

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL  
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN  
ESCUELA DE POSGRADO**

Crianza artificial de terneros machos con suplementación de *Tithonia diversifolia*,  
provincia Monseñor Nouel, República Dominicana

**Tesis sometida a consideración de la División de Educación y la Escuela de  
Posgrado como requisito para optar al grado de**

***MAGISTER SCIENTIAE***

**en Agroforestería y Agricultura Sostenible**

**Jairo Antonio Durán Núñez**

**Turrialba, Costa Rica**

**2021**

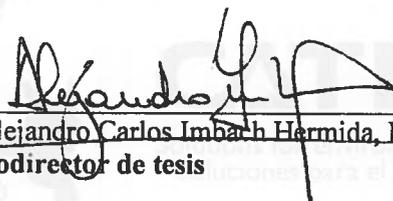
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

**MAGISTER SCIENTIAE EN AGROFORESTERÍA  
Y AGRICULTURA SOSTENIBLE**

**FIRMANTES:**



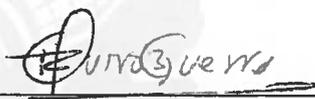
Cristóbal Villanueva Najarro, M.Sc.  
**Codirector de tesis**



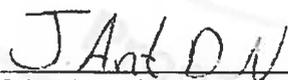
Alejandro Carlos Imbach Hermida, D.H.C.  
**Codirector de tesis**



Danilo Pezo Quevedo, Ph.D  
**Miembro Comité Consejero**



Roberto Quiroz Guerra, Ph.D.  
**Decano, Escuela de Posgrado**



Jairo Antonio Durán Núñez  
**Candidato**

## **DEDICATORIA**

Dedico todo lo que soy a mi familia, su papel y su apoyo incondicional han sido clave en toda mi trayectoria.

A mi hijo, Azrael Elías Durán, llegaste a mi vida cuando más lo necesitaba y cambiaste mi mundo, me convertiste en un ser humano mejor y sé que ahora me cuidas desde el cielo mi pequeño Angelito de luz.

A mis padres, Flavia Maribel y Ramón Antonio, por toda la confianza, cariño, paciencia y apoyo durante mi carrera; todo lo que soy es gracias a ellos. Los amo Madre hermosa “El límite es el cielo”.

A mis hermanos (as), Kathy Margarita, Margarita Kathy, Allendy Durán, Anthony Durán; su cariño, apoyo y fraternidad son mi fuente de inspiración- Gracias, los amo mucho.

A mi esposa, Carolina Guatusmal; a mi mundo de blanco y negro le ha dado color. Gracias por creer, por tu apoyo incondicional, enseñanzas, compañía y amor. Todo lo que me has transmitido ha sido esencial para culminar este ciclo de mi vida. Te amo.

A mis sobrinos (as), José Gonzales y Kaylia Morfa; gracias por brindarme tanto cariño y quererme como un padre. Los amo con locura, son parte de mi tesoro.

A mis demás familiares y amigos, por su cariño, tiempo y comprensión a lo largo de mi vida. Los quiero mucho.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por obrar en mi vida siembre y permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional. Este trabajo de grado es fruto del esfuerzo fusionado de personas e instituciones preocupadas por el desarrollo profesional. Por tal razón, quiero agradecer al:

Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (MESCYT), por haberme otorgado la beca para realizar mis estudios de posgrado en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), una casa de estudios muy importante en el área agrícola. Mis más sinceros agradecimientos a Alfredo Mena, representante del CATIE en República Dominicana, por su motivación y velar siempre por nuestro bienestar.

Al CATIE, por haberme acogido como un miembro más de su familia y guiarme, hasta ver cumplida una de mis metas académicas, a través del Director General, Muhammad Ibrahim, y el Decano de la Escuela de Posgrado, Roberto Quiroz. Con ellos quiero agradecer a todos los profesores e investigadores por la transferencia de conocimiento durante toda la maestría. A los doctores Cristóbal Villanueva, Alejandro Imbach y Danilo Pezo, por todo su tiempo, dedicación, conocimientos científicos proporcionados en esta investigación y por guiarme en cada paso que debía acotar para dar por terminado satisfactoriamente este trabajo. A la Unidad de Biometría del CATIE, liderada por el Dr. Fernando Casanoves, por su paciencia y atención en cada detalle importante de este trabajo.

A Costa Rica, a los compañeros y amigos ticos, por haberme acogido con alegría todo este tiempo en su maravilloso país, por ser la tierra en la cual conocí al amor y compañera de vida, Carolina Guatusmal Gelpud. Amor gracias por la transferencia de conocimiento y enseñarme tantas herramientas que desconocía. Junto con ellos, agradezco a los compañeros de maestría, mis compatriotas y mis demás compatriotas de otras nacionalidades que conformaron nuestra promoción; cada compartir, cada baile, cada comida y cada vivencia consolidan un aprendizaje mucho más exitoso. Y a todos aquellos que, de alguna forma u otra, colaboraron para que esto sea posible. Muchas gracias.

## Contenido

1. ARTICULO CIENTÍFICO .....	1
CRIANZA ARTIFICIAL DE TERNEROS MACHOS CON SUPLEMENTACIÓN DE <i>Tithonia diversifolia</i> , PROVINCIA MONSEÑOR NOUEL, REPÚBLICA DOMINICANA .....	1
2. Resumen .....	1
Abstract.....	1
3. Introducción .....	2
4. Metodología .....	3
4.1 Ubicación .....	3
4.2 Animales .....	3
4.4 Manejo de forrajes .....	4
4.5 Análisis bromatológico .....	4
4.6 Diseño experimental .....	4
4.7 Variables en estudio.....	5
4.7.1 Ganancia diaria de peso (GDP).....	5
4.7.2 Peso vivo (PV) .....	5
4.7.3 Altura a la cruz (alzada en cm).....	5
4.7.4 Indicadores financieros .....	5
4.8 Análisis estadístico .....	5
5. Resultados y discusión .....	6
5.1 Composición nutricional.....	6
5.2 Composición química .....	7
5.3 Ganancia diaria de peso (GDP) .....	7
5.4 Peso vivo (PV).....	8
5.5 Altura a la cruz.....	9
5.6 Indicadores financieros (B/C).....	10
5.7 Economía circular con el uso del suero de quesería .....	11
6. Conclusiones .....	12
7. Recomendaciones.....	12
8. Agradecimientos.....	12
9. Bibliografías .....	13
10. Anexos .....	17

## Índice de cuadros

<b>Cuadro 1.</b> Composición nutricional de los concentrado iniciador y crecimiento de terneros.....	4
<b>Cuadro 2.</b> Composición nutricional del sustituto lácteo Isilac y del suero de quesería. Monseñor Nouel, República Dominicana, 2021. ....	6
<b>Cuadro 3.</b> Caracterización química y microbiológica del suero de quesería proveniente de nueve queserías muestreadas ocho veces durante dos meses.....	6
<b>Cuadro 4.</b> Composición química de los forrajes en estudio, Panicum maximun cv. Mombaza y Tithonia diversifolia. Monseñor Nouel, República Dominicana, 2021.....	7
<b>Cuadro 5.</b> Efecto de las dietas líquida en la ganancia diaria de peso vivo en terneros de lechería. Monseñor Nouel, República, República Dominicana. 2021. ....	8
<b>Cuadro 6.</b> Efecto de las dietas a base de forraje en la ganancia diaria de peso vivo en terneros de lechería. Monseñor Nouel, República, República Dominicana. 2021.....	8
<b>Cuadro 7.</b> Relación B/C de los tratamientos en estudio de la crianza artificial de terneros suplementados con T. diversifolia en la provincia Monseñor Nouel, República Dominicana. ..	11

## Índice de figura

<b>Figura 1.</b> Peso vivo (kg) de los terneros en cada tratamiento con relación a los días de evaluación. Monseñor Nouel, República Dominicana. 2021. Letras diferentes en cada curva indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) según la prueba de comparación de medias LSD Fisher.....	9
<b>Figura 2.</b> Altura a la cruz de los terneros en cada tratamiento con relación a los días de evaluación. Monseñor Nouel, República Dominicana. 2021. Letras diferentes en cada curva indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) según la prueba de comparación de medias LSD Fisher.....	10

### Lista de acrónimos

<b>Sigla</b>	<b>Definición</b>
<b>CATIE</b>	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
<b>DCA</b>	Diseño completamente al azar
<b>GDP</b>	Ganancia diaria de peso
<b>PV</b>	Peso vivo
<b>B/C</b>	Beneficio - costo
<b>SSP</b>	Sistemas silvopastoriles
<b>BF</b>	Banco forrajero
<b>NIRS</b>	Espectrofotometría por infrarrojo cercano
<b>MS</b>	Materia seca
<b>PC</b>	Proteína cruda
<b>FDN</b>	Fibra detergente neutra
<b>FDA</b>	Fibra detergente ácida
<b>EM</b>	Energía metabolizable
<b>RD</b>	República Dominicana
<b>Dig</b>	Digestibilidad
<b>CV</b>	Cultivar

## 1. ARTICULO CIENTÍFICO

### CRIANZA ARTIFICIAL DE TERNEROS MACHOS CON SUPLEMENTACIÓN DE *Tithonia diversifolia*, PROVINCIA MONSEÑOR NOUEL, REPÚBLICA DOMINICANA

Durán Núñez, Jairo Antonio<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Costa Rica. Jairo.duran@catie.ac.cr

#### 2. Resumen

Los productores en las lecherías especializadas de República Dominicana no consideran rentable la crianza de terneros machos, por lo que estos se sacrifican en los primeros 7 días de edad. El objetivo de esta investigación fue evaluar la crianza artificial de terneros machos en Monseñor Nouel, República Dominicana, alimentados con diferentes dietas lácteas (suero de quesería vs. sustituto lácteo), concentrado y forrajes (pasto mombaza con y sin *Tithonia diversifolia*). Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), 5 repeticiones, 4 tratamientos para un total de 20 unidades experimentales, evaluadas en 2 fases (fase líquida, fase forraje). Las variables analizadas fueron ganancia diaria de peso (GDP), ganancia total de peso vivo (PV), altura a la cruz y relación beneficio/costo. Los datos se analizaron por medio de un ANOVA, comparación de medias LSD Fisher y contrastes ortogonales ( $\alpha = 0,05$ ). La GDP no evidenció diferencias significativas para la interacción dieta líquida x forrajes ( $p > 0,05$ ), pero sí hubo diferencia significativa analizando los factores por separado ( $p < 0,05$ ). Los animales que recibieron sustituto lácteo y mombaza con *T. diversifolia* obtuvieron los valores más altos. El PV evidenció diferencias significativas para la interacción tratamientos x días en evaluación ( $p < 0,05$ ), indicativo de un comportamiento heterogéneo durante el desarrollo del período experimental. El mayor PV al final del ensayo (96 kg) se logró en los animales que recibieron sustituto lácteo y la mezcla pasto Mombaza x *T. diversifolia* (T4). En la altura a la cruz (alzada), en ambas fases se encontraron diferencias significativas para los tratamientos en función de los días ( $p < 0,05$ ); el mejor tratamiento fue T4, con 85 y 100 cm en las fases 1 y 2, respectivamente. Los tratamientos suplementados con *T. diversifolia* (T2-T4), presentaron la mayor relación B/C, siendo T4 el más rentable (B/C= 1,52).

**Palabras claves:** beneficio/costo, ganancia de peso, mombaza, suero de quesería, sustituto lácteo.

#### Abstract

Specialized dairy farmers in the Dominican Republic do not consider profitable rearing male calves, so those are slaughtered in the first 7 days of age. The objective of this research was to evaluate the artificial rearing of male calves in Monseñor Nouel, Dominican Republic; fed different liquid diets (cheese whey vs. milk replacer), concentrate and forages (Mombaza grass with and without *Tithonia diversifolia*). A Completely Randomized Design (CRD) was used, 5 replications, 4 treatments for a total of 20 experimental units, evaluated in 2 phases (liquid phase, forage phase). The variables analyzed were daily weight gain (DWG), total live weight gain (LWG), height at withers and the profit/cost ratio (P/C). Data were analyzed

by means of ANOVA, LSD Fisher mean comparison and orthogonal contrasts ( $\alpha = 0.05$ ). The GDP did not show significant differences for the interaction liquid diet x forages ( $p > 0.05$ ), but there was a significant difference analyzing the factors separately ( $p < 0.05$ ). The animals that received milk replacer and Mombaza with *T. diversifolia* obtained the highest values. The LWG showed significant differences for the interaction treatments x days in evaluation ( $p < 0.05$ ), indicative of a heterogeneous behavior during the development of the experimental period. The highest PV at the end of the trial (96 kg) was achieved in the animals that received milk replacer and the Mombaza x *T. diversifolia* grass mixture (T4). In height at withers (height at height), in both phases, significant differences were found for treatments as a function of days ( $p < 0.05$ ), in both phases the best was T4, with 85 and 100 cm in phases 1 and 2, respectively. The treatments supplemented with *T. diversifolia* (T2-T4), presented the highest P/C ratio, being T4 the most profitable (P/C= 1.52).

**Key words:** profit/cost ratio, weight gain, mombaza, cheese whey, milk replacer.

### 3. Introducción

El 45% del territorio de República Dominicana está cubierto por áreas de pastoreo donde predomina el monocultivo de gramíneas. En el país, el sistema doble propósito (carne, leche) es predominante, seguido por la lechería especializada. La provincia Monseñor Nouel es una excepción, pues en ella dominan las lecherías especializadas. En este sistema se sacrifican tempranamente los terneros machos, debido a que el mayor interés de los productores es producir leche para el mercado y los costos de crianza son altos. Otro problema común en las fincas ganaderas es el sobrepastoreo, ocasionado por la falta de conocimiento sobre un manejo adecuado del sistema ganadero.

Una oportunidad para estos sistemas es la crianza artificial de machos usando subproductos de la industria lechera y derivados como sustitutos de la leche, ya que los precios de estos son inferiores a la leche entera. Además, el uso de los sustitutos facilita el almacenamiento y favorecen el destete precoz (Garzón 2007). El uso de sustitutos lácteos beneficia el crecimiento y desarrollo de los terneros al presentar indicadores financieros rentables, pudiendo utilizar hasta el destete, siempre y cuando se estimule la rumia con la inclusión de forrajes (Pineda y Valiente 2019), que aportan fibra (Vázquez *et al.* 2017), así como concentrados; ambos favorecen el desarrollo temprano del rumen.

La implementación de sistemas silvopastoriles (SSP) como cercas vivas, árboles dispersos en potrero o bancos forrajeros, presentan múltiples ventajas frente a sistemas tradicionales (Mohan y Ramachandran 2011). En los bancos forrajeros (BF) se utilizan especies leñosas y herbáceas adaptadas a la zona, para corte y acarreo, las que se siembran en altas densidades, tratando de garantizar el aporte de proteína, energía y fibra para los rumiantes durante todo el año (Murgueitio *et al.* 2011)

Especies como el botón de oro (*Tithonia diversifolia*), pueden ser una opción para la suplementación de rumiantes, sobre todo en épocas de escasez de pasto. Esta especie presenta una alta producción de biomasa, con reportes de hasta 19 t MS ha<sup>-1</sup> al año (Gallego *et al.* 2017), es reconocida por su buen aporte proteico pues alcanza hasta 25 % proteína cruda (PC) (Rivera *et al.* 2015), y una digestibilidad de materia seca alta, entre 65 a 75 (Guatusmal *et al.* 2020; La O *et al.* 2012).

Las lecherías especializadas de República Dominicana no consideran rentable la crianza de terneros machos, por lo cual son destinados al sacrificio en los primeros 7 días de edad.

Debido a la situación actual en los sistemas ganaderos de la región, el objetivo de esta investigación es evaluar la crianza artificial de terneros con dietas lácteas y especies forrajeras; también, fueron determinados los costos de los diferentes sistemas de crianza artificial, Monseñor Nouel, República Dominicana.

## **4. Metodología**

### **4.1 Ubicación**

El estudio se realizó durante noviembre 2020 a marzo 2021, en una finca comercial localizada en la provincia de Monseñor Nouel, municipio de Bonao, República Dominicana, a 18°55'37"N y 70°23'25"W y una altitud de 192 msnm; la pluviometría media anual es de 2000 a 2300 mm, con lluvias comprendidas entre mayo y octubre y sequía entre noviembre y abril. La zona corresponde al Bosque Húmedo Subtropical según Holdridge (Ferrerías y Osoria 2016).

### **4.2 Animales**

Se utilizaron 20 terneros mestizos Cebú con Pardo Suizo, con un promedio de 5 a 7 días de nacidos, provenientes de lecherías especializadas de la zona. Inmediatamente después de que fueran llevados al establo, éstos fueron ubicados en corraletas individuales, con pisos de viruta de madera y cascarilla de arroz y con disponibilidad de agua y concentrado a voluntad. Los animales de experimentación se sometieron a desinfecciones del ombligo con yodo, además, de una limpieza diaria de las corraletas, en conjunto con el cambio de agua y el retiro del residuo del concentrado. Cada tratamiento contó con 5 unidades experimentales (terneros), durante todo el experimento.

### **4.3 Dietas experimentales**

Este experimento tuvo una duración de 139 días y constó de dos fases. En la Fase 1, con una duración de 54 días (Juliano *et al.* 2016), se proveyó a los terneros una dieta líquida (suero de quesería vs. sustituto lácteo), ofrecida en biberones a razón de 4 litros por día divididos en dos tomas (mañana y tarde). Para propósitos de acostumbramiento, en los últimos 30 días de esta fase se incluyó el forraje fresco, de acuerdo con los tratamientos de la Fase 2 (pasto mombaza solo vs. mezcla de pasto mombaza 70% y *T. diversifolia* 30%). En la Fase 2, entre los 55 días y 139 días estos forrajes se ofrecieron a razón de 10% de su peso vivo (Rodas 2006). Cabe señalar que todos los terneros en ambas fases tuvieron disponibilidad permanente de agua, recibieron concentrado iniciador y de crecimiento Agrifeed (Cuadro 1), a voluntad durante todo el experimento (mismo volumen para los cuatro tratamientos); el concentrado se retiró diariamente para evitar que se contaminara. En la Fase 1, la cantidad suministrada de concentrado estuvo en un rango de 100-1000 g; esta cantidad se aumentaba mientras el ternero crecía. En la Fase 2, lo suministrado estuvo entre 1000-2000 g. La evaluación del consumo de forraje fresco se realizó un día por semana mediante la diferencia entre oferta y rechazo. Cabe señalar que cada día se desechaba el forraje rechazado y posteriormente se le suministraba forraje fresco. Al concluir el estudio se valoraron los terneros al precio del mercado.

**Cuadro 1.** Composición nutricional de los concentrados iniciador y crecimiento de terneros en una finca comercial ganadera de Monseñor Nouel, municipio de Bonao, República Dominicana

<b>Composición %</b>	<b>Proteína cruda (min.)</b>	<b>Grasa cruda (min.)</b>	<b>Fibra cruda (máx.)</b>	<b>Cenizas (máx.)</b>	<b>Calcio (min.)</b>	<b>Fósforo (min.)</b>
Iniciador	25,0	5,0	8,0	8,0	1,0	0,5
Crecimiento	19,0	5,0	9,0	7,0	0,8	0,60

Fuente: Agrifeed<sup>1</sup>

#### 4.4 Manejo de forrajes

Se utilizaron dos forrajes para la alimentación de los terneros (gramínea y arbustiva). Estos forrajes fueron sembrados tres meses antes de iniciar la evaluación. Cabe señalar que se suministró *T. diversifolia* cosechada a una edad de 60 días de rebrote y a una altura de corte de 15 cm (Guatusmal *et al.* 2020; Ruíz *et al.* 2014); el pasto Mombaza se cosechó a una edad de 50 días y a una altura de corte de 5 cm (Reynoso *et al.* 2010). Ambos forrajes se brindaron en fresco y picados a mano con un machete y un tamaño de partículas de 2 a 3 cm aproximadamente (Ybalmea 2015). Después de cada corte la *T. diversifolia* se fertilizaba con 200 g de fertilizante orgánico por arbusto; el pasto Mombaza se fertilizó con un fertilizante químico a una proporción de 175 kg/ha, es decir, se aplicó al voleo y bien distribuido a razón de 17,5 g/m<sup>2</sup> (Reynoso *et al.* 2010).

#### 4.5 Análisis bromatológico

Al inicio del experimento se realizó un corte de uniformización a ambos forrajes, a la altura señalada anteriormente. Posteriormente, para el caso de *T. diversifolia* se realizó la poda manual de varios arbustos al azar, se recolectaron hojas y tallos tiernos que se mezclaron y se recolectó una muestra de 500 g de forraje fresco, que se secó en un horno a 65°C por 72 horas. Este mismo procedimiento se utilizó para el pasto mombaza (Guatusmal *et al.* 2020). Las muestras fueron rotuladas y enviadas al laboratorio para proceder con la técnica de espectroscopía de reflectancia en infrarrojo cercano (NIRS) (Ariza-Nieto *et al.* 2018). Se determinó materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra en detergente neutro (FDN), fibra en detergente ácido (FDA), digestibilidad (Dig) y energía metabolizable (EM). La composición química del sustituto lácteo se obtuvo de la etiqueta del producto (Isilac). La composición del suero de quesería se adquirió a través de una revisión de literatura (Montero-Lagunes *et al.* 2009; Aguilar 2011).

#### 4.6 Diseño experimental

Se trabajó con un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo bifactorial, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos resultan de la combinación del factor tipo de dieta líquida más tipo de forraje, que a su vez fueron evaluados en el tiempo (20 semanas). El total de unidades experimentales (terneros) es de 20. Los tratamientos se especifican a continuación:

- **T1 (control):** suero de quesería - pasto mombaza
- **T2:** suero de quesería - pasto mombaza - *T. diversifolia*

<sup>1</sup> Agrifeed, Calle Juan Alejandro Ibarra 145, Ensanche La Fe, Santo Domingo, República Dominicana. Teléfono: 809-227-3333

- **T3:** sustituto lácteo - pasto mombaza
- **T4:** sustituto lácteo - pasto mombaza - *T. diversifolia*

## 4.7 Variables en estudio

### 4.7.1 Ganancia diaria de peso (GDP)

Esta variable fue el resultado de la división del peso vivo final de los terneros entre los días de evaluación.

### 4.7.2 Peso vivo (PV)

Los terneros fueron pesados el primer día del experimento para utilizar esa medida como covariable. Posteriormente, fueron pesados una vez por semana. Esta medición se realizó a las 6 am antes del suministro de alimento; el instrumento usado fue una balanza con capacidad de 200 kg. Los datos se registraron en una base de datos en el *software* Excel.

### 4.7.3 Altura a la cruz (alzada en cm)

Los terneros fueron medidos el primer día del experimento. Posteriormente fueron medidos una vez por semana. Esta medición se realizó a las 6 am antes del suministro de alimento; las mediciones fueron realizadas con una cinta métrica la cual se colocaba en una superficie plana para reducir los errores en las lecturas; el ternero debía tener una postura correcta. Los datos fueron registrados en una base de datos en el *software* Excel.

### 4.7.4 Indicadores financieros

Dentro del mismo orden, a cada ternero se le realizó un registro diario de todo lo suministrado (dieta líquida, dieta a base de forraje, concentrado, antibióticos, vitaminas, desparasitantes, yodo, cicatrizantes, hidratantes, antidiarreico), el cual se sistematizó en una base de datos en el *software* Excel. Posteriormente los terneros se vendieron en pie (kg PV) al precio de mercado (\$165 RD<sup>2</sup> por kg PV). Generalmente, en la región el peso de los terneros para la venta oscila entre 100 a 150 kg. Para determinar el indicador de beneficio-costo, se siguió la metodología definida por (Ortega 2012), la cual hace énfasis en los costos y los ingresos de un estudio para definir su rentabilidad mediante la utilización adecuada de los recursos, desde el punto de vista económico.

## 4.8 Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza usando modelos lineales generales mixtos para un diseño bifactorial, con el factor tratamiento con cuatro niveles y el factor fecha (20 semanas). Estos dos efectos (fecha y tratamiento), fueron considerados fijos en el modelo y de su interacción, se consideró el efecto aleatorio del ternero debido a que los datos son medidas repetidas en el tiempo; el mismo ternero fue evaluado varias veces. Se modeló la estructura de correlación con un auto regresivo de orden uno.

Debido a la presencia de interacción entre tratamiento y tiempo (semana), se presentan los gráficos de interacción. Para hacer las recomendaciones finales de un tratamiento se realizó un análisis de varianza con efecto fijo de tratamiento. Se utilizaron como covariables el peso y la altura inicial según corresponda para evaluar el efecto de los tratamientos en la fecha final sobre el peso (kg) y altura hasta la cruz (cm); en el caso del peso se utilizó la covariable

---

<sup>2</sup> Para la fecha la tasa de cambio era \$56,55 RD por \$ 1 USD

de peso inicial. El modelo que más se ajustó fue seleccionado por tener AIC-BIC menores (modelo con mejor ajuste), mientras que, en el caso de la altura, la covariable no alcanzó significancia, por lo que no se utilizó. Los datos de ambas fases del experimento se analizaron por medio de un ANOVA y comparación de medias de LSD Fisher ( $\alpha = 0,05$ ), excepto para la variable GDP, la cual se analizó a través de contrastes ortogonales para comparar las dietas líquidas y las de forrajes ( $\alpha = 0,05$ ) usando el *software* Infostat versión 2020 (Di Rienzo *et al.* 2020).

## 5. Resultados y discusión

### 5.1 Composición nutricional

En el Cuadro 2 se muestra la composición nutricional del sustituto lácteo Isilac y del suero de quesería, los cuales fueron utilizados en la investigación en la primera fase de evaluación de la dieta líquida. Cabe señalar que los terneros tomaron a totalidad los cuatros litros suministrados en la dieta líquida. El sustituto lácteo tiene valores más altos en cuanto a proteína cruda, grasa, fibra bruta, ceniza y menor cantidad de lactosa, respecto al suero de quesería. Según Godden *et al.* (2005) y Aguilar (2011), la composición del suero varía dependiendo del origen de la leche y el tipo de queso elaborado, pero en general el contenido aproximado es el que se cita en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Composición nutricional del sustituto lácteo Isilac y del suero de quesería. Monseñor Nouel, República Dominicana, 2021

Componentes	Reemplazador Isilac <sup>a</sup>	Suero de quesería <sup>b</sup>
Materia seca (%)	97,00	100
Proteína cruda (%)	21,00	13,04
Grasa (%)	16,00	4,4
Fibra bruta (%)	0,25	---
Lactosa (%)	43,00	71
Ceniza (%)	9,00	8,7

<sup>a</sup>Fuente: Isilac<sup>3</sup>; <sup>b</sup>promedios de datos en literatura: Godden *et al.* (2005); Aguilar (2011).

El suero de quesería tiene una composición variable dependiendo del proceso de preparación de queso y extracción (Montero–Lagunes *et al.* 2009). En el Cuadro 3 se muestran los valores encontrados por estos autores al analizar el suero fresco de nueve queserías en Veracruz, México, el cual es equivalente a los quesos desarrollados en las queserías de República Dominicana Para la caracterización química se determinó (base húmeda): pH, proteína total, grasa, sólidos totales y cuenta total de coliformes (valores min-máx. ( $5 \times 10^2 - 10^3$ ), aceptados para garantizar la inocuidad del suero de quesería). Se determinaron los promedios y los coeficientes de variación de cada variable.

**Cuadro 3.** Caracterización química y microbiológica del suero de quesería proveniente de nueve queserías muestreadas ocho veces durante dos meses. Monseñor Nouel, República Dominicana, 2021

Variable	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación, %
Acidez (%)	2,14	0,46	21,32
pH (%)	5,6	1,10	19,64
Proteína (%)	2,19	0,52	23,74

<sup>3</sup> Producido en Netherlands Tel.: +31 (0)413 37 26 00, importado y distribuido por Manuel Tejada & asociados S.R.L. Moca, Republica Dominicana. Tel. 809-578-2130.

Grasa (%)	0,46	0,22	48,35
Sólidos totales (%)	7,09	0,92	13,02
Log UFC mL <sup>-1</sup> de coliformes	3,3x10 <sup>6</sup>	4,4x10 <sup>2</sup>	74,87

Fuente: Montero-Lagunes *et al.* (2009).

## 5.2 Composición química

En el Cuadro 4 se muestra la caracterización bromatológica de los recursos forrajeros. La arbustiva forrajera *Tithonia diversifolia* presentó mayor contenido de MS, PC, Dig, EM y menor FDN y FDA en base seca, respecto a la gramínea *Panicum maximum*. Estos resultados coinciden con lo registrado por Guatusmal *et al.* (2020) para *T. diversifolia*, la cual fue evaluada a los 60 días, misma edad considerada en este estudio. Los monocultivos de gramíneas generalmente se caracterizan por contenidos nutricionales de regular a baja calidad, debido principalmente a su alto contenido de fibra y bajos niveles de proteína, mientras que el forraje de arbóreas y arbustivas presenta contenidos de materia seca y de proteína cruda mayores que los pastos (Carmona 2007).

Por otra parte, en la evaluación de oferta y rechazo en ambas fases del experimento se evidenció que el consumo de forraje por los terneros fue mayor para los tratamientos que incluían *T. diversifolia* (Anexo 3), lo cual confirma su buena palatabilidad; lo anterior concuerda con lo descrito por Guatusmal *et al.* (2020), quienes resaltan los atributos de esta especie. En este sentido, a partir del día 110 de evaluación todos los terneros iniciaron el consumo de todo lo ofrecido en la dieta a base de forraje (10% de su peso vivo).

**Cuadro 4.** Composición química de los forrajes *Panicum maximum* cv. Mombaza y *Tithonia diversifolia*. Monseñor Nouel, República Dominicana, 2021

Componente bromatológico	<i>Panicum maximum</i> cv. mombaza	<i>Tithonia diversifolia</i>
Materia seca (MS, %)	22	25
Proteína cruda (PC, %)	11,5	25,2
Fibra en detergente neutro (FDN, %)	76,3	33,6
Fibra en detergente ácido (FDA, %)	42,8	14,7
Digestibilidad (Dig, %)	65,1	75,3
(Mcal/kg MS) Energía metabolizable (EM)	1,90	2,21

## 5.3 Ganancia diaria de peso (GDP)

La ganancia diaria de peso de los terneros utilizados en la investigación no evidenció diferencias significativas para la interacción de ambos factores (dieta líquida, dieta a base de forrajes) ( $p > 0,05$ ); por lo tanto, se analizaron los factores de forma separada. Se evidenció diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en la ganancia diaria de peso (GDP) de la fase 1 (dieta líquida) de los tratamientos suministrados a los terneros, siendo el sustituto lácteo el que obtuvo valores más altos GDP ( $0,26 \text{ kg an}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ) (Cuadro 5). Dentro del mismo orden, Patiño *et al.* (2012), en un sistema productivo doble propósito con los cruzamientos provenientes de las razas Holstein, Simmental, Gyr y Cebú, obtuvo una GDP de  $0,26 \text{ kg an}^{-1} \text{ día}^{-1}$ , similar al de nuestra investigación.

Cabe señalar que, al segundo día de evaluación, uno de los terneros de la dieta líquida a base de suero de quesería murió a causa de diarrea ocasionada por esta dieta; sin embargo, para

contrarrestar este posible problema, se decidió iniciar este tratamiento con 6 unidades experimentales y finalizar todo el periodo de evaluación con 5 terneros por cada tratamiento.

De acuerdo con Miranda (2014), se puede mejorar la calidad del suero de quesería con la aplicación de la bacteria *Lactobacillus casei*, la cual es productora de ácido láctico y favorece la obtención del suero de quesería fermentado; además colabora en la reducción de coliformes totales, los cuales son causantes de provocar las diarreas, deshidratación y posteriormente la muerte en los terneros.

**Cuadro 5.** Efecto de las dietas líquidas en la ganancia diaria de peso vivo en terneros de lechería. Monseñor Nouel, República, República Dominicana. 2021

Dieta líquida	Ganancia diaria de peso vivo (kg)	E.E
Sustituto lácteo	0,26 <sup>a</sup>	0,2
Suero	0,20 <sup>b</sup>	0,2

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), según los contrastes ortogonales

La ganancia diaria de peso en la fase 2, evidenció diferencia significativa ( $p < 0,05$ ). Los animales que obtuvieron los valores más altos fueron los que estaban suplementados con *T. diversifolia* ( $0,43 \text{ kg an}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ) (Cuadro 6). Lo anterior concuerda con el valor de GDP de  $0,49 \text{ kg an}^{-1} \text{ día}^{-1}$  registrado por Chongo *et al.* (2013), en terneros de 0 a 4 meses de los cruces Holstein y Cebú. Núñez *et al.* (2013), en terneros de seis meses de edad de los cruces Pardo Suizo, Cebú y Holstein, obtuvieron una ganancia diaria de peso promedio de  $0,38 \text{ kg an}^{-1} \text{ día}^{-1}$ , inferior a la encontrada en nuestro estudio.

Heinrichs *et al.* (2003), determinaron que una ganancia diaria de peso de  $0,34 \text{ kg an}^{-1} \text{ día}^{-1}$  en terneros de la raza Holstein, en los primeros seis meses de edad es adecuada. Las ganancias obtenidas en nuestro estudio están por encima de esos valores. Según Guatusmal *et al.* (2020), esta ganancia puede atribuirse a la alta calidad nutricional de la especie arbustiva *T. diversifolia*, la cual provocó un cambio favorable en comparación con la gramínea. Sin embargo, con solo la gramínea obtuvimos buena ganancia, y eso puede ser producto del concentrado en la dieta.

**Cuadro 6.** Efecto de las dietas a base de forraje en la ganancia diaria de peso vivo en terneros de lechería. Monseñor Nouel, República, República Dominicana. 2021.

Forraje	Ganancia diaria de peso vivo (kg)	E.E
<i>Tithonia diversifolia</i> -Mombaza	0,43 <sup>a</sup>	0,1
Mombaza	0,35 <sup>b</sup>	0,1

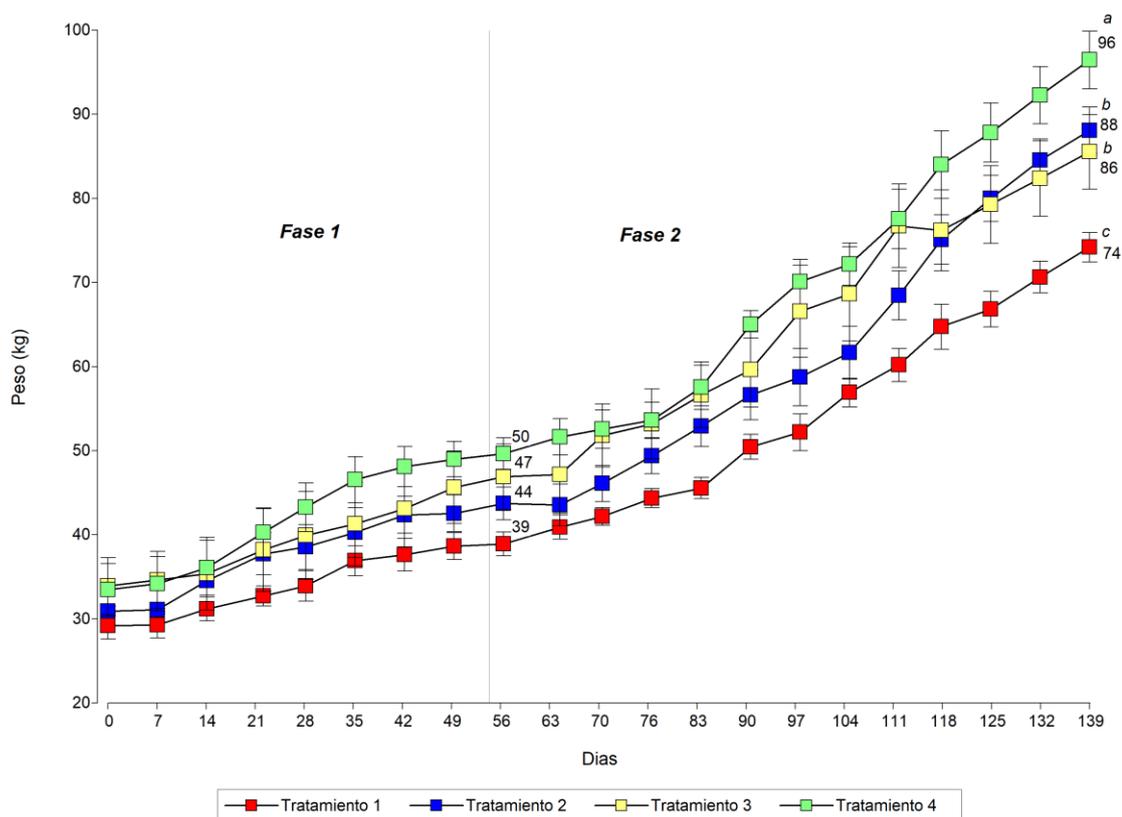
Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), según los contrastes ortogonales

#### 5.4 Peso vivo (PV)

El peso vivo de los terneros utilizados en la investigación evidenció diferencias significativas para la interacción de los tratamientos y los días ( $p < 0,05$ ), indicativo de un comportamiento heterogéneo durante el desarrollo del período experimental. El T4 fue el que obtuvo PV superiores a los 96 kg, pero hay que resaltar que el T2 mostró una recuperación interesante en la segunda fase, cuando pasó a la dieta a base de forraje (mombaza + *T. diversifolia*); en cambio, en el caso del T3, animales que mostraron buen crecimiento con el reemplazador,

redujeron la diferencia en crecimiento al pasar a la dieta con solo pasto mombaza en la segunda fase. Todo esto apunta a favorecer la inclusión de *T. diversifolia*, especialmente en la Fase 2 (Figura 1), lo cual concuerda con los resultados adquiridos por Ruíz *et al.* (2014), en terneros evaluados hasta los cuatro meses de edad con PV de 100 kg. En este sentido, esta investigación muestra resultados similares al estudio realizado por Chongo *et al.* (2013), en terneros de los cruces Holstein y Cebú hasta los 4 meses de edad con suplementación de *T. diversifolia*, los cuales alcanzaron PV superiores a 109 kg.

En una finca de doble propósito de la misma zona en la que se realizó este estudio, hicimos una evaluación, en la cual se seleccionó al azar 5 becerros machos de 8 meses de edad que correspondían al mismo cruce utilizado en esta investigación (Cebú x Pardo Suizo), bajo un manejo tradicional en el cual las crías tomaban la leche residual después del ordeño y permanecían con sus madres entre 5 y 7 horas diarias; posteriormente eran encerrados(as) en horas de la tarde en los corrales, sin ninguna oferta alimenticia, hasta el ordeño del día siguiente y/o eran sometidas a un pastoreo en los potreros más cercanos a la casa que presentaban, en la mayoría de los casos, forraje en muy baja cantidad y calidad. Estos animales pesaron en promedio 100 kg, lo cual demuestra que con el sistema de alimentación utilizado se adelanta 3 meses el momento para alcanzar los 100 kg PV. Esto sugiere que existe una oportunidad de mejorar el peso vivo y con ello incrementar los ingresos de las fincas de doble propósito utilizando un sistema de alimentación como el empleado en el estudio.

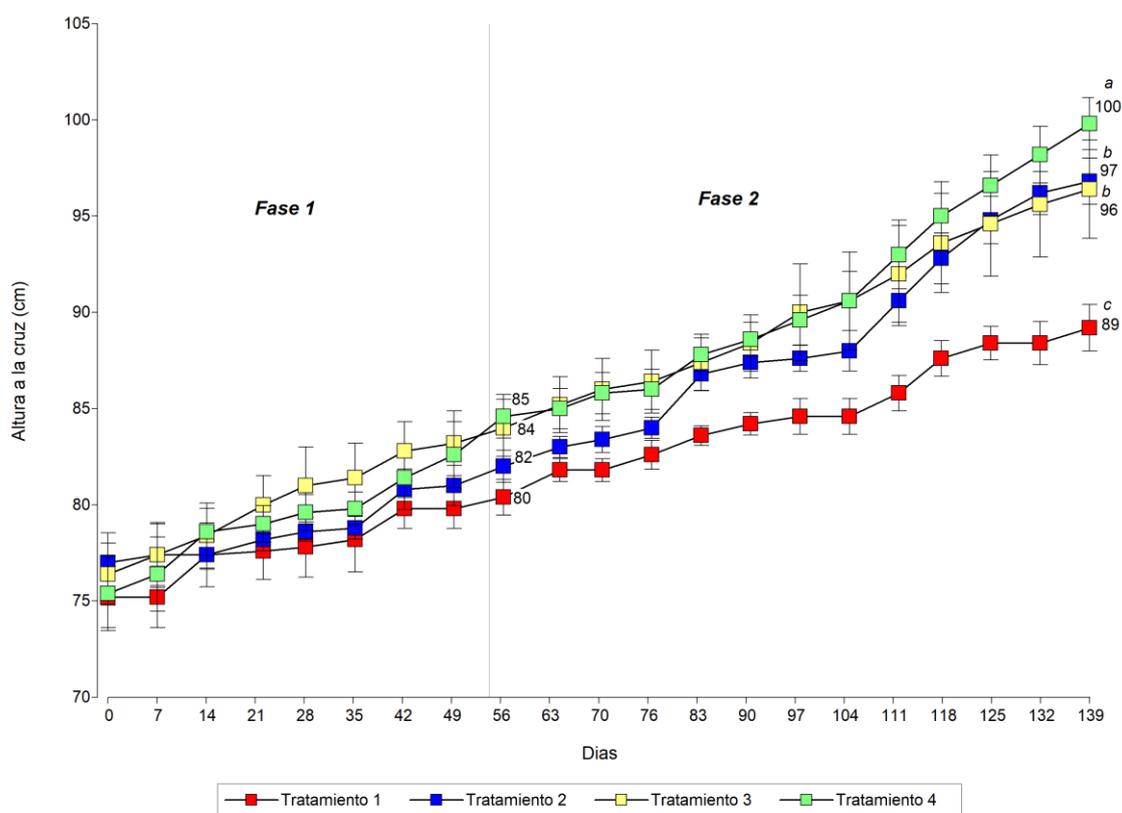


**Figura 1.** Peso vivo (kg) de los terneros en cada tratamiento con relación a los días de evaluación. Monseñor Nouel, República Dominicana. 2021. Letras diferentes en cada curva indican diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) según la prueba de comparación de medias LSD Fisher

### 5.5 Altura a la cruz

En ambas fases de la investigación se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en la altura a la cruz (alzada) de los terneros. El tratamiento T4 fue el mejor en ambas fases, con alturas de 85 cm (fase 1) y 100 cm en la (fase 2) (Figura 2), superando los 79,5 cm obtenidos

en terneros de la raza Holstein, Jersey, Pardo Suizo por Gevawer y Mendoza (2012), alimentados con sustitutos lácteos durante los primeros 60 días de edad. Cabe anotar que no hay mucha información en la literatura sobre altura a la cruz en terneros durante los primeros 120 días de edad. Las tendencias observadas para cambios en esta altura a lo largo del estudio en función de los tratamientos se asemejan a las discutidas para cambios en peso vivo.



**Figura 2.** Altura a la cruz de los terneros en cada tratamiento con relación a los días de evaluación. Monseñor Nouel, República Dominicana. 2021. Letras diferentes en cada curva indican diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) según la prueba de comparación de medias LSD Fisher

## 5.6 Indicadores financieros (B/C)

Para la determinación de los indicadores financieros, previamente se detallaron los ingresos y egresos del experimento por cada tratamiento en estudio, tal como se muestra en los anexos 1 y 2. Los valores monetarios están expresados en pesos dominicanos.

Todos los tratamientos estudiados alcanzaron una relación B/C superior a 1,0, lo cual significa que todos son económicamente viables. Sin embargo, los tratamientos que incluyeron la suplementación con *T. diversifolia* (T2 y T4), presentaron la mayor relación B/C (Cuadro 7), siendo T4 el más rentable ( $B/C = 1,52$ ). La inclusión de *T. diversifolia* en la segunda fase favoreció el rendimiento económico. En la primera fase se utilizó un alimento de bajo costo (el suero de queso), que no necesariamente llevó a una relación B/C mayor, debido a que se afectó marcadamente el crecimiento en ese período, y no se recuperó cuando se pasó a la dieta de solo gramínea (mombaza) en la Fase 2; pero cuando se consideró además la inclusión de *T. diversifolia* en esa fase, los terneros mostraron un cambio favorable importante en la tasa de crecimiento. Ochoa y Valarezo (2014), hacen mención de que este indicador permite medir la bondad de los sistemas de producción (crianza artificial de terneros) a través de relacionar sus ingresos y egresos, lo cual se verá reflejado en el valor del indicador financiero.

**Cuadro 7.** Relación B/C de los tratamientos en estudio de la crianza artificial de terneros suplementados con *T. diversifolia* en la provincia Monseñor Nouel, República Dominicana.

Tratamientos	Relación B/C
T1	1,14
T2	1,43
T3	1,42
T4	1,52

B/C > 1, los ingresos son mayores a los costos. B/C = 1, los ingresos igualan a los costos. No hay ganancias. B/C < 1, los costos son superiores a los ingresos. Hay pérdidas.

### 5.7 Economía circular con el uso del suero de quesería

El suero es un subproducto de la industria quesera que contiene lactosa y proteínas de alto valor biológico (lactoalbúmina), minerales (fósforo, potasio, calcio, sodio, manganeso, magnesio) y vitaminas del complejo B, C y D. Sin embargo, en muchas lecherías el suero de leche es desechado en los mantos acuíferos o en el suelo, debido quizás a su alto contenido acuoso y rápida descomposición. Por tal razón el suero de leche fresco puede tener uso en la alimentación de becerros (Montero–Lagunes *et al.* 2009), tal como ocurre con otras especies pecuarias como cerdos (Maswaure y Mandisodza 1995).

El 47% de suero de leche es descargado al drenaje y llega a ríos y suelos, causando un problema serio de contaminación. La descarga continua de suero en estos ecosistemas altera sus propiedades fisicoquímicas. En el caso de los suelos, disminuye el rendimiento de las cosechas, pero además se observa el fenómeno de lixiviación. Este fenómeno se presenta porque el suero de leche contiene nitrógeno soluble en agua, el cual es arrastrado a través de diversas capas llegando hasta los mantos freáticos y se convierte en un peligro para la salud de los animales y humanos. Una industria quesera media que produzca diariamente 40 000 litros de suero sin depurar genera una contaminación diaria similar a una población de 1 250 000 habitantes. Por ello es importante que las industrias lácteas utilicen el suero de leche (queso ricotta, yogur, bebidas fermentadas, etc.), con el fin de no contaminar el ambiente (Aguilar 2011).

Se han realizado varios estudios para encontrar el método menos costoso de desechar el suero, identificar nuevas opciones de uso, prevenir la pérdida potencial de nutrientes valiosos y reducir la contaminación ambiental (González–Martínez *et al.* 2002). Una opción puede ser fermentarlo con lactobacilos (Gallardo–Escamilla *et al.* 2005); además, los lactobacilos vivos en el suero fermentado podrían constituir un alimento probiótico (Jelen 2003). El uso de lactobacilos en leche y sustitutos de leche ha sido benéfico para la alimentación de becerros desde sus primeras etapas de crecimiento, que es la más difícil debido a la alta incidencia de mortalidad por enfermedades diarreicas (Cruywagen *et al.* 1996). Pero el suero líquido de leche no pasteurizada, fermentado con lactobacilos usado en la alimentación de becerros es una práctica no documentada. Se podría sustituir una proporción de leche por suero fermentado para alimentar becerros, lo que mejoraría el ingreso económico para el productor y reduciría la contaminación ambiental, cuando el suero sea desechado en el suelo o fuentes de agua.

## **6. Conclusiones**

En las variables evaluadas el reemplazador de leche fue superior al suero de quesería. Sin embargo, es posible utilizar suero de queso como sustituto de leche, siempre y cuando este sea tratado para reducir impacto en la salud de los terneros, por ejemplo, diarreas y posteriormente la muerte. El uso del suero de leche constituye una opción de economía circular que contribuye a reducir problemas de contaminación de fuentes de agua y suelos en las explotaciones lecheras, además que eventualmente puede ser una forma de diversificar el ingreso de esta industria. Cuando los terneros dejan la dieta líquida, la inclusión de forraje de *Tithonia diversifolia* en combinación con pasto mombaza, permite alcanzar mayores ganancias de peso y una mejor relación B/C que cuando se usa solo la gramínea.

## **7. Recomendaciones**

Diseñar modelos de negocios en el engorde de machos de fincas lecheras en donde estos se descartan a corta edad. Esto implica desarrollar una cadena de valor competitiva que genere utilidades satisfactorias para los implicados. Con los resultados del presente trabajo se podría generar un modelo de regresión para estimar la edad en la que se obtiene el peso vivo de los terneros que demanda el mercado (100-150 kg). Se recomienda la utilización de lactobacilos en suero de quesería para controlar los coliformes totales, lo cual es benéfico para la alimentación de terneros desde sus primeras etapas de crecimiento debido a la alta incidencia de mortalidad por enfermedades diarreicas. Por último, se recomienda evaluar el uso de esta estrategia de alimentación en hembras de reemplazo para lechería especializada para bajar costos y en sistemas de doble propósito para aumentar la vida productiva de las vacas. Asimismo, es importante realizar estudios para la identificación de procedencias o ecotipos de *Tithonia* con mayor índice de potencial forrajero.

## **8. Agradecimientos**

Al Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (MESCYT), por haberme otorgado la beca para realizar mis estudios de posgrado en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Agradezco al Ministerio de Agricultura, en conjunto con el Laboratorio de Micropropagación de Plántulas In-vitro (BIOVEGA), por su gran apoyo y brindarme el permiso laboral para cumplir con mis objetivos académicos y permitirme crecer profesionalmente. Agradezco grandemente al Dr. Cristóbal Villanueva y Dr. Alejandro Imbach, por la dirección y coordinación del trabajo de grado que dio origen a este documento, así como al miembro del comité consejero, Ph.D. Danilo Pezo, por sus valiosos aportes y orientaciones. Finalmente, agradecemos a la Ingeniera Agroforestal Carolina Guatusmal Gelpud, por su guía y apoyo continuo en el desarrollo de esta investigación.

## 9. Bibliografías

- Aguilar, A. 2011. Alimentación de becerros Holstein con suero de leche (en línea). Tesis Ing. Agrónomo Zootecnista. Matehuala, México, UASLP. Consultado 8 jun. 2021. Disponible en <http://ninive.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/3455/IAZ1ALI01101.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Ariza-Nieto, C; Mayorga, O; Mojica, B, Parra, D; Afanador-Tellez, G. 2018. Use of local algorithm with near infrared spectroscopy in forage resources for grazing systems in Colombia (en línea). *J Near Infrared Spec* 26(1):44-52. Consultado 14 jun. 2021. Disponible en doi: 10.1177/0967033517746900
- Carmona, J. 2007. Efecto de la utilización de arbóreas y arbustivas forrajeras sobre la dinámica digestiva en bovinos (en línea). *Revista Lasallista de Investigación* 4(1):40-50. Consultado 9 jun. 2021. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5745901>
- Chongo, B; Martínez, Y; Zamora, A; Scull, I; Ruíz, T; La, O; Stuart, R; Forte, D. 2013. El uso de la *Tithonia diversifolia* en la dieta de terneros una contribución a la seguridad alimentaria en pequeños productores. Propuesta de uso alternativo (en línea). San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. Consultado 10 may. 2021. Disponible en <https://biblioteca.ihatuey.cu/link/tallerinternacional/PDF/Sesi%C3%B3n%20Produccion%20Animal%20Sostenible/PA%2029.pdf>
- Cruywagen, C; Jordaan, I; Venter, L. 1996. Effect of *Lactobacillus acidophilus* supplementation of milk replacer on preweaning performance of calves (en línea). *J. Dairy Sci.* 79(1):483–486. Consultado 8 jun. 2021. Disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=452187&pid=S1405-3195200900060000400003&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=452187&pid=S1405-3195200900060000400003&lng=es)
- Di Rienzo, A, Casanoves, F; Balzarini, G; González, L; Tablada, M; Robledo, W. (2020). InfoStat versión 2020 [Computer software]. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>
- Ferreras, C; Osoria, J. 2016. Siembra de bambú como propuesta ante la erosión hídrica en la ribera del río Yuna del tramo de la comunidad el verde, municipio Bonao, provincia Monseñor Nouel, año 2016 (en línea). Tesis Ing. Civil. Santo Domingo, Rep. Dom., UNPHU. Consultado 27 may. 2021. Disponible en <https://repositorio.unphu.edu.do/handle/123456789/766>
- Gallardo–Escamilla, F; Kelly, A; Delahunty, M. 2005. Influence of starter culture on flavor and headspace volatile profiles of fermented whey and whey produced from fermented milk (en línea). *J. Dairy Sci.* 88(1):3745–3753. Consultado 8 jun. 2021. Disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=452189&pid=S1405-3195200900060000400004&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=452189&pid=S1405-3195200900060000400004&lng=es)
- Gallego, L; Mahecha, L; Angulo, J. 2017. Calidad nutricional de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray bajo tres sistemas de siembra en el trópico alto (en línea). *Revista*

- Agronomía Mesoamericana 28(1):213-222. Consultado 6 may. 2021. Disponible en <https://www.redalyc.org/jatsRepo/437/43748637017/html/index.html>
- Garzón, B. 2007. Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros (en línea). Revista Electrónica de Veterinaria 8(5):1-39. Consultado 6 may. 2021. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612669002.pdf>
- Gevawer, H; Mendoza, A. 2012. Ganancia de peso e índice de altura en terneros alimentados con lactoreemplazadores Biomilk® e Isilac® ofrecidos en biberón o balde (en línea). Tesis Ing. Agr. Honduras, Zamorano. Consultado 11 may. 2021. Disponible en <http://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/1045>
- Godden SM, Fetrow JP, Feirtag JM, Green LR, Wells SJ. 2005. Economic analysis of feeding pasteurized nonsaleable milk versus conventional milk replacer to dairy calves (en línea). J Am Vet Med Assoc 226(9):1547-1554. Consultado 10 may. 2021. Disponible en doi: 10.2460/javma.2005.226.1547. PMID: 15882008.
- González-Martínez, C; Becerra, M; Cháfer, A; Albors, J; Carot, M; Chiralt, A. 2002. Influence of substituting milk powder for whey powder on yogurt quality (en línea). Trends Food Sci. Technol. 13(1):334-340. Consultado 8 jun. 2021. Disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=452191&pid=S1405-3195200900060000400005&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=452191&pid=S1405-3195200900060000400005&lng=es)
- Guatusmal-Gelpud, C; Escobar-Pachajoa, L; Meneses-Buitrago, D; Cardona-Iglesias, J; Castro-Rincón, E. 2020. Producción y calidad de *Tithonia diversifolia* y *Sambucus nigra* en trópico altoandino colombiano (en línea). Revista Agronomía Mesoamericana 31(1):193-208. Consultado 7 may. 2021. Disponible en [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1659-13212020000100193&lng=en&nrm=iso&tlng=es](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1659-13212020000100193&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- Heinrichs, A; Jones, C; B. 2003. Effects of Mannan Oligosaccharide or Antibiotics in Neonatal Diets on Health and Growth of Dairy Calves (en línea). Revista Journal of Dairy Science 86(12):4064-4069. Consultado 10 may. 2021. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030203740181>
- Jelen, P. 2003. Whey processing, utilization and products (en línea). In Roginski, H, J. W. Fuquay; Fox, PF (eds.). Encyclopedia of Dairy Sciences. Academic Press, London, United Kingdom. p. 2739-2745. Consultado 8 jun. 2021. Disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=452193&pid=S1405-3195200900060000400006&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=452193&pid=S1405-3195200900060000400006&lng=es)
- Juliano, N; Danelon, J; Fattore, R; Cantet, J; Martinez, R; Miccoli, F; Palladino, R. 2016. Crianza artificial de terneros de tambo utilizando sustitutos lácteos de distinto contenido energético (en línea). Revista de Investigaciones Agropecuarias 42(1):87-92. Consultado 7 may. 2021. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/864/86445998016.pdf>
- La O, O; González, H; Orozco, A; Castillo, Y; Ruiz, O; Estrada, A; Ríos, F; Gutiérrez, E; Bernal, H; Valenciaga, D; Castro, B I; Hernández, Y. 2012. Composición química, degradabilidad ruminal *in situ* y digestibilidad *in vitro* de ecotipos de *Tithonia*

*diversifolia* de interés para la alimentación de rumiantes. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 46:47-53.

- Maswaure, M; Mandisodza, T. 1995. An evaluation of the performance of weaner pigs fed diets incorporating fresh sweet liquid whey (en línea). Animal Feed Science and Technology 54:193-201. Consultado 30 jun. 2021. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/037784019500775I>
- Miranda, O; Fonseca, P; Ponce, I; Cedeño, C; Sam Rivero, L; Martí Vázquez, L. 2014. Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de leche que incorpora *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus* (en línea). Revista Cubana Alimentación y nutrición 24(1):7-16. Consultado 30 jun. 2021. Disponible en <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubalnut/can-2014/can141b.pdf>
- Mohan, B; Ramachandran, P. 2011. Carbon sequestration potential of agroforestry: Opportunities and challenges (en línea). In Opportunities and challenges, Springer, Dordrecht. Florida, United States of America, Springer. p. 61-82. Consultado 6 may. 2021. Disponible en doi:10.1007/978-94-007-1630-8
- Montero-Lagunes, M; Juárez-Lagunes, F; García-Galindo, H. 2009. Suero de leche fermentado con lactobacilos para la alimentación de becerros en el trópico (en línea). Revista Agrociencia 43(6):45-56. Consultado 8 jun. 2021. Disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952009000600004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952009000600004)
- Murgueitio, E; Calle, F; Uribe, A; Calle, Solorio, B. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands (en línea). Revista For. Ecol. Manag. 261(10):1654-1663. Consultado 6 may. 2021. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112710005591>
- Núñez, A; Miguel, L; Daniel, I; Diana, D; Pablo, E. 2013. Estrategias para la suplementación becerros lactantes (en línea). Revista Científica Biológica Agropecuaria Tuxpan 1(1):41-48. Consultado 10 may. 2021. Disponible en <https://revistabioagro.mx/index.php/revista/article/view/216/264>
- Ochoa, D; Valarezo, J. 2014. Caracterización y análisis de rentabilidad de sistemas de producción ganaderos presentes en el cantón Yantzaza, Ecuador (en línea). Revista CEDAMAZ 4(1):76-85. Consultado 21 may. 2021. Disponible en <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/240/223>
- Ortega, B. 2012. Análisis Coste-Beneficio (en línea). Revista eXtoikos 5(1):147-149. Consultado 7 may. 2021. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5583839>
- Patiño, R; Prieto, E; Montes, D; Meza, O; Sierra, A. 2012. Evaluación de estrategias de manejo alimenticio de terneros del sistema Doble Propósito en la región Sabanas del departamento de Sucre, Colombia (en línea). Revista Livestock Research for Rural Development 24(5):1-10. Consultado 10 may. 2021. Disponible en <https://lrrd.cipav.org.co/lrrd24/5/pati24090.htm>
- Pineda, V; Valiente, O. 2019. Efecto de la suplementación sobre el peso del ternero y la preñez y condición corporal de vacas del Bajo Chaco Paraguayo (en línea). Revista

Veterinaria 30(2):46-51. Consultado 6 may. 2021. Disponible en <https://revistas.unne.edu.ar/index.php/vet/article/viewFile/4134/3771>

- Reynoso, O; Garay, A; Silva, S; Pérez, J; Júnior, S; Rivera, R; Quiroz, J. 2010. Características morfogénicas y su influencia en el rendimiento del pasto mombaza, cosechado a diferentes intervalos de corte (en línea). *Revista Tropical and Subtropical Agroecosystems* 12(1):303-311. Consultado 9 jun. 2021. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/939/93913070011.pdf>
- Rivera, J; Cuartas, C; Naranjo, J; Tafur, O; Hurtado, E; Arenas, F; Chará, J; Murgueitio, E. 2015. Efecto de la oferta y el consumo de *Tithonia diversifolia* en un sistema silvopastoril intensivo (SSPi), en la calidad y productividad de leche bovina en el piedemonte Amazónico colombiano (en línea). *Revista Livestock Research for Rural Development* 27(10). Consultado 6 may. 2021. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd27/10/rive27189.html>
- Rodas, F. 2006. Manejo de terneros desde el primer día hasta los seis meses de edad (en línea). Cuenca, Ecuador. 80 p. Consultado 12 jun. 2020. Disponible en <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/443/1/05608.pdf>
- Ruíz, T; Febles, G; Galindo, J; Savón, L; Chongo, B; Torres, V; Cino, D; Alonso, J; Martínez, Y; Gutiérrez, D; Crespo, G; Mora, L.; Scull, I; González, J; Lok, S; González, N; Zamora, A. 2014. *Tithonia diversifolia*, sus posibilidades en sistemas ganaderos (en línea). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 48(1):79-82. Consultado 7 may. 2021. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193030122017.pdf>
- Vázquez, Á; Puldón, R; Rodríguez, A. 2017. Efecto del empleo de raciones integrales en la conducta de terneros (en línea). *Avances* 19(1):51-65. Consultado 6 may. 2021. Disponible en <https://pdfs.semanticscholar.org/b430/805a7b578d2f281c132eabf7195e1e4fe086.pdf>
- Ybalmea, R. 2015. Alimentación y manejo del ternero (en línea). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 49(2):141-152. Consultado 7 may. 2021. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193039698003.pdf>

## 10. Anexos

**Anexo 1.** Descripción de ingresos y egresos del experimento por tratamiento en la crianza artificial de terneros machos, provincia Monseñor Nouel, República Dominicana

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO/UNIDAD	TOTAL
<b>TRATAMIENTO 1</b>				
<b>Animales</b>				
Compra terneros	unidad	7	5000	35000
<b>Materiales</b>				
Biberones	unidad	5	200	1000
Cubetas	unidad	10	35	350
Colin		0,5	250	125
<b>Alimentación</b>				
Mombaza	libras	2,5	55	137,5
Concentrado	sacos	13	700	9100
Suero	litros	1200	4	4800
<b>Medicamentos</b>				
Revimin 250 ml	tarro 250 ml	0,25	625	156,25
Yodo 100 ml	tarro 100 ml	0,5	70	35
Dex-litos	bolsas	7	50	350
Oversulf	litros	1,5	350	525
Kaovet	litros	0,75	410	307,5
Hierro 250 ml	tarros 250 ml	0,25	150	37,5
Fer-vitan 50 ml	tarros 50 ml	2	250	500
Febenzol 500 ml	tarros 500 ml	0,25	300	75
Albendazonalfa	litros	0,25	900	225
Streptopen 25 ml	tarros 25 ml	0,75	280	210
Kerkus 400 ml	tarros 400 ml	0,5	210	105
Barricade	litros	0,25	600	150
Ivermic ad3e 500 ml	tarros 500 ml	0,25	1100	275
<b>TRATAMIENTO 2</b>				
<b>Animales</b>				
Compra terneros	unidad	6	5000	30000
<b>Materiales</b>				
Biberones	unidad	5	200	1000
Cubetas	unidad	10	35	350
Colin		0,5	250	125
<b>Alimentación</b>				
<i>Tithonia diversifolia</i>	plántulas	225	10	2250
Mombaza	libras	2,5	55	137,5
Concentrado	sacos	13	700	9100
Suero	litros	1200	4	4800
<b>Medicamentos</b>				
Revimin 250 ml	tarro 250 ml	0,25	625	156,25
Yodo 100 ml	tarro 100 ml	0,5	70	35
Dex-litos	bolsas	7	50	350
Oversulf	litros	1.5	350	525

Kaovet	litros	0,75	410	307,5
Hierro 250 ml	tarros 250 ml	0,25	150	37,5
Fer-vitan 50 ml	tarros 50 ml	2	250	500
Febenzol 500 ml	tarros 500 ml	0,25	300	75
Albendazonalfa	litros	0,25	900	225
Streptopen 25 ml	tarros 25 ml	0,75	280	210
Kerkus 400 ml	tarros 400 ml	0,5	210	105
Barricade	litros	0,25	600	150
Ivermic ad3e 500 ml	tarros 500 ml	0,25	1100	275

### TRATAMIENTO 3

<b>Animales</b>				
Compra terneros	unidad	5	5000	25000
<b>Materiales</b>				
Biberones	unidad	5	200	1000
Cubetas	unidad	10	35	350
Colin		0,5	250	125
<b>Alimentación</b>				
Mombaza	libras	2,5	55	137,5
Concentrado	sacos	13	700	9100
Sustituto	bolsas	4	3000	12000
<b>Medicamentos</b>				
Revimin 250 ml	tarro 250 ml	0,25	625	156,25
Yodo 100 ml	tarro 100 ml	0,5	70	35
Dex-litos	bolsas	2	50	100
Oversulf	litros	0,5	350	175
Kaovet	litros	0,25	410	102,5
Hierro 250 ml	tarros 250 ml	0,25	150	37,5
Fer-vitan 50 ml	tarros 50 ml	2	250	500
Febenzol 500 ml	tarros 500 ml	0,25	300	75
Albendazonalfa	litros	0,25	900	225
Streptopen 25 ml	tarros 25 ml	0,75	280	210
Kerkus 400 ml	tarros 400 ml	0,5	210	105
Barricade	litros	0,25	600	150
Ivermic ad3e 500 ml	tarros 500 ml	0,25	1100	275

### TRATAMIENTO 4

<b>Animales</b>				
Compra terneros	unidad	5	5000	25000
<b>Materiales</b>				
Biberones	unidad	5	200	1000
Cubetas	unidad	10	35	350
Colin		0,5	250	125
<b>Alimentación</b>				
<i>Tithonia diversifolia</i>	plántulas	225	10	2250
Mombaza	libras	2,5	55	137,5
Concentrado	sacos	13	700	9100
Sustituto	bolsas	4	3000	12000
<b>Medicamentos</b>				
Revimin 250 ml	tarro 250 ml	0,25	625	156,25

Yodo 100 ml	tarro 100 ml	0,5	70	35
Dex-litos	bolsas	2	50	100
Oversulf	litros	0,5	350	175
Kaovet	litros	0,25	410	102,5
Hierro 250 ml	tarros 250 ml	0,25	150	37,5
Fer-vitan 50 ml	tarros 50 ml	2	250	500
Febenzol 500 ml	tarros 500 ml	0,25	300	75
Albendazonalfa	litros	0,25	900	225
Streptopen 25 ml	tarros 25 ml	0,75	280	210
Kerkus 400 ml	tarros 400 ml	0,5	210	105
Barricade	litros	0,25	600	150
Ivermic ad3e 500 ml	tarros 500 ml	0,25	1100	275

**Anexo 2.** Flujo de caja de los tratamientos en estudio sobre la crianza artificial de terneros macos en la provincia Monseñor Nouel, República Dominicana

<b>TRATAMIENTO 1</b>	kg	Precio/kg	Precio/animal	Terneros	
Ingresos	74	165	12210	5	<b>61050</b>
Egresos					<b>53463,75</b>
Ingresos neto					<b>7586,25</b>
<b>TRATAMIENTO 2</b>	kg	Precio/kg	Precio/animal	Terneros	
Ingresos	88	165	14520	5	<b>72600</b>
Egresos					<b>50713,75</b>
Ingresos neto					<b>21886,25</b>
<b>TRATAMIENTO 3</b>	kg	Precio/kg	Precio/animal	Terneros	
Ingresos	86	165	14190	5	<b>70950</b>
Egresos					<b>49858,75</b>
Ingresos neto					<b>21091,25</b>
<b>TRATAMIENTO 4</b>	kg	Precio/kg	Precio/animal	Terneros	
Ingresos	96	165	15840	5	<b>79200</b>
Egresos					<b>52108,75</b>
Ingresos neto					<b>27091,25</b>

**Anexo 3.** Oferta y rechazo de los tratamientos en estudios en la crianza artificial de terneros macos en la provincia Monseñor Nouel, República Dominicana

Tratamientos	Peso promedio	Oferta (Fv Kg)	Rechazo (kg)	
1	32,73	3,273	2,6	FASE DE ACOSTUMBRAMIENTO (FASE 1)
2	37,73	3,773	1,5	
3	38,18	3,818	2	
4	40,27	4,027	1,8	
1	33,91	3,391	2,2	
2	38,55	3,855	1,1	
3	39,91	3,991	1,6	
4	43,27	4,327	0,98	
1	36,91	3,691	2	
2	40,27	4,027	0,92	
3	41,27	4,127	1,5	

4	46,54	4,654	0,87	
1	37,64	3,764	1,7	
2	42,36	4,236	0,85	
3	43,09	4,309	1,3	
4	48,09	4,809	0,81	
1	38,64	3,864	1,5	
2	42,54	4,254	0,73	
3	45,64	4,564	0,9	
4	49	4,9	0,77	
1	38,91	3,891	1,2	FASE 1
2	43,73	4,373	0,68	
3	46,91	4,691	0,85	
4	49,64	4,964	0,71	
1	40,91	4,091	1	
2	43,55	4,355	0,6	
3	47,18	4,718	0,74	
4	51,64	5,164	0,63	
1	42,18	4,218	0,94	
2	46,09	4,609	0,55	
3	51,82	5,182	0,7	
4	52,55	5,255	0,55	
1	44,36	4,436	0,89	
2	49,36	4,936	0,48	
3	53,18	5,318	0,64	
4	53,64	5,364	0,45	
1	45,54	4,554	0,75	FASE 2
2	52,91	5,291	0,34	
3	56,63	5,663	0,58	
4	57,55	5,755	0,32	
1	50,46	5,046	0,69	
2	56,64	5,664	0,22	
3	59,64	5,964	0,48	
4	65	6,5	0,2	
1	52,18	5,218	0,61	
2	58,73	5,873	0,18	
3	66,55	6,655	0,38	
4	70,09	7,009	0,15	
1	56,91	5,691	0,38	
2	61,64	6,164	0,08	
3	68,64	6,864	0,3	
4	72,18	7,218	0,1	
1	60,18	6,018	0,2	
2	68,46	6,846	0	
3	76,73	7,673	0,02	
4	77,55	7,755	0	
1	64,73	6,473	0	
2	75,09	7,509	0	

3	76,18	7,618	0
4	84	8,4	0
1	66,82	6,682	0
2	80	8	0
3	79,27	7,927	0
4	87,82	8,782	0
1	70,64	7,064	0
2	84,55	8,455	0
3	82,36	8,236	0
4	92,27	9,227	0
1	74,18	7,418	0
2	88,09	8,809	0
3	85,54	8,554	0
4	96,45	9,645	0