944,0	1000,4	37891,4	41996,6
0.85	2	4	10809,2	1000,4	8756,6	12861,9
0.85	3	4	8017,25	1000,4	5964,6	10069,9
1.71	1	4	26787,3	1000,4	24734,6	28839,9
1.71	2	4	10284,0	1000,4	8231,35	12336,6
1.71	3	4	6446,0	1000,4	4393,35	8498,65

SEGUNDO CORTE PARA LA VARIABLE ÁREA DE COPA DE LA PLANTA

Anexo 17. Análisis de la Varianza para Área de Copa de la planta. Segundo Corte.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Densidad	4,31293E7	2	2,15646E7	36,72	0,0000
B: Método	3,48801E9	2	1,744E9	2969,92	0,0000
INTERACCIONES					
AB	5,22606E7	4	1,30651E7	22,25	0,0000
RESIDUOS	1,5855E7	27	587222,0		
TOTAL (CORREGIDO)	3,59925E9	35			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Anexo 18. Comparación de medias para el área de copa de la planta según la densidad. Segundo Corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey					
Distancia	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos	
1.71	12	11500,1	221,213	X	
0.85	12	12512,9	221,213		X
1	12	14156,3	221,213		X
Contraste	Diferencias		+/- Límites		
1 – 0.85	*1643,42		775,877		
1 – 1.71	*2656,25		775,877		
0.85 – 1.71	*1012,83		775,877		

* indica una diferencia significativa.

Anexo 19. Comparación de medias para el área de copa de la planta según el método. Segundo Corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Método	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2	12	5736,5	221,213	X
3	12	5789,33	221,213	X
1	12	26643,5	221,213	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
1 - 2	*20907,0	775,877
1 - 3	*20854,2	775,877
2 - 3	-52,8333	775,877

* indica una diferencia significativa.

Anexo 20. Tabla de Medias para el área de copa de la planta según cada tratamiento. Segundo Corte.

Nivel	Frecuencia	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior
Media Total	36	12723,1			
Densidad					
1	12	14156,3	221,213	13702,4	14610,2
0.85	12	12512,9	221,213	12059,0	12966,8
1.71	12	11500,1	221,213	11046,2	11954,0
Método					
1	12	26643,5	221,213	26189,6	27097,4
2	12	5736,5	221,213	5282,61	6190,39
3	12	5789,33	221,213	5335,44	6243,23
Distancia según Método					
1	1	4	29994,0	383,152	29207,8
1	2	4	6134,0	383,152	5347,84
1	3	4	6341,0	383,152	5554,84
0.85	1	4	26718,5	383,152	25932,3
0.85	2	4	5606,0	383,152	4819,84
0.85	3	4	5214,25	383,152	4428,09
1.71	1	4	23218,0	383,152	22431,8
1.71	2	4	5469,5	383,152	4683,34
1.71	3	4	5812,75	383,152	5026,59

TERCER CORTE

VARIABLE ÁREA DE COPA DE LA PLANTA

Anexo 21. Análisis de la Varianza para Área de Copa de la planta. Tercer corte.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Densidad	1,63224E9	2	8,16122E8	630,93	0,0000
B: Método	1,13743E10	2	5,68716E9	4396,65	0,0000
INTERACCIONES					
AB	2,4293E9	4	6,07325E8	469,51	0,0000
RESIDUOS	3,49251E7	27	1,29352E6		
TOTAL (CORREGIDO)		35			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Anexo 22. Comparación de medias para el área de copa de la planta según la densidad. Tercer corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Densidad	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1.71	12	15515,4	328,319	X
0.85	12	19305,8	328,319	X
1	12	31312,3	328,319	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
1 – 0.85	*12006,4	1474,88
1 – 1.71	*15796,8	1474,88
0.85 – 1.71	*3790,42	1474,88

* indica una diferencia significativa.

Anexo 23. Comparación de medias para el área de copa de la planta según el método. Tercer corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Método Recuento Media LS Sigma LS Grupos Homogéneos

3	12	7943,5	328,319	X	
2	12	11072,8	328,319		X
1	12	47117,3	328,319		X

Contraste Diferencias +/- Límites

1 - 2	*36044,5	1474,88
1 - 3	*39173,8	1474,88
2 - 3	*3129,25	1474,88

* indica una diferencia significativa.

Anexo 24. Tabla de Medias para el área de copa de la planta según cada tratamiento. Tercer corte.

Nivel	Frecuencia	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior	
Media Total	36	22044,5				
Densidad						
1	12	31312,3	328,319	30402,6	32221,9	
0.85	12	19305,8	328,319	18396,2	20215,5	
1.71	12	15515,4	328,319	14605,7	16425,1	
Método						
1	12	47117,3	328,319	46207,6	48026,9	
2	12	7943,5	328,319	7033,83	8853,17	
Densidad según Método						
1	1	4	72507,2	568,665	70931,7	74082,8
1	2	4	12096,5	568,665	10520,9	13672,1
1	3	4	9333,0	568,665	7757,41	10908,6
0.85	1	4	39034,0	568,665	37458,4	40609,6
0.85	2	4	10847,5	568,665	9271,91	12423,1
0.85	3	4	8036,0	568,665	6460,41	9611,59
1.71	1	4	29810,5	568,665	28234,9	31386,1
1.71	2	4	10274,3	568,665	8698,66	11849,8
1.71	3	4	6461,5	568,665	4885,91	8037,09

PRIMER CORTE

VARIABLE PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE LA PLANTA

Anexo 25. Análisis de la Varianza para la producción de biomasa. Primer corte.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Densidad	706383,0	2	353192,0	155,86	0,0000
B: Método	2,05704E6	2	1,02852E6	453,86	0,0000
INTERACCIONES					
AB	1,20237E6	4	300591,0	132,64	0,0000
RESIDUOS	61186,0	27	2266,15		
TOTAL (CORREGIDO) 4,02697E6 35					

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Anexo 26. Comparación de medias para la producción de biomasa según la densidad. Primer corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey					
Densidad	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos	
1.71	12	803,25	13,7421	X	
0.85	12	989,833	13,7421		X
1	12	1145,92	13,7421		X
Contraste	Diferencias		+/- Límites		
1 – 0.85	*156,083		61,7324		
1 – 1.71	*342,667		61,7324		
0.85 – 1.71	*186,583		61,7324		

* indica una diferencia significativa.

Anexo 27. Comparación de medias para la producción de biomasa según el método. Primer corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Método Recuento Media LS Sigma LS Grupos Homogéneos

Método	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	12	770,083	13,7421	X
2	12	854,75	13,7421	X
1	12	1314,17	13,7421	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
1 - 2	*459,417	61,7324
1 - 3	*544,083	61,7324
2 - 3	*84,6667	61,7324

* indica una diferencia significativa

Anexo 28. Tabla de Medias para la producción de biomasa según cada tratamiento. Primer corte.

Nivel	Frecuencia	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior	
Media Total	36	979,667				
Densidad						
1	12	1145,92	13,7421	1107,84	1183,99	
0.85	12	989,833	13,7421	951,758	1027,91	
1.71	12	803,25	13,7421	765,175	841,325	
Método						
1	12	1314,17	13,7421	1276,09	1352,24	
2	12	854,75	13,7421	816,675	892,825	
3	12	770,083	13,7421	732,008	808,158	
Densidad según Método						
1	1	4	1788,25	23,802	1722,3	1854,2
1	2	4	865,25	23,802	799,302	931,198
1	3	4	784,25	23,802	718,302	850,198
0.85	1	4	1341,0	23,802	1275,05	1406,95
0.85	2	4	861,75	23,802	795,802	927,698
0.85	3	4	766,75	23,802	700,802	832,698
1.71	1	4	813,25	23,802	747,302	879,198
1.71	2	4	837,25	23,802	771,302	903,198
1.71	3	4	759,25	23,802	693,302	825,198

SEGUNDO CORTE

VARIABLE PRODUCCIÓN DE BIOMASA.

Anexo 29. Análisis de la Varianza para la producción de biomasa. Segundo Corte.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Densidad	111044,0	2	55521,9	707,28	0,0000
B: Método	643068,0	2	321534,0	4095,98	0,0000
INTERACCIONES					
AB	90266,1	4	22566,5	287,47	0,0000
RESIDUOS	2119,5	27	78,5		
TOTAL (CORREGIDO) 846498,0		35			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Anexo 30. Contraste Múltiple de Rangos para la Producción de Biomasa según densidad. Segundo Corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey					
Densidad	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos	
1.71		12	221,583	2,55767	X
0.85		12	311,0	2,55767	X
1		12	355,083	2,55767	X
Contraste	Diferencias		+/- Límites		
1 – 0.85	*44,0833		11,4896		
1 – 1.71	*133,5		11,4896		
0.85 – 1.71	*89,4167		11,4896		

* indica una diferencia significativa.

Anexo 31. Comparación de medias para la producción de biomasa según la densidad. Segundo Corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Método Recuento Media LS Sigma LS Grupos Homogéneos

Método	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	12	197,0	2,55767	X
2	12	205,833	2,55767	X
1	12	484,833	2,55767	X

Contraste Diferencias +/- Límites

1 - 2	*279,0	11,4896
1 - 3	*287,833	11,4896
2 - 3	8,83333	11,4896

* indica una diferencia significativa.

Anexo 32. Comparación de medias para la producción de biomasa según el método. Segundo Corte.

Nivel	Frecuencia	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior	
Media Total	36	295,889				
Densidad						
1	12	355,083	2,55767	347,997	362,17	
0.85	12	311,0	2,55767	303,913	318,08	
1.71	12	221,583	2,55767	214,497	228,67	
Método						
1	12	484,833	2,55767	477,747	491,92	
2	12	205,833	2,55767	198,747	212,92	
3	12	197,0	2,55767	189,913	204,087	
Densidad según Método						
1	1	4	597,75	4,43001	585,476	610,024
1	2	4	244,0	4,43001	231,726	256,274
1	3	4	223,5	4,43001	211,226	235,774
0.85	1	4	546,0	4,43001	533,726	558,274
0.85	2	4	192,75	4,43001	180,476	205,024
0.85	3	4	194,25	4,43001	181,976	206,524
1.71	1	4	310,75	4,43001	298,476	323,024
1.71	2	4	180,75	4,43001	168,476	193,024
1.71	3	4	173,25	4,43001	160,976	185,524

TERCER CORTE

VARIABLE PRODUCCIÓN DE BIOMASA.

Anexo 33. Análisis de la Varianza para la producción de biomasa. Tercer corte.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Densidad	357430,0	2	178715,0	49,64	0,0000
B: Método	3,498E6	2	1,749E6	485,84	0,0000
INTERACCIONES					
AB	1,14356E6	4	285890,0	79,42	0,0000
RESIDUOS	97197,8	27	3599,92		
TOTAL (CORREGIDO) 5,09619		35			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Anexo 34. Comparación de medias para la producción de biomasa según la densidad. Tercer corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Densidad	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos	
1.71	12	916,333	17,3203	X	
0.85	12	998,75	17,3203		X
1	12	1156,5	17,3203		X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
1 – 0.85	*-240,167	77,8064
1 – 1.71	*-82,4167	77,8064
0.85 – 1.71	*157,75	77,8064

* indica una diferencia significativa.

Anexo 35. Comparación de medias para la producción de biomasa según el método. Tercer corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Método Recuento Media LS Sigma LS Grupos Homogéneos

Método	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	12	783,667	17,3203	X
2	12	823,833	17,3203	X
1	12	1464,08	17,3203	X

Contraste Diferencias +/- Límites

1 - 2	*640,25	77,8064
1 - 3	*680,417	77,8064
2 - 3	40,1667	77,8064

* indica una diferencia significativa.

Anexo 36. Tabla de Medias para la producción de biomasa según cada tratamiento. Tercer corte.

Nivel	Frecuencia	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior		
Media Total	36	1023,86					
Densidad							
1.71			12	916,333	17,3203	868,344	964,323
1			12	1156,5	17,3203	1108,51	1204,49
0.85			12	998,75	17,3203	950,761	1046,74
Método							
1			12	1464,08	17,3203	1416,09	1512,07
2			12	823,833	17,3203	775,844	871,823
3			12	783,667	17,3203	735,677	831,656
Densidad según Método							
1.71		1	4	1142,0	29,9997	1058,88	1225,12
1.71		2	4	839,5	29,9997	756,38	922,62
1.71		3	4	767,5	29,9997	684,38	850,62
1		1	4	1950,0	29,9997	1866,88	2033,12
1		2	4	770,75	29,9997	687,63	853,87
1		3	4	748,75	29,9997	665,63	831,87
0.85		1	4	1300,25	29,9997	1217,13	1383,37
0.85		2	4	861,25	29,9997	778,13	944,37
0.85		3	4	834,75	29,9997	751,63	917,87

**PRIMER CORTE PARA
VARIABLE PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA**

Anexo 37. Análisis de la Varianza para el porcentaje de supervivencia. Primer corte.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Densidad	1406,16	2	703,08	-----	0,0000
B: Método	7035,3	2	8517,64	-----	0,0000
INTERACCIONES					
AB	604,64	4	151,16	-----	0,0000
RESIDUOS	4,8059	27			
TOTAL (CORREGIDO)					
	19046,1	35			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Anexo 38. Comparación de medias para el porcentaje de supervivencia, según la densidad. Primer corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Densidad	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1.71	12	46,5	1,21791E-7	X
1	12	49,2	1,21791E-7	X
0.85	12	60,9	1,21791E-7	X
Contraste				
		Diferencias	+/- Límites	
1 – 0.85		*-11,7	5,47112E-7	
1 – 1.71		*2,7	5,47112E-7	
0.85 – 1.71		*14,4	5,47112E-7	

* indica una diferencia significativa.

Anexo 39. Comparación de medias para e porcentaje de supervivencia según el método. Primer corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Método Recuento Media LS Sigma LS Grupos Homogéneos

Método	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	12	29,7333	1,21791E-7	X
2	12	45,2333	1,21791E-7	X
1	12	81,6333	1,21791E-7	X

Contraste Diferencias +/- Límites

1 - 2	*36,4	5,47112E-7
1 - 3	*51,9	5,47112E-7
2 - 3	*15,5	5,47112E-7

* indica una diferencia significativa.

Anexo 40. Tabla de Medias para el porcentaje de supervivencia según cada tratamiento. Primer corte.

Nivel	Frecuencia	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior	
Media Total	36	52,2				
Densidad						
1	12	49,2	1,21791E-7	49,2	49,2	
0.85	12	60,9	1,21791E-7	60,9	60,9	
1.71	12	46,5	1,21791E-7	46,5	46,5	
Método						
1	12	81,6333	1,21791E-7	81,6333	81,6333	
2	12	45,2333	1,21791E-7	45,2333	5,2333	
3	12	29,7333	1,21791E-7	29,7333	9,7333	
Densidad según Método						
1	1	4	84,5	2,10949E-7	84,5	84,5
1	2	4	35,7	2,10949E-7	35,7	35,7
1	3	4	27,4	2,10949E-7	27,4	27,4
0.85	1	4	90,3	2,10949E-7	90,3	90,3
0.85	2	4	54,2	2,10949E-7	54,2	54,2
0.85	3	4	38,2	2,10949E-7	38,2	38,2
1.71	1	4	70,1	2,10949E-7	70,1	70,1
1.71	2	4	45,8	2,10949E-7	45,8	45,8
1.71	3	4	23,6	2,10949E-7	23,6	23,6

SEGUNDO CORTE

VARIABLE PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA

Anexo 41. Análisis de la Varianza para porcentaje de supervivencia. Segundo corte.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Densidad	183,742	2	91,8711	-----	0,0000
B: Método	10215,6	2	5107,79	-----	0,0000
INTERACCIONES					
AB	2189,83	4	547,458	-----	0,0000
RESIDUOS	5,002227	27			
TOTAL (CORREGIDO)					
	12589,2	35			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Anexo 42. Comparación de medias para el porcentaje de supervivencia según la densidad. Segundo corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey					
Densidad	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos	
1.71	12	49,5667	1,24254E-7	X	
1	12	52,2667	1,24254E-7		X
0.85	12	55,1	1,24254E-7		X
Contraste	Diferencias		+/- Límites		
1 – 0.85	*-2,83333		5,58173E-7		
1 – 1.71	*2,7		5,58173E-7		
0.85 – 1.71	*5,53333		5,58173E-7		

* indica una diferencia significativa.

Anexo 43. Comparación de medias para la producción de biomasa según el método. Segundo corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Método Recuento Media LS Sigma LS Grupos Homogéneos

Método	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	12	34,0667	1,24254E-7	X
2	12	48,1667	1,24254E-7	X
1	12	74,7	1,24254E-7	X

Contraste Diferencias +/- Límites

1 - 2	*26,5333	5,58173E-7
1 - 3	*40,6333	5,58173E-7
2 - 3	*14,1	5,58173E-7

* indica una diferencia significativa.

Anexo 44. Tabla de Medias para el porcentaje de supervivencia según cada tratamiento. Segundo corte.

Nivel	Frecuencia	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior	
Media Total	36	52,3111				
Densidad						
1	12	52,2667	1,24254E-7	52,2667	52,2667	
0.85	12	55,1	1,24254E-7	55,1	55,1	
1.71	12	49,5667	1,24254E-7	49,5667	49,5667	
Método						
1	12	74,7	1,24254E-7	74,7	74,7	
2	12	48,1667	1,24254E-7	48,1667	48,1667	
3	12	34,0667	1,24254E-7	34,0667	34,0667	
Densidad según Método						
1	1	4	84,5	2,15214E-7	84,5	84,5
1	2	4	41,7	2,15214E-7	41,7	41,7
1	3	4	30,6	2,15214E-7	30,6	30,6
0.85	1	4	70,8	2,15214E-7	70,8	70,8
0.85	2	4	63,9	2,15214E-7	63,9	63,9
0.85	3	4	30,6	2,15214E-7	30,6	30,6
1.71	1	4	68,8	2,15214E-7	68,8	68,8
1.71	2	4	38,9	2,15214E-7	38,9	38,9
1.71	3	4	41,0	2,15214E-7	41,0	41,0

TERCER CORTE

VARIABLE PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA

Anexo 45. Análisis de la Varianza para porcentaje de supervivencia. Tercer corte.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Densidad		1261,08	2	630,538	0,0000
B: Método		2124,44	2	1062,22	0,0000
INTERACCIONES					
AB		394,524	4	98,6311	0,0000
RESIDUOS		2,18847E-12	27	0,0000	
TOTAL (CORREGIDO)		3780,04	35		

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.-

Anexo 46. Comparación de medias para el porcentaje de supervivencia según la densidad. Tercer corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Densidad	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos	
1.71		12	24,0667	8,2186E-8	X
1		12	32,9333	8,2186E-8	X
0.85		12	38,4333	8,2186E-8	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
1 – 0.85	*-5,5	3,69197E-7
1 – 1.71	*8,86667	3,69197E-7
0.85 – 1.71	*14,3667	3,69197E-7

* indica una diferencia significativa.

Anexo 47. Comparación de medias para el porcentaje de supervivencia según el método. Tercer corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Método Recuento Media LS Sigma LS Grupos Homogéneos

Método	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	12	21,9333	8,2186E-8	X
1	12	32,8333	8,2186E-8	X
2	12	40,6667	8,2186E-8	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
1 - 2	*-7,83333	3,69197E-7
1 - 3	*10,9	3,69197E-7
2 - 3	*18,7333	3,69197E-7

* indica una diferencia significativa.

Anexo 48. Tabla de Medias para el porcentaje de supervivencia según cada tratamiento. Tercer corte.

Nivel	Frecuencia	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior	
Media Total	36	31,8111				
Densidad						
1	12	32,9333	8,2186E-8	32,9333	32,9333	
0.85	12	38,4333	8,2186E-8	38,4333	38,4333	
1.71	12	24,0667	8,2186E-8	24,0667	24,0667	
Método						
1	12	32,8333	8,2186E-8	32,8333	32,8333	
2	12	40,6667	8,2186E-8	40,6667	40,6667	
3	12	21,9333	8,2186E-8	21,9333	21,9333	
Densidad según Método						
1	1	4	38,1	1,4235E-7	38,1	38,1
1	2	4	39,3	1,4235E-7	39,3	39,3
1	3	4	21,4	1,4235E-7	21,4	21,4
0.85	1	4	38,9	1,4235E-7	38,9	38,9
0.85	2	4	51,4	1,4235E-7	51,4	51,4
0.85	3	4	25,0	1,4235E-7	25,0	25,0
1.71	1	4	21,5	1,4235E-7	21,5	21,5
1.71	2	4	31,3	1,4235E-7	31,3	31,3
1.71	3	4	19,4	1,4235E-7	19,4	19,4

PRIMER CORTE

VARIABLE INCREMENTO DIARIO-ALTURA DE LA PLANTA

Anexo 49. Análisis de la Varianza para incremento diario-altura de la planta. Primer corte.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Densidad	0,804339	2	0,402169	162,92	0,0000
B: Método	6,38101	2	3,1905	1292,48	0,0000
INTERACCIONES					
AB	1,11066	4	0,277665	112,48	0,0000
RESIDUOS	0,06665	27	0,00246852		
TOTAL (CORREGIDO) 8,36266 35					

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Anexo 50. Comparación de medias para el incremento diario-altura de la planta según la densidad. Primer corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey					
Densidad	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos	
1.71	12	0,8725	0,0143426	X	
1	12	1,18917	0,0143426		X
0.85	12	1,19	0,0143426		X
Contraste	Diferencias		+/- Límites		
1 – 0.85	-0,000833333		0,0644299		
1 – 1.71	*0,316667		0,0644299		
0.85 – 1.71	*0,3175		0,0644299		

* indica una diferencia significativa.

Anexo 51. Comparación de medias para el incremento diario-altura de la planta según el método. Primer corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Método Recuento Media LS Sigma LS Grupos Homogéneos

Método	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	12	0,775833	0,0143426	X
2	12	0,796667	0,0143426	X
1	12	1,67917	0,0143426	X

Contraste Diferencias +/- Límites

1 - 2	*0,8825	0,0644299
1 - 3	*0,903333	0,0644299
2 - 3	0,0208333	0,0644299

* indica una diferencia significativa.

Anexo 52. Tabla de Medias para el incremento diario-altura de la planta según cada tratamiento. Primer corte.

Nivel	Frecuencia	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior	
Media Total	36	1,08389				
Densidad						
1	12	1,18917	0,0143426	1,14943	1,22891	
0.85	12	1,19	0,0143426	1,15026	1,22974	
1.71	12	0,8725	0,0143426	0,832761	0,91223	
Método						
1	12	1,67917	0,0143426	1,63943	1,71891	
2	12	0,796667	0,0143426	0,756928	0,836406	
3	12	0,775833	0,0143426	0,73609	0,815572	
Densidad según Método						
1	1	4	1,9375	0,0248421	1,86867	2,00633
1	2	4	0,83	0,0248421	0,76117	0,89883
1	3	4	0,8	0,0248421	0,73117	0,86883
0.85	1	4	1,9825	0,0248421	1,91367	2,05133
0.85	2	4	0,7975	0,0248421	0,72867	0,86633
0.85	3	4	0,79	0,0248421	0,72117	0,85883
1.71	1	4	1,1175	0,0248421	1,04867	1,18633
1.71	2	4	0,7625	0,0248421	0,69367	0,83133
1.71	3	4	0,7375	0,0248421	0,66867	0,80633

SEGUNDO CORTE

VARIABLE INCREMENTO DIARIO-ALTURA DE LA PLANTA

Anexo 53. Análisis de la Varianza para incremento diario-altura de la planta. Segundo corte.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Densidad	0,0840389	2	0,0420194	26,42	0,0000
B: Método	2,96722	2	1,48361	932,65	0,0000
INTERACCIONES					
AB	0,0313778	4	0,00784444	4,93	0,0041
RESIDUOS	0,04295	27	0,00159074		
TOTAL (CORREGIDO)	3,12559	35			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Anexo 54. Comparación de medias para el incremento diario-altura de la planta según la densidad. Segundo corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Densidad	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos	
1.71	12	1,21083	0,0115135	X	
0.85	12	1,26833	0,0115135		X
1	12	1,32917	0,0115135		X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
1 – 0.85	*0,0608333	0,0517212
1 – 1.71	*0,118333	0,0517212
0.85 – 1.71	*0,0575	0,0517212

* indica una diferencia significativa.

TERCER CORTE

VARIABLE INCREMENTO DIARIO-ALTURA DE LA PLANTA

Anexo 57. Análisis de la Varianza para incremento diario-altura de la planta.
Tercer corte

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Densidad	0,458539	2	0,229269	90,93	0,0000
B: Método	0,719206	2	0,359603	142,63	0,0000
INTERACCIONES					
AB	1,05294	4	0,263236	104,41	0,0000
RESIDUOS	0,068075	27	0,0025213		
<hr/>					
TOTAL (CORREGIDO)	2,29876	35			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Anexo 58. Comparación de medias para el incremento diario-altura de la planta según la densidad. Tercer corte

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Densidad	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1.71	12	3,52417	0,0144951	X
1	12	3,71333	0,0144951	X
0.85	12	3,79333	0,0144951	X
<hr/>				
Contraste		Diferencias	+/- Límites	
100 - 125		*-0,08	0,065115	
100 - 75		*0,189167	0,065115	
125 - 75		*0,269167	0,065115	

* indica una diferencia significativa.

Anexo 59. Comparación de medias para el incremento diario-altura de la planta según el método. Tercer corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Método	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	12	3,57	0,0144951	X
3	12	3,58417	0,0144951	X
2	12	3,87667	0,0144951	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
1 - 2	*-0,306667	0,065115
1 - 3	-0,0141667	0,065115
2 - 3	*0,2925	0,065115

* indica una diferencia significativa.

Anexo 60. Tabla de Medias para el incremento diario-altura según cada tratamiento. Tercer corte.

Nivel	Frecuencia	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior	
Media Total	36	3,67694				
Densidad						
1	12	3,71333	0,0144951	3,67317	3,75349	
0.85	12	3,79333	0,0144951	3,75317	3,83349	
1.71	12	3,52417	0,0144951	3,48401	3,56433	
Método						
1	12	3,57	0,0144951	3,52984	3,61016	
2	12	3,87667	0,0144951	3,83651	3,91683	
3	12	3,58417	0,0144951	3,54401	3,62433	
Densidad según Método						
1	1	4	3,86	0,0251063	3,79044	3,92956
1	2	4	3,885	0,0251063	3,81544	3,95456
1	3	4	3,395	0,0251063	3,32544	3,46456
0.85	1	4	3,71	0,0251063	3,64044	3,77956
0.85	2	4	4,005	0,0251063	3,93544	4,07456
0.85	3	4	3,665	0,0251063	3,59544	3,73456
1.71	1	4	3,14	0,0251063	3,07044	3,20956
1.71	2	4	3,74	0,0251063	3,67044	3,80956
1.71	3	4	3,6925	0,0251063	3,62294	3,76206

PRIMER CORTE

VARIABLE INCREMENTO DIARIO AREA COPA DE LA PLANTA.

Anexo 61. Análisis de la Varianza para incremento diario del área copa de la planta. Primer corte.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Densidad	242279,0	2	121140,0	245,10	0,0000
B: Método	1,41244E6	2	706222,0	1428,87	0,0000
INTERACCIONES					
AB	370798,0	4	92699,5	187,56	0,0000
RESIDUOS	13344,8	27	494,252		
TOTAL (CORREGIDO)					
	2,03887E6	35			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Anexo 62. Comparación de medias para el incremento diario área copa de la planta según la densidad. Primer corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey					
Densidad	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos	
1.71	12	161,176	6,41776	X	
0.85	12	217,668	6,41776		X
1	12	356,429	6,41776		X
Contraste	Diferencias		+/- Límites		
1 – 0.85	*138,761		28,8299		
1 – 1.71	*195,253		28,8299		
0.85 – 1.71	*56,4925		28,8299		

* indica una diferencia significativa.

Anexo 63. Comparación de medias para el incremento diario del área copa de la planta según el método. Primer corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Método Recuento Media LS Sigma LS Grupos Homogéneos

Método	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	12	88,1008	6,41776	X
2	12	122,67	6,41776	X
1	12	524,502	6,41776	X

Contraste Diferencias +/- Límites

1 - 2	*401,833	28,8299
1 - 3	*436,402	28,8299
2 - 3	*34,5692	28,8299

* indica una diferencia significativa.

Anexo 64. Tabla de Medias para el incremento diario del área copa de la planta según cada tratamiento. Primer corte.

Nivel	Frecuencia	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior	
Media Total	36	245,091				
Densidad						
1	12	356,429	6,41776	338,648	374,211	
0.85	12	217,668	6,41776	199,887	235,45	
1.71	12	161,176	6,41776	143,394	178,957	
Método						
1	12	524,502	6,41776	506,721	542,284	
2	12	122,67	6,41776	104,888	140,452	
3	12	88,1008	6,41776	70,3192	105,882	
Densidad según Método						
1	1	4	832,045	11,1159	801,246	862,844
1	2	4	133,64	11,1159	102,841	164,439
1	3	4	103,603	11,1159	72,8038	134,401
0.85	1	4	443,825	11,1159	413,026	474,624
0.85	2	4	120,102	11,1159	89,3038	150,901
0.85	3	4	89,0775	11,1159	58,2788	119,876
1.71	1	4	297,637	11,1159	266,839	328,436
1.71	2	4	114,267	11,1159	83,4688	145,066
1.71	3	4	71,6225	11,1159	40,8238	102,421

SEGUNDO CORTE

VARIABLE INCREMENTO DIARIO AREA COPA.

Anexo 65. Análisis de la Varianza para incremento diario área copa de la planta. Segundo corte.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Densidad	21297,5	2	10648,8	36,73	0,0000
B: Método	1,72247E6	2	861236,0	2970,36	0,0000
INTERACCIONES					
AB	25808,0	4	6452,01	22,25	0,0000
RESIDUOS	7828,48	27	289,944		
TOTAL (CORREGIDO)	1,77741E6	35			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Anexo 66. Comparación de medias para el incremento diario del área copa de la planta según la densidad. Segundo corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey					
Densidad	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos	
1.71	12	255,558	4,91548	X	
0.85	12	278,065	4,91548		X
1	12	314,584	4,91548		X
Contraste	Diferencias		+/- Límites		
1 – 0.85	*36,5192		22,0814		
1 – 1.71	*59,0267		22,0814		
0.85 – 1.71	*22,5075		22,0814		

* indica una diferencia significativa.

Anexo 67. Comparación de medias para el incremento diario del área copa de la planta según el método. Segundo corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Método	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2	12	127,478	4,91548	X
3	12	128,651	4,91548	X
1	12	592,078	4,91548	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
1 - 2	*464,599	22,0814
1 - 3	*463,427	22,0814
2 - 3	-1,1725	22,0814

* indica una diferencia significativa.

Anexo 68. Tabla de Medias para el incremento diario área copa de la planta según cada tratamiento. Segundo corte.

Nivel	Frecuencia	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior	
Media Total	36	282,736				
Densidad						
1		12	314,584	4,91548	300,965	328,203
0.85		12	278,065	4,91548	264,446	291,684
1.71		12	255,558	4,91548	241,938	269,177
Método						
1		12	592,078	4,91548	578,458	605,697
2		12	127,478	4,91548	113,859	141,098
3		12	128,651	4,91548	115,032	142,27
Densidad según Método						
1	1	4	666,533	8,51387	642,943	690,122
1	2	4	136,31	8,51387	112,721	159,899
1	3	4	140,91	8,51387	117,321	164,499
0.85	1	4	593,745	8,51387	570,156	617,334
0.85	2	4	124,578	8,51387	100,988	148,167
0.85	3	4	115,873	8,51387	92,2832	139,462
1.71	1	4	515,955	8,51387	492,366	539,544
1.71	2	4	121,548	8,51387	97,9582	145,137
1.71	3	4	129,17	8,51387	105,581	152,759

TERCER CORTE

VARIABLE INCREMENTO DIARIO AREA COPA DE LA PLANTA.

Anexo 69. Análisis de la Varianza para incremento diario del área copa de la planta. Tercer corte.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Densidad	806045,0	2	403023,0	630,96	0,0000
B: Método	5,61696E6	2	2,80848E6	4396,88	0,0000
INTERACCIONES					
AB	1,19966E6	4	299915,0	469,54	0,0000
RESIDUOS	17246,1	27	638,743		
TOTAL (CORREGIDO) 7,63991E6 35					

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual

Anexo 70. Comparación de medias para el incremento diario área copa de la planta según la densidad son significativamente diferentes. Tercer corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey						
Densidad	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos		
1.71	12	344,788	7,29579	X		
0.85	12	429,017	7,29579		X	
1	12	695,828	7,29579			X
Contraste	Diferencias		+/- Límites			
1 – 0.85	*266,81		32,7742			
1 – 1.71	*351,04		32,7742			
0.85 – 1.71	*84,23		32,7742			

* indica una diferencia significativa.

Anexo 71. Comparación de medias para el incremento diario área copa de la planta según el método . Tercer corte.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Método Recuento Media LS Sigma LS Grupos Homogéneos

3	12	176,521	7,29579	X		
2	12	246,062	7,29579		X	
1	12	1047,05	7,29579			X

Contraste Diferencias +/- Límites

1 - 2	*800,988	32,7742
1 - 3	*870,529	32,7742
2 - 3	*69,5408	32,7742

* indica una diferencia significativa.

Anexo 72. Tabla de Medias para el incremento diario área copa de la planta según cada tratamiento. Tercer corte.

Nivel	Frecuencia	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior	
Media Total	36	489,878				
Densidad						
1	12	695,828	7,29579	675,613	716,042	
0.85	12	429,017	7,29579	408,803	449,232	
1.71	12	344,788	7,29579	324,573	365,002	
Método						
1	12	1047,05	7,29579	1026,84	1067,26	
2	12	246,062	7,29579	225,847	266,276	
3	12	176,521	7,29579	156,306	196,735	
Densidad según Método						
1	1	4	1611,27	12,6367	1576,26	1646,28
1	2	4	268,813	12,6367	233,8	303,825
1	3	4	207,398	12,6367	172,385	242,41
0.85	1	4	867,422	12,6367	832,41	902,435
0.85	2	4	241,053	12,6367	206,04	276,065
0.85	3	4	178,577	12,6367	143,565	213,59
1.71	1	4	662,455	12,6367	627,443	697,467
1.71	2	4	228,32	12,6367	193,308	263,332
1.71	3	4	143,588	12,6367	108,575	178,6

VARIABLE PRODUCCIÓN ANUAL DE BIOMASA

Anexo 73. Análisis de la Varianza para la producción anual de biomasa.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor-
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Densidad	180,709	2	90,3545	147,86	0,0000
B: Método	302,926	2	151,463	247,86	0,0000
INTERACCIONES					
AB	62,9405	4	15,7351	230.45	0,0000
RESIDUOS	0,0	99	0,0		
TOTAL (CORREGIDO) 546,575 107					

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Anexo 74. Comparación de medias para la producción anual de biomasa según la densidad.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Densidad	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos	
0.85	36	4,63333	0,130285	X	
1	36	6,31	0,130285		X
1.71	36	7,8	0,130285		X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
1 – 0.85	*1,67667	0,550209
1 – 1.71	*-1,49	0,550209
0.85 – 1.71	*-3,16667	0,550209

* indica una diferencia significativa.

Anexo 75. Comparación de medias para la producción anual de biomasa según el método.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Método Recuento Media LS Sigma LS Grupos Homogéneos

Método	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	36	4,81	0,130285	X
2	36	5,33667	0,130285	X
1	36	8,59667	0,130285	X

Contraste Diferencias +/- Límites

1 - 2	*3,26	0,550209
1 - 3	*3,78667	0,550209
2 - 3	*3,526667	0,550209

* indica una diferencia significativa.

Anexo 76. Tabla de Medias para la producción anual de biomasa según cada tratamiento.

Nivel	Frecuencia	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior	
Media Total	108	6,24778				
Densidad						
1	36	6,31	0,166667	5,87226	6,74774	
0.85	36	4,63333	0,166667	4,1956	5,07107	
1.71	36	7,8	0,166667	7,36226	8,23774	
Método						
1	36	8,59667	0,166667	8,15893	9,0344	
2	36	5,33667	0,166667	4,89893	5,7744	
3	36	4,81	0,166667	4,37226	5,24774	
Densidad según Método						
1	1	12	30,67	0,288675	22,36182	33,8782
1	2	12	21,18	0,288675	16,85182	22,36818
1	3	12	11,21	0,288675	9,44182	14,95818
0.85	1	12	28,66	0,288675	24,85182	30,36818
0.85	2	12	25,07	0,288675	20,07182	26,58818
0.85	3	12	11,81	0,288675	7,70182	14,21818
1.71	1	12	29,46	0,288675	23,30182	32,81818
1.71	2	12	31,51	0,288675	26,81182	36,32818
1.71	3	12	17,85	0,288675	15,01182	19,52818

VARIABLE PRODUCCIÓN DE PROTEÍNA.

Anexo 77. Análisis de la Varianza para la producción de proteína.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Densidad	22,3193	2	11,1596	1,00	0,4458
B: Método	10,5705	2	5,28523	0,47	0,6548
RESIDUOS	44,8363	4	11,2091		
TOTAL (CORREGIDO)	77,726	8			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Anexo 78. Comparación de medias para la producción de proteína según la densidad.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Densidad	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1.71	3	14,68	1,93297	X
0.85	3	17,9033	1,93297	X
1	3	18,1267	1,93297	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
1 – 0.85	0,223333	15,6623
1 – 1.71	3,44667	15,6623
0.85 – 1.71	3,22333	15,6623

* indica una diferencia significativa.

Anexo 79. Comparación de medias para la producción de proteína según el método.

Método: 99,0 porcentaje HSD de Tukey

Método Recuento Media LS Sigma LS Grupos Homogéneos

2	3	15,8933	1,93297	X
3	3	16,41	1,93297	X
1	3	18,4067	1,93297	X

Contraste Diferencias +/- Límites

1 - 2	2,51333	15,6623
1 - 3	1,99667	15,6623
2 - 3	-0,516667	15,6623

* indica una diferencia significativa.

Anexo 80. Tabla de Medias para la producción de proteína según tratamiento.

Nivel	Frecuencia	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior
Media Total	9	16,9033			
Densidad					
1	3	18,1267	1,93297	9,22711	27,0262
0.85	3	17,9033	1,93297	9,00377	26,8029
1.71	3	14,68	1,93297	7,51044	25,3096
Método					
1	3	18,4067	1,93297	9,50711	27,3062
2	3	15,8933	1,93297	6,99377	24,7929
3	3	16,41	1,93297	7,51044	25,3096
Distancia según Método					
1	1	17.27	1,93297	9,00377	26,8029
1	2	16.72	1,93297	7,51044	25,3096
1	3	20.39	1,93297	5,78044	23,5796
0.85	1	23.44	1,93297	9,50711	27,3062
0.85	2	15.99	1,93297	6,99377	24,7929
0.85	3	14.28	1,93297	6,78545	20,4587
1.71	1	14.51	1,93297	7,51044	25,3096
1.71	2	14.97	1,93297	5,78044	23,5796
1.71	3	14.56	1,93297	6,58792	19,5254

VARIABLE PRODUCCIÓN DE NITRÓGENO.

Anexo 81. Análisis de la Varianza para la producción Nitrógeno.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Densidad	120.287	2	60.1433	0.41	0.6875
B: Método	3753.41	2	1876.7	12.86	0.0181
RESIDUOS	583.887	4	145.972		
TOTAL (CORREGIDO)	4457.58	8			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Anexo 82. Comparación de medias para la producción de Nitrógeno según la densidad.

Método: 99.0 porcentaje HSD de Tukey				
Densidad	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1 p/m2	3	61.3	6.97547	X
1,71p/m2	3	68.4667	6.97547	X
0,85 p/m2.	3	69.5333	6.97547	X
Contraste	Diferencias		+/- Límites	
0,85 p/m2. - 1 p/m2	8.23333		56.5204	
0,85 p/m2. - 1,71p/m2	1.06667		56.5204	
1 p/m2 - 1,71p/m2	-7.16667		56.5204	

* indica una diferencia significativa.

Anexo 83. Comparación de medias para la producción de Nitrógeno según el método.

Método: 99.0 porcentaje HSD de Tukey

Metodo	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
--------	----------	----------	----------	-------------------

3	3	42.1333	6.97547	X
2	3	65.0667	6.97547	X
1	3	92.1	6.97547	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
-----------	-------------	-------------

1 - 2	27.0333	56.5204
1 - 3	49.9667	56.5204
2 - 3	22.9333	56.5204

* indica una diferencia significativa.

Anexo 84. Tabla de Medias para la producción de Nitrógeno según tratamiento.

Nivel	Frecuencia	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior
Media Total	9	66.4333			
Densidad					
0,85 p/m2.	3	69.5333	6.97547	37.4176	101.649
1 p/m2	3	61.3	6.97547	29.1842	93.4158
1,71p/m2	3	68.4667	6.97547	36.3509	100.582
Método					
1	3	92.1	6.97547	59.9842	124.216
2	3	65.0667	6.97547	32.9509	97.1824
3	3	42.1333	6.97547	10.0176	74.2491
Densidad según Método					
0,85 p/m2.	1	109.1	6.97547	46.5307	92.536
0,85 p/m2.	2	64.6	6.97547	38.2974	84.3026
0,85 p/m2.	3	34.9	6.97547	45.464	91.4693
1 p/m2	1	86.1	6.97547	19.1307	65.136
1 p/m2	2	57.7	6.97547	69.0974	115.103
1 p/m2	3	40.1	6.97547	42.064	88.0693
1,71p/m2	1	81.1	6.97547	19.1307	65.136
1,71p/m2	2	72.9	6.97547	10.0176	74.2491
1,71p/m2	3	51.4	6.97547	36.3509	100.582

VARIABLE PRODUCCIÓN DE FÓSFORO.

Anexo 85. Análisis de la Varianza para la producción de Fósforo.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Densidad	7.22889	2	3.61444	0.37	0.7125
B: Método	124.429	2	62.2144	6.36	0.0573
RESIDUOS	39.1378	4	9.78444		
TOTAL (CORREGIDO)	170.796	8			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Anexo 86. Comparación de medias para la producción de Fósforo según la densidad.

Método: 99.0 porcentaje HSD de Tukey

Densidad Homogéneas	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos
---------------------	----------	----------	----------	--------

1 p/m2	3	10.0	1.80596	X
0,85 p/m2.	3	10.3	1.80596	X
1,71p/m2	3	12.0333	1.80596	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
0,85 p/m2. - 1 p/m2	0.3	14.6332
0,85 p/m2. - 1,71p/m2	-1.73333	14.6332
1 p/m2 - 1,71p/m2	-2.03333	14.6332

* indica una diferencia significativa.

Anexo 87. Comparación de medias para la producción de Fósforo según el método.

Método: 99.0 porcentaje HSD de Tukey

Método	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	3	5.83333	1.80596	X
2	3	11.7	1.80596	X
1	3	14.8	1.80596	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
1 - 2	3.1	14.6332
1 - 3	8.96667	14.6332
2 - 3	5.86667	14.6332

* indica una diferencia significativa.

Anexo 88. Tabla de Medias para la producción de Fósforo según tratamiento.

Nivel	Frecuencia	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior
Media Total	9	10.7778			
Densidad					
0,85 p/m2.	3	10.3	1.80596	1.9852	18.6148
1 p/m2	3	10.0	1.80596	1.6852	18.3148
1,71p/m2	3	12.0333	1.80596	3.71853	20.3481
Método					
1	3	14.8	1.80596	6.4852	23.1148
2	3	11.7	1.80596	3.3852	20.0148
3	3	5.83333	1.80596	-2.48147	14.1481
Densidad según Método					
0,85 p/m2.	1	1	1.80596	11.3658	18.2342
0,85 p/m2.	2	1	1.80596	8.2658	15.1342
0,85 p/m2.	3	1	1.80596	8.59913	15.4675
1 p/m2	1	1	1.80596	6.8658	13.7342
1 p/m2	2	1	1.80596	3.06442	8.60225
1 p/m2	3	1	1.80596	12.0311	17.5689
1,71p/m2	1	1	1.80596	9.26442	14.8022
1,71p/m2	2	1	1.80596	7.23109	12.7689
1,71p/m2	3	1	1.80596	7.53109	13.0689

VARIABLE PRODUCCIÓN DE POTASIO.

Anexo 89. Análisis de la Varianza para la producción de Potasio.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Densidad	778.916	2	389.458	1.16	0.4017
B: Método	7901.0	2	3950.5	11.72	0.0212
RESIDUOS	1348.09	4	337.023		
TOTAL (CORREGIDO)	10028.0	8			

Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.

Anexo 90. Comparación de medias para la producción de Potasio según la densidad.

Método: 99.0 porcentaje HSD de Tukey

Densidad	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1 p/m2	3	96.4	10.5991	X
0,85 p/m2.	3	101.333	10.5991	X
1,71p/m2	3	118.133	10.5991	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
0,85 p/m2. - 1 p/m2	4.93333	85.8817
0,85 p/m2. - 1,71p/m2	-16.8	85.8817
1 p/m2 - 1,71p/m2	-21.7333	85.8817

* indica una diferencia significativa.

Anexo 91. Comparación de medias para la producción de Potasio según el método.

Método: 99.0 porcentaje HSD de Tukey

Método	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	3	64.6667	10.5991	X
2	3	116.7	10.5991	X
1	3	134.5	10.5991	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
1 - 2	17.8	85.8817
1 - 3	69.8333	85.8817
2 - 3	52.0333	85.8817

* indica una diferencia significativa.

Anexo 92. Tabla de Medias para la producción de Potasio según tratamiento.

Nivel	Frecuencia	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior
Media Total	9	105.289			
Densidad					
0,85 p/m2.	3	101.333	10.5991	52.5341	150.133
1 p/m2	3	96.4	10.5991	47.6007	145.199
1,71p/m2	3	118.133	10.5991	69.3341	166.933
Método					
1	3	134.5	10.5991	85.7007	183.299
2	3	116.7	10.5991	67.9007	165.499
3	3	64.6667	10.5991	15.8674	113.466
Densidad según Método					
0,85 p/m2.	1	123.9	10.5991	91.9736	141.426
0,85 p/m2.	2	124.0	10.5991	109.774	159.226
0,85 p/m2.	3	56.1	10.5991	93.4069	142.86
1 p/m2	1	145.4	10.5991	71.6736	121.126
1 p/m2	2	86.1	10.5991	76.6069	126.06
1 p/m2	3	57.7	10.5991	48.416	80.9173
1,71p/m2	1	134.2	10.5991	100.449	132.951
1,71p/m2	2	140.0	10.5991	118.249	150.751
1,71p/m2	3	80.2	10.5991	101.883	134.384

Anexo 93. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELO GRANJA MAR AGRÍCOLA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
 SECCION DE LABORATORIOS
 LABORATORIO DE SUELOS

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELOS

Fecha Abril 19 de 2006 Análisis N° 5772 No. Muestra _____
 Interesado Jaime ALberto Obando Propietario Mar Agrícola
 Procedencia: l Departamento Nariño Municipio Tumaco Vereda Iguapi
 Finca _____ Referencia Sección Camarón Antigua Cancha
 Cultivo Anterior _____ Cultivo proyectado _____
 Altura _____ msnm Temperatura _____ Topografía _____
 Profundidad _____ cm Recibo de Pago N° _____
 Fertilizantes Utilizados Anteriormente _____
 Análisis Solicitado: Completo Fertilidad _____ Otros : _____

Muestras	Unidad	5772			
pH, Potenciómetro Relación Suelo: Agua (1:2))		5,3			
Materia Orgánica Walkley-Black (Colorimétrico)	%	2,9			
Densidad Aparente	g/cc	0,9			
Fósforo (P) Bray II	ppm	11			
Capacidad Intercambio Catiónico (CIC)		26,0			
Calcio de Cambio	CH ₃ COOHNH ₄ 1NpH7 meq/100g	3,1			
Magnesio de Cambio		1,20			
Potasio de cambio		0,25			
Acidez de Cambio		0,40			
F=Franco-Ar=Arcilloso-A=Arenoso		Grado textural	Ar-A		
Nitrógeno Total %		0,14			
Carbono Orgánico %		1,69			

Observaciones : _____

Maria del Rosario Carreño
MARIA DEL ROSARIO CARREÑO
 TECNÓLOGA QUÍMICA LABORATORIO DE SUELOS