

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA



“Efecto de goma xantana y almidón de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) como aglutinantes sobre la calidad física de la dieta peletizada para codornices en fase de postura, en Tingo María”

Tesis

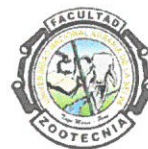
Para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

LA TORRE RUEDA, KENDRIX

TINGO MARÍA – PERÚ

2018



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, se reunieron a las 10:00 a.m. del 09 de noviembre de 2018, para calificar la Tesis titulada **"EFECTO DE GOMA XANTANA Y ALMIDÓN DE YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) COMO AGLUTINANTES SOBRE LA CALIDAD FÍSICA DE LA DIETA PELETIZADA PARA CODORNICES EN FASE DE POSTURA, EN TINGO MARÍA"**, presentada por el Bachiller en Ciencias Pecuarias **KENDRIX LA TORRE RUEDA**.

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas, el Jurado declara **APROBADA LA TESIS** con el calificativo de **"MUY BUENO"**.

En consecuencia, el sustentante queda capacitado para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, y tramitado ante el Consejo Universitario, para la otorgación del Título de conformidad con lo establecido en el Artículo 265°, inciso "b" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 28 de noviembre de 2018.

Ing. Walter Alberto Paredes Orellana
Presidente

Ing. Juan Lao Gonzáles
Miembro

Ing. Wagner Severo Villacorta López
Miembro

Dr. Rizal Alcides Robles Huaynate
Asesor

DEDICATORIA

A DIOS: por permitir que existiera y escribir mi propia historia en este mundo maravilloso, por la sabiduría para enfrentar todas las pruebas y circunstancias.

A mis padres: **LIZARDO LA TORRE ESCALANTE y NINFA RUEDA RIVERA**, por brindarme una educación de valores con ejemplos.

A mi pareja: **MARICIELO AURELIA CHÁVEZ GONZALES**, por su apoyo constante para el logro de mi propósito. Y a mi hijo: **KENDRIX AMIR LA TORRE CHÁVEZ**.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a las instituciones y personas que han colaborado para la culminación del presente trabajo de investigación:

- ❖ A la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Facultad de Zootecnia, mi Alma Mater, por haberme brindado la oportunidad de formarme como profesional.
- ❖ A todos los docentes de la Facultad de Zootecnia, por ser forjadores de mi formación profesional.
- ❖ A mi asesor: Dr. Rizal A. Robles Huaynate por su dedicación y consejos en la ejecución, redacción y sustentación de esta tesis.
- ❖ A todos mis hermanos: Elin la Torre Rueda, Lin Yerci la Torre Rueda, Danter la Torre Rueda, Tadita la Torre Rueda, que de alguna manera han sido participe en la culminación de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Manufactura de dietas	3
2.1.1. Extrusado	3
2.1.2. Peletizado.....	4
2.1.3. Alimento peletizado en codornices	6
2.2. Evaluación de la calidad física del pellet.....	6
2.2.1. Durabilidad	7
2.2.2. Dureza.....	8
2.2.3. Porcentaje de finos.....	9
2.2.4. Porcentaje de humedad	9
2.3. Aglutinantes en dietas peletizadas.....	10
2.3.1. Goma xantana	11
2.3.2. Almidón de yuca	12
III. MATERIALES Y METODOS	15
3.1. Lugar y fecha	15
3.2. Tipo de investigación	15
3.3. Materiales, equipos e insumos.....	16
3.4. Insumos en estudio	16
3.4.1. Goma xantana	16
3.4.2. Almidón de yuca	17
3.5. Variable independiente	17
3.6. Tratamientos	17
3.7. Variables dependientes	18
3.8. Análisis estadísticos.....	18
3.9. Metodología	19
3.9.1. Durabilidad	19

3.9.2. Dureza.....	20
3.9.3. Porcentaje de finos.....	21
3.9.4. Porcentaje de humedad	21
IV. RESULTADOS	23
4.1. Características físicas.....	23
4.1.1. Humedad de la dieta peletizada	24
4.1.2. Porcentaje de finos.....	24
4.1.3. Dureza.....	25
4.1.4. Índice de durabilidad del pellet.....	26
V. DISCUSIÓN.....	27
5.1. Humedad de la dieta peletizada.....	27
5.2. Porcentaje de finos	29
5.3. Dureza	31
5.4. Índice de durabilidad del pellet.....	32
VI. CONCLUSIONES	35
VII. RECOMENDACIONES.....	37
VIII. ABSTRACT	38
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
X. ANEXOS.....	45

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Características físicas de las dietas, preparados con diferentes fuentes y niveles de aglutinantes (Promedios \pm desviación estándar)	23
Cuadro 2. Interacción entre inclusión de aglutinantes y momentos (días) para la humedad de la dieta peletizada.....	24
Cuadro 3. Interacción entre inclusión de aglutinantes y momentos (días) para el porcentaje de finos de la dieta peletizada	25
Cuadro 4. Interacción entre inclusión de aglutinantes y momentos (días) para la dureza (kg/cm ²) de la dieta peletizada.	26
Cuadro 5. Interacción entre inclusión de aglutinantes y momentos (días) para el índice de durabilidad de la dieta peletizada	26

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Página
Gráfica 1: Interacción entre inclusión de aglutinantes y momentos (días) para la humedad de la dieta peletizada.....	51
Gráfica 2: Interacción entre inclusión de aglutinantes y momentos (días) para el porcentaje de finos de la dieta peletizada.....	51
Gráfica 3: Interacción entre inclusión de aglutinantes y momentos (días) para la dureza (kg/cm ²) de la dieta peletizada.....	52
Gráfica 4: Interacción entre inclusión de aglutinantes y momentos (días) para el Índice de durabilidad de la dieta peletizada.....	52

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de fuentes de aglutinantes sobre las características físicas de dietas peletizadas para codornices en fase de postura, el trabajo se realizó en la Planta de Alimentos Balanceados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, dónde se evaluaron cinco tratamientos: T1: Dieta peletizada sin inclusión de aglutinante, T2: Dieta peletizada con inclusión de 0.05% de goma xantana, T3: Dieta peletizada con inclusión de 3% de almidón de yuca, T4: Dieta peletizada con inclusión de 6% de almidón de yuca y T5: Dieta peletizada con inclusión de 9% de almidón de yuca. El trabajo fue sometido a un Diseño Completamente al Azar, con arreglo factorial (5 x 4), cinco dietas con inclusiones de aglutinantes x cuatro momentos de evaluación y los promedios fueron comparados mediante el test de Tukey (5%). Los resultados demuestran que, las dietas peletizadas para codornices en fase de postura incluidas con goma xantana y almidón de yuca, presentaron ($p > 0.05$) similar efecto aglutinante sobre los parámetros de porcentaje de humedad, porcentaje de finos, dureza e índice de durabilidad del pellet; también, las dietas con inclusión de 6% de almidón de yuca, muestran mejor efecto sobre los parámetros evaluados, en relación a las inclusiones de 3% y 9% de almidón de yuca. Se concluye que la dieta peletizada para codornices en fase de postura, incluida con 6% de almidón de yuca reportó mejores características físicas del pellet.

Palabras clave: Aglutinantes, Características físicas, Índice de durabilidad, Pellet, Porcentaje de finos.

I. INTRODUCCIÓN

El procesamiento de dietas en forma de harina hasta lograr el peletizado, trae muchas ventajas en la alimentación del monogástrico, como son: mejora de la digestibilidad de los nutrientes, principalmente del almidón, elimina microorganismos potencialmente patógenos, reduce el gasto energético durante su consumo, menor desperdicio en la ración, mejora la palatabilidad y la conversión alimenticia, mejora el desempeño de los animales, menor selectividad del animal, mejora el manejo del alimento, mayor vida útil del alimento. Sin embargo, para mejorar la calidad del pellet se hacen uso de aglutinantes sintéticos y no sintéticos como la goma xantana, y el almidón de yuca respectivamente, los cuales poseen la capacidad de disminuir la presencia de finos, incrementar la durabilidad y mejorar la dureza del pellet.

El demasiado polvo o harina desperdiciada en el transporte de pellets desde el proceso en la planta de alimento hasta el comedero del animal hace que nos preocupemos en cómo darle una mejor calidad en la durabilidad, dureza y menos porcentaje de finos a estos alimentos; ante esto se resolverá el problema de: ¿Cuál es la durabilidad, dureza y porcentaje de finos, de una dieta peletizada procesada con goma xantana y el almidón de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), en Tingo María?

Por tanto, planteamos la siguiente hipótesis: Las dietas peletizada con mejor durabilidad, dureza y menor porcentaje de finos, son aquellos que son procesados con inclusiones de 0.05% de goma xantana y en el caso del almidón de yuca al 6%; mostrando un alto rendimiento en su consumo de los nutrientes.

Objetivo general

- ❖ Evaluar las características físicas del índice de durabilidad, dureza, porcentaje de finos y porcentaje de humedad de las dietas peletizadas para codornices de una ración adicionando goma xantana y diferentes niveles de almidón de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), en Tingo María.

Objetivo Específico

- ❖ Determinar el índice de durabilidad, grado de dureza, porcentaje de finos y porcentaje de humedad de las dietas peletizadas para codornices, adicionando diferentes aglutinantes, y evaluadas en diferentes días.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Manufactura de dietas

ALLANCE (2018) menciona que los alimentos procesados en peletizadoras y extrusoras son en las que están en las principales tecnologías en la actualidad, debido a sus principales ventajas, como buenos resultados en sus parámetros productivos y económicos, ORNA (2010) afirma también que, nos forman diferentes presentaciones y tamaños deseados, ALLANCE, (2018) afirma que de acuerdo con las características físicas se pueden dividir en extrusado y peletizado

2.1.1. Extrusado

AGUILAR *et al.* (2010) mencionan que el extrusado es un proceso en el cual un alimento en harina o polvo es forzado (presionado) a pasar por un cañón que le dará una cocción a altas temperaturas, humedad, presión y después irá hacia un dado diseñado para darle una forma a la dieta, EUGENIO (2002) “afirma que a diferencia de la peletización el proceso de extrusión incluye un proceso de cocción a alta temperatura y presión, en corto tiempo (5-10 segundos promedios)” y a una humedad de 20% a 23%, AGUILAR *et al.* (2010)

mencionan algunas ventajas, como una alta inocuidad debido a las altas temperaturas reduciendo drásticamente la salmonella, mayores porcentajes de gelatinización del almidón (mayores al 80% para alimentos extruidos flotantes o no flotantes) y a las mejoras en la digestibilidad de los nutrientes, una mayor eficiencia en el uso del alimento del animal y en un menor costo. También este mismo autor, menciona algunas desventajas, como disminución de la disponibilidad de aminoácidos esenciales.

2.1.2. Peletizado

ALLANCE (2018) menciona que el peletizado se puede definir como la unión o adhesión de pequeñas partículas finas o gruesas en un sólido más grande con forma y textura (pellet), la cual se da mediante un proceso mecánico en el acondicionador donde influirá del 16% al 18% de humedad, calor y la presión, MENDIBURU (2014) afirma que el tamaño de partícula de los ingredientes debe de ser entre 400 a 1000 micras, ya que, si los tamaños de las partículas son mayores a 1000 micras, dará como resultado deficiente aglomeración (unión), facilitando ruptura en los pellets del animal, también, PAULINO (2013) menciona que los factores que afectan el pellet del animal se debe al 40% de la formulación de la dieta, 20% del tamaño de las partículas del alimento, 20% del acondicionamiento, 15% de las especificaciones de la dieta, 5% del enfriamiento y secado del pellet, y el tamaño de los dados y uso de aglutinantes.

PAULINO (2013) afirma que los pellets para aves deben de tener una temperatura de 80 a 85 C⁰, una presión de vapor de 138 Kpa (20 psi) y 552 Kpa (80 psi), con un tiempo de acondicionamiento entre 30 a 60 segundos, este autor también menciona que la calidad del vapor es necesario para lograr una buena eficiencia de producción y durabilidad del pellet; mientras tanto MENDIBURU (2014) afirma que las plantas de alimento deban aplicar una presión de vapor entre los 241 y 276 kPa.

NARVÁEZ *et al.* (2012) mencionan las ventajas como menor desperdicio en la ración, mejora la palatabilidad y la conversión alimenticia, mejora el desempeño de los animales, evita material particulado al ambiente, menor selectividad del animal, mejora el manejo del alimento, mayor vida útil del alimento, PAULINO (2013) afirma que modifica térmicamente el almidón (con su gelatinización) y la proteína (desnaturalizándola y facilitando así la actividad de las proteasas enzimáticas), mejora la densidad del alimento, mejora la presentación del alimento y destruye organismo patógenos. Asimismo, ZAVIEZO (2016) afirma que el pellet reduce el gasto energético de los pollos durante el consumo, MANN (2010) menciona que los animales van menos al comedero y pasan menos tiempo comiendo con alimento peletizados, ZAVIEZO (2016) nos dice que todas estas ventajas se obtienen siempre y cuando se logre llegar con 60% o más alimento o dieta peletizado al plato del comedero del animal, mientras tanto PAULINO (2013) menciona que una de las desventajas es que eleva el costo del alimento peletizado alrededor de un 2%.

2.1.3. Alimento peletizado en codornices

NARVÁEZ *et al.* (2012) nos dicen que, aunque en la alimentación de codornices en peletizado poco se ha explorado, se sabe que estas aves presentan diferencias fisiológicas y de comportamiento particulares en comparación con las gallinas de postura y el pollo de engorde.

IRAZÁBAL (2016) menciona en un trabajo de investigación que al evaluar el efecto del alimento peletizado en 200 codornices se encontraron mejoras en los parámetros evaluados de: consumo de alimento, peso del animal y el índice de eficiencia con respecto a las otras 200 codornices alimentadas con alimento en harina por 56 días en estudio. Pero, no hay efecto en la presentación del alimento molido o pelletizado con respecto al porcentaje de mortalidad. IRAZÁBAL (2016) menciona que las codornices japónicas consumen aproximadamente entre 26 a 28 gramos empleando dietas peletizadas, MONZÓN (2003) afirma que el alimento peletizado de 2 mm de diámetro bajo un proceso de 90 °C en comparación a la de 3 mm muestra mejores resultados en sus parámetros productivos y económicos.

2.2. Evaluación de la calidad física del pellet

EUGENIO (2002) menciona que no se puede producir alimentos de calidad de animales (pellet) si los procesos utilizados anteriormente ya vistos no son controlados minuciosamente por el personal y la máquina que fabrica el

alimento. Por eso el control de procesos debe ser parte de los controles de calidad, que estas te darán un buen Índice de durabilidad, dureza y un menor porcentaje de finos del peletizado.

2.2.1. Durabilidad

HERNÁNDEZ (2009) menciona que es el peso de migajas recuperadas después de una agitación o movimiento que simula el transporte y manejo del alimento del animal, MENDIBURU (2014) enfatiza que la durabilidad se mide con el porcentaje del Índice de durabilidad del pellet (IDP), la cual se puede determinar utilizando una caja giratoria Pfast. De acuerdo con el procedimiento de Pfast, la durabilidad es medida induciendo a las partículas finas a través de una acción de abrasión de pellets del animal golpeándose entre ellos contra la pared de la caja Pfast. Este analizador de pellets del animal presenta una estructura conformada por un recipiente cuadrangular de metal con una tapa superior para el llenado y vaciado de las muestras a analizar, esta caja tiene una medida de 12 pulgadas de alto con 12 pulgadas de largo y 5 pulgadas de ancho dispuesto al lado de un motor reductor eléctrico.

ANGEL (2011) menciona que el Índice de durabilidad del pellet debe oscilar mayor al 83% para productos de porcicultura, estos valores son requerimientos mínimos si arroja un Índice de durabilidad más alto mucho mejor, HERNÁNDEZ (2009) nos dice que el Índice de durabilidad del pellet debe oscilar mayor 70% para dietas comerciales para pollo de engorde, “sin embargo, el

Índice durabilidad del pellet para animales puede ser variable, pudiendo encontrar hasta un 50% de partículas finas que, al aumentar, se asocia con bajo peso corporal del animal y aumento en el factor de conversión alimenticio". HERNÁNDEZ (2009) menciona que, a mayor cantidad de aglutinante sintéticos o no sintéticos por tonelada de alimento balanceado, el pellet presenta mayor porcentaje de durabilidad.

2.2.2. Dureza

HERNÁNDEZ (2009) le define a la dureza, como la fuerza necesaria que causa una deformación. Según Toledo (1996), citado por MOSQUERA (2014), menciona que es la resistencia de un material ante una fuerza sin llegar a romperse, HERNÁNDEZ (2009) menciona que la dureza se puede determinar utilizando un durómetro ya que su unidad de medida es en n/cm^2 o en kg/cm^2 . La durabilidad, en cierta medida está relacionado directamente proporcional con la dureza del pellet, es decir un alimento con alta durabilidad seguramente tendrá una dureza también alta.

La dureza influye importantemente sobre el consumo voluntario del alimento de los animales, ya que las aves rechazan y desperdician gránulos excesivamente duros, que, en condiciones experimentales como los pellets para codornices en la fase de postura de 3 mm de diámetro, no deben superar una dureza de 6.37 kg/cm^2 (EUGENIO, 2002).

2.2.3. Porcentaje de finos

CRUZ *et al.* (2006) definen al porcentaje de partículas menores al tamaño especificado del pellets principal, MENDIBURU (2014) menciona que los pellets que presentan menor cantidad de partículas finas son los que tienen un índice de durabilidad del pellet (IDP) entre 94% a 96%, HERNÁNDEZ (2009) afirma que generalmente la más alta cantidad de partículas finas se produce cuando no se agrega vapor en la maquina extrusora, MENDIBURU (2014) encontró una relación inversa entre las variables, indicando que valores bajos de IDP se dan por la presencia alta de partículas finas en el alimento peletizado.

MENDIBURU (2014) enfatiza que “si en todo la construcción o el proceso de elaboración del peletizado se encuentra de 10% a 15% de partículas finas, los efectos sobre el rendimiento productivo del alimento (dieta) no son alterados y la calidad física es buena, pero si se tiene un 25% a 30% de partículas finas el crecimiento se ve limitado en 2%, por otro lado, si la cantidad de partículas finas llega hasta un 70% se verá afectado en un 4%”, mientras tanto HERNÁNDEZ (2009) afirma que porcentaje de finos al 25% o más hace que el pellet sea de mala calidad.

2.2.4. Porcentaje de humedad

PALACIOS *et al.* (2006) mencionan que es la cantidad de agua que se encuentra en las dietas y es expresada en porcentaje, CANO *et al.* (2013)

comentan que el porcentaje de humedad de una dieta para pollos de carne en las etapas de pre inicio, inicio y acabado está en el rango de 13% como máximo después de enfriado, mientras tanto CABALLERO (2010) adiciona que el contenido de humedad del producto final (dieta, pellet) debe estar alrededor del 8% a 12%, CANO *et al.* (2013) también adicionan que los niveles de humedad no deben ser extremos mayores al 13% porque pueden hacer al pellet del animal demasiado frágil para su transporte y manipuleo, como también pueden permitir el desarrollo de hongos perjudiciales en la salud de las aves, CABALLERO (2010) enfatiza también que el pellet de animales con 8% a 12% en contenido de humedad no estará expuesto a hongos o bacterias u otros organismos perjudiciales y evitará el enmohecimiento o pudrición de los mismos, LONDOÑO *et al.* (2015) indican que además de conferirle dureza y firmeza al pellet de animales su vida útil será más larga al almacenar el producto.

GONZALEZ (2015) menciona que la relación de una buena calidad del pellet entre el índice de durabilidad (PDI) y la humedad final del producto terminado es inversamente proporcional. Este pequeño contenido de humedad en una dieta garantiza, una mejor calidad de pellet ya que el nivel óptimo afecta positivamente la dureza del pellet.

2.3. Aglutinantes en dietas peletizadas

Los aglutinantes, son sustancias artificiales o naturales sintéticos o no sintéticos respectivamente o algunos semisintéticos que tienen propiedades

muy importantes como adhesión o cohesión entre las partículas finas o gruesas que mejoran la calidad del pellet del animal (MENDIBURU, 2014).

2.3.1. Goma xantana

MENDIBURU (2014) menciona que es un aglutinante semisintético en forma de polvo suelto de color blanco ligeramente crema, apto para preparaciones alimentarias, espesantes, estabilizantes y ligantes (cuya capacidad ligante aún no ha sido experimentada en alimentos peletizados de animales terrestres y marinos). Se destaca por su elevada viscosidad en bajas concentraciones del 0.05% al 1.0%, como también con su temperatura en un amplio rango, desde 10°C a 90°C; PASQUEL (2001) también nos menciona sobre este aglutinante semisintético que es un polisacárido extracelular que se obtiene por la fermentación de carbohidratos con la bacteria gram negativa *Xantomonas campestris*. Está constituida por una estructura básica celulósica con ramificaciones de trisacáridos. También este mismo autor nos dice que es completamente soluble en agua fría o caliente y produce elevadas viscosidades en bajas concentraciones, además de poseer una excelente estabilidad al calor, y la viscosidad de sus soluciones no cambia entre 0°C a 100°C.

MENDIBURU (2014) afirma que incluyendo goma xantana en 0.050% en dietas peletizadas para pollos de carne mejorará la durabilidad del pellet en 95.03% y el porcentaje de finos en 0.18%, por otro lado, GIMENO *et al.* (2004) evaluaron pellets de harina de maíz amarillo con inclusión de 0.1% de

goma xantana, determinando una dureza de 4.2 kg/cm², y una humedad en 9.32%; entretanto OPTIPULPO (2010) evaluó el efecto de la goma xantana en la estructura de pellets para pulpos en 25% de la goma, donde el pellet presentó una durabilidad de 99.5%.

La goma debe de ser utilizada adicionándose en la premezcla junto con los ingredientes, utilizando 10kg de maíz de la misma fórmula, como vehículo (PASQUEL, 2001).

2.3.2. Almidón de yuca

JARAMILLO (1998) menciona que es una materia blanca de gran demanda en forma de polvo y que es extraído de la raíz de la yuca, ARISTIZABAL *et al.* (2015) mencionan que, de 6 a 5 kg de raíz fresca, saldrá 1kg de almidón de yuca, ALARCÓN (1998) nos dice que su obtención sólo requiere de molienda, tamizado, separación con el agua, sedimentación y secado y que este proceso será de bajo costo. ARISTIZABAL *et al.* (2015) mencionan que el almidón es el carbohidrato de mayor fuente de energía y está constituido por unidades de glucosa dispuestas en dos componentes: Amilosa en un 17% y amilopectina en un 83%, LEHNEBACH (2006) comenta que almidones con altos contenidos en amilosa se caracterizan por formar un gel firme y cortable; y en el caso, con un alto contenido en amilopectina no forman geles y usualmente tienen una estructura cohesiva y gomosa, y la pasta después de enfriado es considerada visco elástica, NARVÁEZ *et al.* (2012) afirman que el

calentamiento del almidón durante el proceso de extrusión a temperaturas entre 60 y 80°C, en presencia de agua hace que el gránulo se hinche y alcance la gelatinización, la cual tiene ventajas en cuanto al aumento de la digestibilidad de los nutrientes.

NARVÁEZ *et al.* (2012) mencionan que el almidón de yuca presenta mejores coeficientes de digestibilidad, al ser comparado con el sorgo y el arroz quebrado, GIL *et al.* (1990) enfatizan que, a camarones mantenidos en criaderos, se da pellets concentrado que contienen almidón de yuca de 2.55% a 5%, Wenger Manufacturing (1993), citado LEHNEBACH (2006) comenta que la cantidad de almidón incluido en una dieta con alta expansión tiene un mínimo de 9% a 22% (alimento flotante) de almidón, ya que estas dietas tendrán mayor cantidad de poros y serán de menor cohesividad; por otro lado NARVÁEZ *et al.* (2012) comentan que la digestibilidad aparente del almidón yuca es de 40,64% en pellets para codornices, y cuando es evaluado en dieta peletizada, este coeficiente sube a 98%.

LEHNEBACH (2006) nos dice que pellets formado con almidón de yuca llegan a tener una alta dureza, densidad y mayor diámetro necesario para impedir un porcentaje de finos al pasar por una alta prueba de deformación, este mismo autor evaluó en pellet para salmónidos formulando con almidón de yuca al 9% donde obtuvo 0.59% de finos, una dureza en 8.5 kg/cm² y con un índice de durabilidad en 99.41%. Rokey y Plattner, (2004), citado por LEHNEBACH (2006) nos dice que a medida que se incrementa el contenido de lípidos la

firmeza del pellet disminuye ya que estos hacen que el almidón sea más difícil de cocer, debido a que la grasa cumple un efecto lubricante en el extrusor disminuyendo así la entrega de energía (menor fricción), y esto reduce la resistencia del pellet, pero con una alta visco elasticidad. Wenger Manufacturing (1993), citado por LEHNEBACH (2006) nos indica que a mayor cantidad de almidón en dietas de baja expansión (1% a 8%) se formarán pellets de muy buena cohesividad, y con menor porcentaje de finos.

Conforme a la humedad de una dieta peletizada según lo informado por Munz (2004), citado por LEHNEBACH (2006) las formulaciones con un alto contenido de almidón presentarán una mayor humedad, y esto según Munz (2004) y Guy (2001), citado por LEHNEBACH (2006) nos dicen que la alta viscosidad de la masa no deja liberar las burbujas de agua presentes en la pasta, generando una alta porosidad y un alto contenido de humedad, mientras tanto ARGÜELLO (2003) evaluó la inclusión de 3% y 5% de almidón de yuca en dietas para camarones y determinó 9.20% y 9.56% de humedad, respectivamente.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar y fecha

El presente trabajo de investigación se realizó en la Planta de Alimentos Balanceados “El Granjero”, de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de La Selva (UNAS), ubicada en la ciudad de Tingo María, Distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado y Departamento de Huánuco.

Geográficamente se encuentra ubicada a 09°17'58" de latitud sur y 76°01'07" de longitud oeste, con una altitud de 660 msnm., con una humedad relativa promedio de 84.09%, una temperatura promedio de 24.8°C y una precipitación pluvial media de 3194 mm distribuidos durante todo el año; considerado como bosque húmedo pre montano tropical (UNAS, 2018). El trabajo de investigación tuvo una duración de 90 días desde junio hasta agosto del 2018.

3.2. Tipo de investigación

El trabajo corresponde al tipo de investigación experimental.

3.3. Materiales, equipos e insumos

El trabajo se realizó en la planta de alimentos balanceados “El Granjero” de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, con el uso de un molino tipo martillo, una mezcladora vertical con capacidad de media tonelada y una peletizadora - extrusora de la marca Vulcano con capacidad de 200 kg/h. Los materiales e insumos que se utilizó: Una balanza con capacidades de 1 kg y una balanza con capacidad de 100 kg, un reloj de pared, aglutinantes como la Goma xantana el almidón de yuca, harina de maíz, torta de soja, afrecho de trigo, aceite de palma, carbonato de calcio y otros.

3.4. Insumos en estudio

3.4.1. Goma xantana

Es un subproducto de la fermentación de bacterias *Xanthomonas campestris*. Su presentación es en polvo suelto de color blanco a ligeramente crema, apto para preparaciones alimentarias como espesantes, estabilizantes y ligantes (cuya capacidad ligante aún no ha sido experimentada en alimentos peletizados para animales). La goma xantana se consiguió de la empresa “JOFSAC” de la ciudad de Lima, por el precio de S/. 20.00 el kilo. MENDIBURU (2014) menciona que este producto tiene una humedad de 6.0% a 12% con una viscosidad de 1200 cps a 1600 cps; donde puede ser utilizado de 0.025% a 0.10%.

3.4.2. Almidón de yuca

Es el subproducto de la raíz de yuca. Su presentación es en polvo suelto de color blanco, apto para preparaciones alimentarias, este es un producto nacional. El almidón de yuca se consiguió del Mercado Modelo de la ciudad de Tingo María, por el precio de S/. 8.00 el kilo. LEHNEBACH (2006) menciona que este producto tiene una humedad de 12% con una viscosidad de 840 cps a 1500 cps; donde puede ser utilizado de 1% a 22% para dietas extrusadas. ALARCÓN (1998) nos dice que su obtención sólo requiere de molienda, tamizado, separación con el agua, sedimentación y el secado.

3.5. Variable independiente

- ❖ Goma xantana
- ❖ Almidón de yuca

3.6. Tratamientos

Los tratamientos son:

- ❖ T1: Dieta peletizada sin inclusión de almidón de yuca y sin goma xantana
- ❖ T2: Dieta peletizada con 0.05% de inclusión de goma xantana

- ❖ T3: Dieta peletizada con 3% de inclusión de almidón de yuca
- ❖ T4: Dieta peletizada con 6% de inclusión de almidón de yuca
- ❖ T5: Dieta peletizada con 9% de inclusión de almidón de yuca

3.7. Variables dependientes

- ❖ Porcentaje de humedad (%)
- ❖ Porcentaje de finos (%)
- ❖ Dureza (kg/cm²)
- ❖ Índice de durabilidad del pellet (%)

3.8. Análisis estadísticos

El trabajo fue sometido a un Diseño Completamente al Azar (DCA), con arreglo factorial 5 x 4 (cinco niveles de inclusión de aglutinantes x 4 momentos) considerando 5 tratamientos, 5 repeticiones, cada repetición con una unidad de 500 g. Los promedios de cada tratamiento fueron comparados mediante el test de Tukey ($p < 0.05$). Los datos porcentuales obtenidos fueron transformados por arco seno para su análisis respectivo.

El modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ijkl} = \mu + N_i + M_j + (N_i \times M)_k + e_{ijkl}$$

Dónde:

Y_{ijkl} : i - ésimo nivel de inclusión, en el J – ésimo momento.

μ : Media poblacional.

N_{xi} : Efecto del i - ésimo nivel de inclusión.

M_j : Efecto del j - ésimo momento.

$N_x \times M$: Interacción del nivel de inclusión por el momento.

e_{ij} : Error experimental.

3.9. Metodología

Se preparó las cinco dietas correspondientes, estos fueron ensacados con un peso de 50 kg y luego cocidos; después fueron almacenados en parihuelas de forma vertical, donde se evaluaron con instrumentos artesanales los siguientes indicadores:

3.9.1. Durabilidad

Para la prueba de durabilidad se evaluó cinco repeticiones por cada tratamiento en los días 1, 5, 10 y 20, las cuales fueron tamizadas en un tamiz de malla de 2 mm, para remover los finos. Luego de ello, 500 gramos de muestra tamizada fue colocada en la caja Pfost artesanal (construida) que ésta siguió los principios básicos de una caja Pfost, donde se sometió a 60 rpm durante 5 minutos donde se dio uso de un reloj. Después de realizado un análisis uniforme y sistemático de la resistencia a la abrasión, las muestras fueron nuevamente

tamizadas con malla de 2 mm para determinar la cantidad de pellets que no pasaron a través del tamiz.

El índice de durabilidad de pellet (IDP) se calculó como la proporción de pellets intactos luego de ser sometidos en la caja Pfast con referencia a la cantidad inicial de pellets (MENDIBURÚ, 2014).

$$\text{IDP}(\%) = \frac{\text{peso de los pellets que resistieron a la fuerza aplicada}}{\text{peso inicial de la muestra}} \times 100$$

3.9.2. Dureza

Para determinar el grado de dureza (Kg/cm²) de los pellets se tomó en forma aleatoria 10 pellet (cada uno con un tamaño de 0.5 cm) por repetición de cada tratamiento en los siguientes días 1, 5, 10 y 20, donde estas fueron evaluadas por un durómetro artesanal que esta siguió los principios básicos del durómetro de Kahl; este durómetro artesanal constaba de una jeringa de 10 ml acoplada en el porta aguja a un nanómetro de 240 mmHg y que este nos dio el valor de la fuerza que se aplicó al pellet. Posteriormente se colocó individualmente cada pellet en el durómetro de forma horizontal sumándose así la aplicación de fuerza de la jeringa hacia la ruptura del pellet llegando a quebrarlos con mayor facilidad.

$$TC = F_D \pi \frac{d}{2} L$$

Donde:

TC : Tensión de compresión (Kg/cm^2)

F_D : Fuerza de ruptura (Kgf)

d : Diámetro (cm)

L : Largo (cm)

3.9.3. Porcentaje de finos

Para este indicador porcentaje de finos de la dieta peletizada para animales se evaluó cinco repeticiones, cada una de 500 gramos por tratamiento o dieta en los siguientes días 1, 5, 10 y 20, las cuales fueron cernidas en un tamiz con una medida de la malla de 1 mm por el tiempo de un minuto. Al finalizar esta parte se colectó y pesó los finos que cayeron del pellet, para así posteriormente determinar, el porcentaje de finos de la dieta peletizada como se muestra a continuación:

$$\text{Finos (\%)} = \frac{\text{peso de finos (g)}}{\text{peso inicial de la muestra}} \times 100$$

3.9.4. Porcentaje de humedad

Este indicador se determinó en los días 1, 5, 10 y 20, para ello se evaluó dos repeticiones por tratamiento. El primer procedimiento fue pesar el beaker seco y enfriado en el desecador, después se pesó 5 g por muestra y se

transfirió al beaker, luego se llevó a la estufa a 105⁰ C hasta peso constante (aproximadamente 5 – 6 horas), después se retiró el beaker de la estufa y se lo hizo enfriar en el desecador antes de tomar el peso final, por último, se calculó por diferencia de peso la humedad con la siguiente fórmula:

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{W2 - W3}{W2 - W1} \times 100$$

Donde:

W1: Peso del beaker vacío

W2: Peso del beaker + Peso de muestra

W3: Peso del beaker con muestra seca (peso final)

IV. RESULTADOS

4.1. Características físicas

En el Cuadro 1, se observan los promedios de los datos transformados de la humedad, porcentaje de finos, dureza y el índice de durabilidad del pellet (IDP) de las dietas, producidos con diferentes fuentes y niveles de aglutinantes.

Cuadro 1. Características físicas de las dietas, preparados con diferentes fuentes y niveles de aglutinantes (Promedios \pm desviación estándar)

Factores	Humedad, % *	Finos, % *	Dureza, kg/cm ²	IDP, % *
Inclusión de Aglut.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Momento (días)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
I.A.M.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
C.V. (%)	0.006	7.158	3.996	0.156
Inclusión de Aglutinantes				
Testigo	12.2 \pm 1.2 d	0.68 \pm 0.30 d	3.37 \pm 0.68 e	95 \pm 0.6 e
Goma Xantana	12.1 \pm 0.9 c	0.48 \pm 0.13 c	4.61 \pm 0.76 d	97 \pm 0.7 d
A. Y. 3%	11.9 \pm 0.8 b	0.36 \pm 0.25 b	6.61 \pm 0.69 c	97 \pm 0.5 c
A. Y. 6%	11.9 \pm 0.8 a	0.21 \pm 0.13 a	9.92 \pm 0.91 a	98 \pm 0.2 a
A. Y. 9%	12.2 \pm 1.1 e	0.16 \pm 0.08 a	8.68 \pm 1.71 b	98 \pm 0.5 b
Momento (días)				
1	13.7 \pm 0.4 d	0.65 \pm 0.30 c	6.01 \pm 2.82 c	97 \pm 0.9 d
5	12.0 \pm 0.2 c	0.28 \pm 0.13 b	6.07 \pm 2.38 b	97 \pm 0.9 c
10	11.9 \pm 0.4 a	0.19 \pm 0.09 a	6.45 \pm 2.21 a	98 \pm 0.5 a
20	11.9 \pm 0.3 b	0.30 \pm 0.21 b	6.14 \pm 2.25 ab	97 \pm 0.9 b

abcde: Diferentes letras minúsculas en la misma columna para cada factor indican diferencias significativas (Tukey 5%), A.Y.: Almidón de yuca, I.A.M.: Interacción del aglutinante por el momento, C.V. (%): Coeficiente de variación. *: los datos expresados con porcentajes fueron transformados por la raíz cuadrada.

4.1.1. Humedad de la dieta peletizada

En el Cuadro 2, se detallan el porcentaje de humedad en datos transformados de la dieta peletizada para codornices en la fase de postura, producidos con diferentes fuentes y niveles de aglutinantes en los días 1, 5, 10 y 20.

Cuadro 2. Interacción entre inclusión de aglutinantes y momentos (días) para la humedad de la dieta peletizada

Aglutinantes	Momentos en días			
	1	5	10	20
Testigo	14.1 eD	12.3 eC	12.2 dA	12.2 dB
G. X.	13.6 cD	12.1 dC	11.8 cA	12.0 cB
A.Y. 3%	13.4 bD	11.9 bC	11.6 aA	11.8 bB
A.Y. 6%	13.4 aD	11.8 aC	11.7 bB	11.7 aA
A.Y. 9%	14.0 dD	11.9 cA	12.6 eB	12.6 eC

ABCDE: Diferentes letras mayúsculas en la misma fila indican diferencias significativas (Tukey 5%), abcde: Diferentes letras minúsculas en la misma columna indican diferencias significativas (Tukey 5%), G.X.: Goma xantana, A.Y.: Almidón de yuca

4.1.2. Porcentaje de finos

En el Cuadro 3, se detallan el porcentaje de finos en datos transformados de la dieta peletizada para codornices en la fase de postura,

producidos con diferentes fuentes y niveles de aglutinantes (almidón de yuca y goma xantana) en los momentos (días) 1, 5, 10 y 20.

Cuadro 3. Interacción entre inclusión de aglutinantes y momentos (días) para el porcentaje de finos de la dieta peletizada

Aglutinantes	Momentos en días			
	1	5	10	20
Testigo	1.15 eC	0.56 cB	0.39 dA	0.7 dB
G. X.	0.63 dC	0.34 bB	0.27 cA	0.46 cB
A.Y. 3%	0.54 cC	0.26 bcB	0.17 bA	0.17 bA
A.Y. 6%	0.45 bC	0.17 aB	0.1 aA	0.1 aA
A.Y. 9%	0.28 aC	0.15 aB	0.12 abA	0.13 abAB

ABCDE: Diferentes letras mayúsculas en la misma fila indican diferencias significativas (Tukey 5%), abcde: Diferentes letras minúsculas en la misma columna indican diferencias significativas (Tukey 5%), G.X.: Goma xantana, A.Y.: Almidón de yuca

4.1.3. Dureza

En el Cuadro 4, se detalla la dureza (indicador de una calidad del pellet) en datos transformados de la dieta peletizada para codornices en la fase de postura, producidos con diferentes fuentes y niveles de aglutinantes (almidón de yuca al 3%, 6%, 9% y goma xantana al 0.05%) en los días (momentos) evaluados del 1, 5, 10 y 20.

Cuadro 4. Interacción entre inclusión de aglutinantes y momentos (días) para la dureza (kg/cm^2) de la dieta peletizada.

Aglutinantes	Momentos en días			
	1	5	10	20
Testigo	3.07 dB	3.36 dB	4.38 cA	3.27 cB
G. X.	4.04 cB	4.14 dB	5.66 cA	5.25 cA
A.Y. 3%	5.64 cB	6.78 cA	7.23 bA	6.89 bA
A.Y. 6%	9.66 aB	9.44 aB	10.32 aA	9.99 aB
A.Y. 9%	6.84 bB	7.02 bB	9.68 aA	7.3 bB

ABCDE: Diferentes letras mayúsculas en la misma fila indican diferencias significativas (Tukey 5%), abcde: Diferentes letras minúsculas en la misma columna indican diferencias significativas (Tukey 5%), G.X.: Goma xantana, A.Y.: Almidón de yuca

4.1.4. Índice de durabilidad del pellet (IDP)

En el Cuadro 5, se detalla el IDP para codornices en postura, creados con diferentes fuentes y niveles de aglutinantes en los días 1, 5, 10 y 20.

Cuadro 5. Interacción entre inclusión de aglutinantes y momentos (días) para el índice de durabilidad de la dieta peletizada

Aglutinantes	Momentos en días			
	1	5	10	20
Testigo	96.3 dB	96.4 dB	97.6 cA	96.4 cB
Goma Xantana	96.5 dC	97.2 cB	98.1 bcA	97.4 bB
A.Y. 3%	97.2 cB	97.8 bcA	98.3 bA	98.3 aA
A.Y. 6%	98.7 a	98.6 a	98.8 a	98.8 a
A.Y. 9%	97.7 bB	98 bAB	98.6 abA	98.5 aA

ABCDE: Diferentes letras mayúsculas en la misma fila indican diferencias significativas (Tukey 5%), abcde: Diferentes letras minúsculas en la misma columna indican diferencias significativas (Tukey 5%), G.X.: Goma xantana, A.Y.: Almidón de yuca

V. DISCUSIÓN

5.1. Humedad de la dieta peletizada

El porcentaje de humedad de la dieta peletizada para codornices en la fase de postura, fue influenciada ($p < 0.05$) por la inclusión de aglutinantes (Cuadro 1); donde se observa menor humedad en los pellets con 3% y 6% de almidón de yuca ambos con 11.9%; entretanto, los pellets con mayor humedad fueron aquellos, sin inclusión de aglutinantes (testigo) y los pellets con inclusión de 9% de almidón de yuca y con goma xantana al 0.05% en una humedad de 12.1%; estos resultados no coinciden con los resultados de GIMENO *et al.* (2004) quienes evaluaron pellets de harina de maíz amarillo con inclusión de 0.1% de goma xantana, determinando una humedad del 9.32%, posiblemente la diferencia se debe al uso de un solo ingrediente (harina de maíz amarillo) y obviamente al nivel de humedad del grano de maíz, también ARGÜELLO (2003) evaluó la inclusión de 3% y 5% de almidón de yuca en dietas para camarones y determinó 9.20% y 9.56% de humedad, respectivamente. Mientras tanto todos estos resultados concuerdan con CABALLERO (2010) donde indica que el contenido de humedad de una dieta del producto final debe estar entre 8% a 12%.

También, hubo influencia ($p < 0.05$) para los días de evaluación (Cuadro 1), verificándose que en los días 1 y 5 de evaluación se reportaron los mayores porcentajes de humedad, con 13.7% y 12.0%, respectivamente, el cual CANO *et al.* (2013) comentan que el porcentaje de humedad de una dieta para pollos de carne en las fases de pre inicio, inicio y acabado está en el rango de 13% como máximo después de enfriado, y no debe ser mayor porque el pellet puede ser demasiado frágil para su transporte y manipulación, y puede presentar infestación de hongos. Por otro lado, en el día diez se observa un valor mínimo de humedad (11.9%), donde CABALLERO (2010) enfatiza que pellets con menor porcentaje de humedad no estarán expuesto a la infestación de hongos evitando el enmohecimiento de los mismos.

En el cuadro 2 también se observó diferencias ($p < 0.05$) para la interacción entre los factores evaluados (inclusión de aglutinantes y días de evaluación); donde se observa el desdoblamiento de la humedad; la inclusión de aglutinantes (testigo, goma xantana y almidón de yuca al 3%) presentan semejante comportamiento con función a los días de evaluación; observándose, pérdida de la humedad desde el día uno hasta el día diez y del día 10 al 20 reporta un aumento. Entretanto, la inclusión de almidón de yuca al 6% reportó gradualmente pérdida de humedad desde el día 1 hasta el 20; sin embargo, la inclusión de almidón de yuca al 9% presentó diferente comportamiento, indicando aumento de humedad desde el día 5 hasta el día 20.

Las diferencias de mayor humedad en la dieta peletizada con almidón de yuca (A.Y al 9%) se explica mediante las diferencias en el contenido de almidón, ya que según lo informado por Munz (2004), citado por LEHNEBACH (2006) las formulaciones (pellet) con un alto contenido de almidón presentarán una mayor humedad; según Munz (2004) y Guy (2001), citado por LEHNEBACH (2006) menciona que la alta viscosidad de la masa no deja liberar las burbujas de agua presentes en la pasta, generando una alta porosidad y un alto contenido de humedad.

5.2. Porcentaje de finos

El porcentaje de finos de la dieta peletizada para codornices en la fase de postura, reportó diferencias ($p < 0.05$) por la inclusión de aglutinantes y los días de evaluación; obteniendo al testigo, goma xantana, almidón de yuca al 3, 6 y 9% valores promedio en 0.68%, 0.48%, 0.36%, 0.21%, 0.16% respectivamente (Cuadro 1). Con respecto a la goma xantana MENDIBURU (2014) prueba el nivel de uso en pellet al 0.050% mejorando el porcentaje de finos en 0.18%, y LEHNEBACH (2006) evaluó en pellet para salmones, formulando con almidón de yuca al 9% donde observó 0.59% de finos, por lo tanto, el mismo autor, comenta que, los pellets formados con almidón de yuca impiden un alto porcentaje de finos al pasar por una alta prueba de deformación.

En el Cuadro 1 también se puede observar diferencias de los promedios en el porcentaje de finos de las dietas formulados con almidón de

yuca en diferentes niveles, con respecto a estos resultados Wenger Manufacturing (1993), citado por LEHNEBACH (2006) nos indica que a mayor cantidad de almidón en dietas de baja expansión se formarán pellets de muy buena cohesividad, y con menor porcentaje de finos.

También, hubo influencia ($p < 0.05$) para los días de evaluación (Cuadro 1), donde se puede observar que las 5 dietas tuvieron promedios máximos en el día 1 con un 0.65% de finos, como también se vio el menor valor promedio en el día 10 donde bajo a un 0.19% de finos. Posiblemente estos cambios se deben a que los primeros días de evaluación tuvieron un mayor porcentaje de humedad, y por lo tanto se desintegrará más el pellet. Comparando estos valores con MENDIBURU (2014) enfatiza que “si en todo el proceso de elaboración del peletizado si se encuentra de un 10% – 15 % de finos, los efectos sobre el rendimiento productivo no son alterados y la calidad es buena, el mismo autor enfatiza también que pellets que presentan bajas cantidades de finos son los que tienen valores alto de IDP entre 94% – 96%.

En el cuadro 3 también se observó diferencias ($p < 0.05$) para la interacción entre los factores evaluados (inclusión de aglutinantes y días de evaluación); donde se observa el desdoblamiento del porcentaje de finos; la inclusión de aglutinantes (testigo, goma xantana y almidón de yuca al 9%) presentan semejante comportamiento con función a los días de evaluación; observándose, pérdida del porcentaje de finos desde el día uno hasta el día diez y del día 10 al 20 reporta un aumento. Entretanto, la inclusión de almidón de yuca

al 3% y 6% reportaron gradualmente pérdida del porcentaje de finos desde el día 1 hasta el 10, donde se mantuvieron constantes hasta el día 20; donde también observamos que, a mayor incorporación de almidón de yuca, ocurre menor porcentaje de finos, la dieta testigo en este caso, presentó mayor porcentaje de finos porque no se introdujo en su dieta ningún aglutinante.

5.3. Dureza

El porcentaje de dureza de la dieta peletizada para codornices en la fase de postura, fue influenciada ($p < 0.05$) por la inclusión de aglutinantes (Cuadro 1), donde se observa al almidón de yuca al 3%, 6% y 9% cuyos valores promedio son 6.61 kg/cm^2 , 9.92 kg/cm^2 y 8.68 kg/cm^2 respectivamente, estos datos concuerdan con LEHNEBACH (2006) donde obtuvo una dureza de 8.5 kg/cm^2 , en donde se adiciono almidón de yuca al 9% en pellet para salmones, estos valores son mayores a lo que nos indica HERNANDEZ (2009) donde se menciona que la dureza de los pellet en condiciones experimentales con respecto a las aves no deben superar de 6.37 kg/cm^2 , si observamos nuestra dieta con inclusión de goma xantana está bajo este dato con una dureza de 4.61 kg/cm^2 , por otra parte también GIMENO *et al.* (2004) evaluaron el efecto de la goma xantana en la estructura del pellet de harina de maíz amarillo más el 0.1% de goma xantana, donde el pellet presentó una dureza del 4.2 kg/cm^2 .

En el Cuadro 4 también se observó diferencias ($p < 0.05$) para la interacción entre los factores evaluados (inclusión de aglutinantes y días de

evaluación); donde se observa el desdoblamiento de la dureza; las cinco dietas presentan semejante comportamiento con referente a los días de evaluación; observándose, mayor dureza en el día diez, esto puede ser porque en este día se obtuvo la más baja humedad; las dietas con inclusión de aglutinantes en 3%, 6% y 9% de almidón de yuca tuvieron un promedio de dureza en el día diez en 7.23 kg/cm², 10.32 kg/cm² y 9.68 kg/cm² respectivamente, gradualmente se observa mayor dureza cuando se incorpora mayor porcentaje de almidón de yuca en dietas peletizadas para codornices, como también se nota con la menor dureza el testigo, ya que no tiene inclusión de aglutinantes. El tratamiento con almidón de yuca al 3% tiene adicionada en su fórmula 2.94% aceite de palma, más que los del tratamiento de 6 y 9%, según estos datos Rokey y Plattner (2004), citado por LEHNEBACH (2006) comenta, que a medida que se incrementa el contenido de aceite la firmeza del pellet disminuye ya que estos hacen que el almidón sea más difícil de cocer, debido a que la grasa cumple un efecto lubricante en el extrusor, disminuyendo así la entrega de energía (menor fricción), y esto reduce la resistencia del pellet pero con una alta visco elasticidad.

5.4. Índice de durabilidad del pellet

Los resultados obtenidos para el porcentaje de durabilidad o IDP se encuentran en los Cuadros 1 y 5. Según el Análisis de Variancia, reportó diferencias ($p < 0.05$) en la inclusión de aglutinantes y en los días de evaluación. En el Cuadro 1, se puede observar que la inclusión de aglutinantes al 6% y 9% de almidón de yuca obtuvieron los mayores promedios en 98%, y de la goma

xantana (0.05%) en 96% de IDP, este dato concuerda con MENDIBURU (2014) donde evaluó en pellets para pollos de carne adicionando goma xantana al 0.05% mejorando su índice de durabilidad de la dieta (pellet) en un 95.03%, entretanto OPTIPULPO (2010) trabajó con el efecto de la goma xantana en la estructura de pellets para pulpos en un 25% debido a que este es un polisacárido, y con el fin de conseguir un pienso con una textura y propiedades físicas más apropiadas para la alimentación del pulpo, donde el pellet presentó una durabilidad de 99.5%; por otro lado LEHNEBACH (2006) determinó el pellet formulado con almidón de yuca al 9% resultando un índice de durabilidad en 99.41%, donde este mismo autor nos dice que la pasta producida con este almidón tiene un estructura muy cohesiva y gomosa; conforme a todos estos datos mencionados anteriormente HERNÁNDEZ (2009) nos dice que la durabilidad debe oscilar mayor 70% para dietas comerciales, ANGEL (2011) menciona que si arroja un valor más alto, mucho mejor.

En el cuadro 5 también se observó diferencias ($p < 0.05$) para la interacción entre los factores evaluados (inclusión de aglutinantes y días de evaluación); donde se observa el desdoblamiento de la durabilidad de la dieta testigo y con inclusión de goma xantana, el cual presenta una semejanza en el comportamiento en función a los días de evaluación, encontrando sus mayores índices de durabilidad en el día diez, esto también es igual que la dureza se da porque en este día se obtuvo la más baja humedad de los pellets dándonos una mayor durabilidad, estos datos se relacionan a GONZALEZ (2015) donde menciona que la relación de una buena calidad del pellet entre el índice de

durabilidad (IDP) y la humedad del producto es inversamente proporcional; este pequeño contenido de humedad en una dieta garantiza, una mejor calidad de pellet ya que el nivel óptimo afecta positivamente la dureza del pellet. Observamos también otra de las dietas, cuando se incorpora 6% de almidón de yuca, la durabilidad del pellet no es influenciada por los días de evaluación.

En este mismo cuadro cinco se observa también, que cada vez que se incorpora en las dietas (pellet) inclusión de goma xantana, almidón de yuca al 3% y 6% se reporta mayor durabilidad en todos los días de evaluación; sin embargo cuando la inclusión es de 9% de almidón de yuca se observa una pequeña reducción del índice de durabilidad, Wenger Manufacturing (1993), citado por LEHNEBACH (2006) comenta que a mayor cantidad de almidón de yuca incluido en una dieta, tendrá mayor expansión el pellets, ya que esta resultará con mayor cantidad de poros y con menor cohesividad entre sus partículas.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el trabajo, con la inclusión de aglutinantes naturales y semisintéticos en la dieta peletizada para codornices en la fase de postura, y teniendo en cuenta las condiciones en que se desarrolló el presente estudio, pueden establecerse las siguientes conclusiones:

- La inclusión de goma xantana al 0.05% en la dieta peletizada para codornices en la fase de postura mejora el índice de durabilidad del pellet (IDP), porcentaje de finos y dureza de la calidad física de esta dieta.
- La goma xantana y el almidón de yuca como aglutinante en la dieta peletizada para codornices en la fase de postura, muestran similar efecto aglutinante ($p < 0.05$) sobre los parámetros de índice de durabilidad del pellet, porcentaje de finos y dureza.
- Los niveles de uso al 6% de almidón de yuca como aglutinante en la dieta peletizada para codornices en la fase de postura, muestran mejor efecto sobre los parámetros del índice de durabilidad del pellet (IDP), porcentaje de finos y dureza, a comparación con el 3% y 9% de almidón de yuca.

- Para una evaluación física es mejor utilizar en una dieta peletizada el aglutinante al 3%, 6% y 9% de almidón de yuca, en comparación con el de la goma xantana al 0.05%.

VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos y teniendo en cuenta las condiciones en que se desarrolló el presente estudio, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Se pide a la facultad de zootecnia que compre una tamizadora granulométrica con diferentes medidas, un durómetro de Kahl y una caja Pfast, instrumentos básicos para obtener datos más reales a una buena calidad en el pellet.

VIII. ABSTRACT

The present research was done with the objective of evaluating the effect of agglutinate sources on the physical characteristics of pellet diets for Cornish hens during the laying phase, the work took place at the Universidad Nacional Agraria de la Selva's balanced feed plant, where five treatments were evaluated: T1: pellet diet without the inclusion of agglutinate, T2: pellet diet with the inclusion of 0.05% xanthan gum, T3: pellet diet with the inclusion of 3% cassava starch, T4: pellet diet with the inclusion of 6% cassava starch and T5: pellet diet with the inclusion of 9% cassava starch. The work was submitted to a completely randomized design with a factorial arrangement (5 x 4), five diets with agglutinate inclusion x four evaluation times and the averages were compared using the Tukey (5%) test. The results show that the pelletized diets for the Cornish hens during the laying phase with the inclusion of xanthan gum and cassava starch presented ($p > 0.05$) similar agglutinate effect on the parameters for percentage of humidity, percentage of polish, hardness and durability index of the pellet; also, the diets with a 6% inclusion of cassava starch show a better effect on the evaluated parameters in relation to the inclusions of 3% and 9% cassava starch. It is concluded that the pellet diet for Cornish hens during the laying phase, including 6% cassava starch, reported better physical characteristics for the pellet.

Keywords: Agglutinates, Physical characteristics, Durability index, Pellet, Percentage of polish

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, F., AFANADOR, G., MUÑOZ, A. 2010. Efecto del procesamiento de la dieta sobre el desempeño productivo de *Tilapia Nilótica* en un ciclo comercial de producción. *Rev. Med. Vet. Zoot.*, Bogotá. 57: 104 – 118.
- ARGÜELLO, W. 2003. Efecto del tipo y concentración de aglutinantes sobre la estabilidad del alimento preparado, tasa de ingestión y desarrollo gonadal de *Litopenaeus vannamei*. Tesis de grado. Guayaquil. Universidad de Guayaquil. 77 p.
- ALARCÓN, F. 1998. Almidón Agrío de Yuca en Colombia. Procesamiento de la Yuca. 1 tom. Cali, Colombia, Feriva S.A. 35 p.
- ALLANCE, K. 2018. Peletizado y extrusado en la tecnología acuícola; [En Línea]: (www.aquafeed.co/peletizado-y-extrusado-en-la-tecnologia-acuicola/, 23 de abril del 2018)
- ANGEL, C. 2011. Análisis de la influencia que tiene la calidad del concentrado peletizado sobre los rendimientos de las producciones pecuarias. Tesis Administradora de empresas agropecuarias. Caldas, Colombia. FINCA S.A. 137 p.

- ARISTIZABAL, J., CALLE, F. 2015. Producción, Procesamiento, Usos y Comercialización de Mandioca. Mejora de las econ. Reg. Desarr. Loc., Colombia. 22: 1 – 76.
- CABALLEO, D. 2010. Efecto del uso de alimento balanceado peletizado desde el inicio hasta el engorde en la granja porcina el Hobo, Santa Cruz de Yojoa, Honduras. Tesis Ing. Agroindustria Alimentaria. Zamorano, Honduras. 24 p.
- CANO, C., NOÉL, M. 2013. Mejoramiento de la calidad en alimentos balanceados pelletizados para aves, mediante el método de ruta de la calidad. Tesis Ing. Industrial. Lima, Perú. Universidad de San Martín de Porres Nacional. 232 p.
- CRUZ, E., RUIZ, P., COTA, E., GUAJARDO, C., TAPIA, M., VILLAREAL, D. 2006. Revisión sobre algunas características físicas y control de calidad de alimentos comerciales para camarón en México. Maricultura., Mexico. 8: 330 – 370.
- EUGENIO, B. 2002. Interacción de Ingredientes y Procesos en la Producción de Alimentos Hidroestables para Camarones. Avanc. Nutric. Acuic., Mexico. 6: 407 – 437.
- GIL, J., BUITRAGO, J. 1990. La Yuca en la Alimentación Animal; Programas para otras especies animales. Cali, Colombia. CIAT. 446 p.

- GIMENO, E., MORARU.I., KOKINI., L. 2004. Effect of Xanthan Gum and CMC on the Structure and Texture of Corn Flour Pellets Expanded by Microwave Heating. *Cereal Chemistry*. Estados Unidos. 81(1):100–107.
- GONZALEZ, S. 2015. Modelamiento del secado de pellets en el enfriador a contraflujo de la planta de producción de Solla S.A. en la regional Cundinamarca. Tesis Ing. Químico. Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 108 p.
- HERNÁNDEZ, P. 2009. Influencia de molienda y mini - peletizado sobre la calidad física del pellet en dietas de aves y su efecto en criaderos. Tesis Lic. Ciencia de los Alimentos. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. 124 p.
- IRAZÁBAL, M. 2016. Estudio del efecto de la presentación del alimento, molido o pelletizado, sobre el índice de la eficiencia en la producción de codornices japónicas. Tesis Med. Veterinario y Zootecnista. Ecuador. Facultad de ciencias de la Salud. 61 p.
- JARAMILLO, H. 1998. Almidón de Yuca. *El homb. Maq.*, Colombia. 13: 35 – 51.
- LEHNEBACH, G. 2006. Efecto de la utilización de distintas fuentes de almidón en alimento extruido para salmónidos. Tesis Lic. Ciencia de los Alimentos. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. 75 p.
- LONDOÑO, P., ERAS, L., SERRANO, F., PITRE, A. 2015. Estudio comparativo de engorde de aves de corral incorporando al alimento semilla de melón

criollo (Cucumismelo) como fuente alternativa. Ing. Socd, Venezuela. 10(2): 176 – 191.

MANN, H. 2010. El alimento balanceado: de fabricación en planta de alimentos al consumo de granjas; [En Línea]: (www.engormix.com/MA-avicultura/nutricion/articulos/fabricacion-de-alimento-balanceado-t3183/141-p0; 15 de junio del 2016)

MENDIBURU, S. 2014. Efecto de la goma guar y la goma xantana como aglutinantes sobre la calidad física del pellet para pollos de carne. Tesis Ing. Zootecnia. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Molina. 49 p.

MOSQUERA, D. 2014. Evaluación de la calidad de pellets extruidos elaborados con materias primas no convencionales para la alimentación de cerdos. Tesis M.Sc. Ingeniería Agroindustrial. Palmira, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 109 p.

MONZÓN, P. 2003. Efecto de dos diámetros de peletizado en la alimentación restringida sobre el comportamiento productivo de la Codorniz Japónica; [EnLínea]:(www.lamolina.edu.pe/facultad/Zootecnia/PIPS/Prog_Alimentos/resumenes_investigacion/Codornices.pdf, 23 de abril del 2018)

NARVÁEZ, W., TORO, J., GIRALDO, C. 2012. Digestibilidad de materias primas energéticas extrusadas en la alimentación de Codornices. ISSN., Colombia. 11(2): 59 – 69.

- OPTIPULPO. 2010. Diseño y construcción de un nuevo sistema para pulpos en un circuitocerrado.[EnLínea]:(https://www.mapama.gob.es/app/jacumar/planes_nacionales/Documentos/99_IF_ANEXO_VALENCIA.pdf; 09 de setiembre del 2018)
- ORNA, E. 2010, Manual de alimento balanceado para Truchas. [En Línea]: (www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/1/jer/PROPESCA_OTRO/difusion-publicaciones/pepa-puno/ALIMENTO%20BALANCEADO.pdf; 23 de abril del 2018)
- PALACIOS, G., CERRATE, S., SOTELO, A., CARRIÓN, G. 2006. Determinación de humedad, materia seca, ceniza y materia orgánica. Universidad Nacional Agraria la Molina, (Lima). Guía de prácticas de nutrición animal. 26 p.
- PAULINO, J. 2013. Peletización y calidad del Pelet. Engormix. República dominicana.
- PASQUEL, A. 2001. Gomas: una aproximación a la industria de alimentos. Rev. Amaz. Inv. Alim., Perú. 1(1): 1 – 8.
- UNAM. 2016. Almacén de alimentos balanceados la Molina. Ración para peces.
- ZAVIEZO, D. 2016. La fabricación de alimentos desde el punto de vista del nutricionista.[EnLínea]:(www.engormix.com/avicultura/articulos/fabricacion-alimentos-desde-punto-t40008.htm; 23 de abril del 2018).

X. ANEXOS

ANEXO 1: Dieta

Cuadro 1: Ración de codornices japónica en la fase de postura.

INGREDIENTES	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5
Maíz molido	42.02	41.99	40.92	39.82	38.72
Torta de soya	31.65	31.67	32.38	33.11	33.83
Almidón de yuca	-	-	3	6	9
Afrecho de trigo	11.80	11.74	9.66	7.52	5.39
Aceite de palma	3.44	3.46	2.94	2.44	1.94
Carbonato de calcio	7.56	7.56	7.53	7.50	7.47
Bicarbonato de sodio	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Fosfato monodicalcico	0.87	0.87	0.91	0.96	1.00
Sal común	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
Premix postura	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Lisina	0.18	0.18	0.17	0.16	0.16
Metionina	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
Enzima	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Aflaban	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Zinc bacitracina	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Antioxidante	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Cloruro de colina	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Goma xantana	-	0.05	-	-	-
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Cuadro 2: Requerimiento nutricional de la ración de codornices japónica en la fase de postura.

NUTRIENTES	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5
Proteína (%)	20.49	20.49	20.40	20.31	20.23
Energía Metabolizable (kca/kg)	2800	2800	2800	2800	2800
Grasa (%)	6.44	6.46	5.85	5.26	4.66
Fibra bruta (%)	3.05	3.05	2.87	2.69	2.51
Calcio (%)	3.16	3.16	3.16	3.16	3.16
P disponible (%)	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Sodio (%)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Lisina digestible (%)	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
Metionina digestible (%)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Treonina digestible (%)	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
Triptófano digestible (%)	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23

ANEXO 2: Resultados reales obtenidos para el índice de durabilidad del pellet (IDP) en la evaluación de la inclusión del almidón de yuca y la goma xantana en dieta para codornices en la fase de postura.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	% PROMEDIO DEL IDP (DÍA)			
		1	5	10	20
T1	R1	97.60	95.60	97.40	96.6
	R2	95.40	97.20	95.00	95.8
	R3	95.80	95.60	97.00	95.4
	R4	96.80	97.00	97.80	97.2
	R5	96.40	95.80	95.20	95.8
T2	R1	96.60	96.00	97.80	97
	R2	97.60	97.40	97.80	96.4
	R3	96.60	96.60	97.40	96.6
	R4	97.60	97.60	97.60	97.6
	R5	97.00	97.20	97.60	97.2
T3	R1	97.00	98.40	98.40	98.4
	R2	97.40	97.80	96.00	97
	R3	97.00	98.00	98.20	97.2
	R4	97.20	97.60	98.60	98.6
	R5	97.20	97.40	98.00	97
T4	R1	98.60	98.60	99.00	99
	R2	98.60	98.80	98.80	98.8
	R3	98.60	98.60	98.80	98.8
	R4	98.80	98.80	99.00	99
	R5	98.80	98.40	98.60	98.6
T5	R1	97.40	98.60	99.00	98.8
	R2	98.00	98.40	98.20	98.6
	R3	97.40	97.80	99.00	98.4
	R4	98.00	97.80	98.80	98.8
	R5	97.80	97.60	98.00	97.8

ANEXO 3: Resultados reales obtenidos para el porcentaje de finos en la evaluación de la inclusión del almidón de yuca y la goma xantana en dieta para codornices en la fase de postura.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	% PROMEDIO DE FINOS (DÍA)			
		1	5	10	20
T1	R1	1.58	0.45	0.13	0.70
	R2	1.73	0.47	0.23	0.63
	R3	1.16	0.85	0.30	0.32
	R4	0.63	0.55	0.37	0.60
	R5	0.80	0.30	0.30	0.51
T2	R1	0.56	0.37	0.19	0.37
	R2	0.68	0.45	0.29	0.35
	R3	1.18	0.32	0.10	0.42
	R4	1.09	0.39	0.37	0.29
	R5	0.55	0.39	0.12	0.49
T3	R1	1.08	0.37	0.16	0.16
	R2	0.58	0.20	0.17	0.17
	R3	0.41	0.24	0.16	0.16
	R4	1.93	0.27	0.20	0.20
	R5	0.85	0.64	0.18	0.18
T4	R1	0.52	0.14	0.08	0.08
	R2	0.79	0.14	0.09	0.09
	R3	0.46	0.21	0.12	0.12
	R4	0.41	0.21	0.07	0.13
	R5	0.40	0.16	0.10	0.10
T5	R1	0.35	0.18	0.08	0.22
	R2	0.33	0.18	0.10	0.14
	R3	0.32	0.05	0.13	0.15
	R4	0.20	0.20	0.15	0.12
	R5	0.20	0.23	0.12	0.14

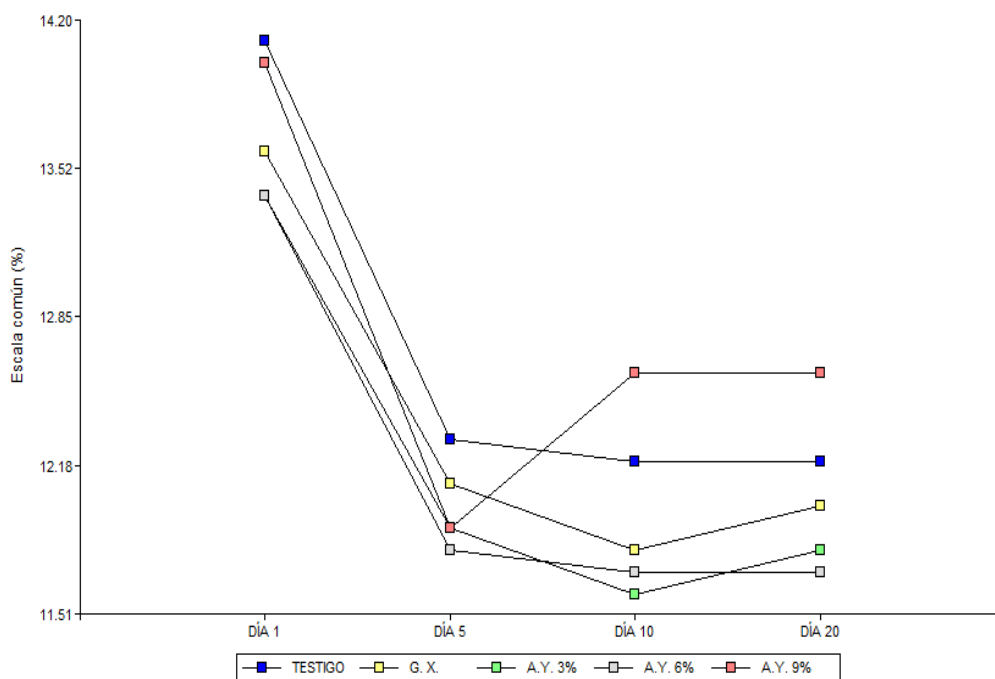
ANEXO 4: Resultados reales obtenidos para la dureza en la evaluación de la inclusión del almidón de yuca y la goma xantana en dieta para codornices en la fase de postura.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	DUREZA (DÍA)			
		1	5	10	20
T1	R1	3.0	4.5	4.9	2.27
	R2	2.1	2.9	3.4	3.92
	R3	4.3	4.5	4.9	2.18
	R4	2.3	3.9	4.1	3.92
	R5	3.5	3.7	3.9	3.90
T2	R1	2.8	3.1	4.0	3.12
	R2	2.4	3.0	3.7	4.01
	R3	3.5	4.1	5.0	3.12
	R4	3.7	4.0	4.5	3.57
	R5	3.5	3.5	5.3	3.55
T3	R1	5.6	6.0	6.8	6.80
	R2	5.2	5.4	7.1	7.66
	R3	5.5	6.0	6.6	6.56
	R4	5.4	5.4	7.0	6.99
	R5	4.6	5.3	6.5	6.46
T4	R1	7.9	8.4	9.5	9.47
	R2	8.7	9.3	10.4	9.87
	R3	7.7	8.0	9.0	9.04
	R4	8.4	9.1	9.1	9.07
	R5	8.0	9.2	10.3	9.73
T5	R1	7.6	8.0	8.1	7.64
	R2	5.9	6.1	6.9	6.07
	R3	6.6	7.0	8.3	7.00
	R4	5.5	6.2	6.7	5.86
	R5	6.9	6.8	7.4	6.61

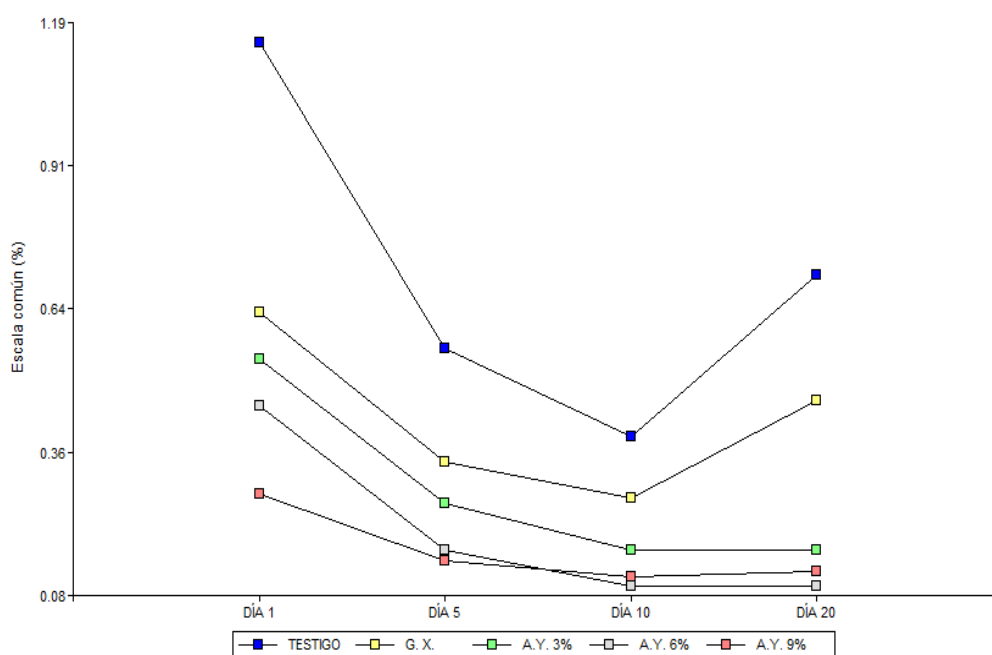
ANEXO 5: Resultados reales obtenidos para el porcentaje de humedad en dieta peletizada para codornices en la fase de postura.

TRATAMIENTO	REPETICIONES	% DE HUMEDAD EN LOS DIAS			
		1	5	10	20
T1	R1	14.07	12.33	11.17	12.44
	R2	14.05	12.32	11.18	12.44
T2	R1	13.53	12.05	11.83	12.04
	R2	13.62	12.05	11.83	12.04
T3	R1	13.22	11.93	11.60	11.77
	R2	13.42	11.93	11.61	12.77
T4	R1	13.39	11.84	11.68	11.52
	R2	13.22	11.83	11.67	11.52
T5	R1	13.97	11.99	12.62	11.40
	R2	14.11	11.98	12.62	12.40

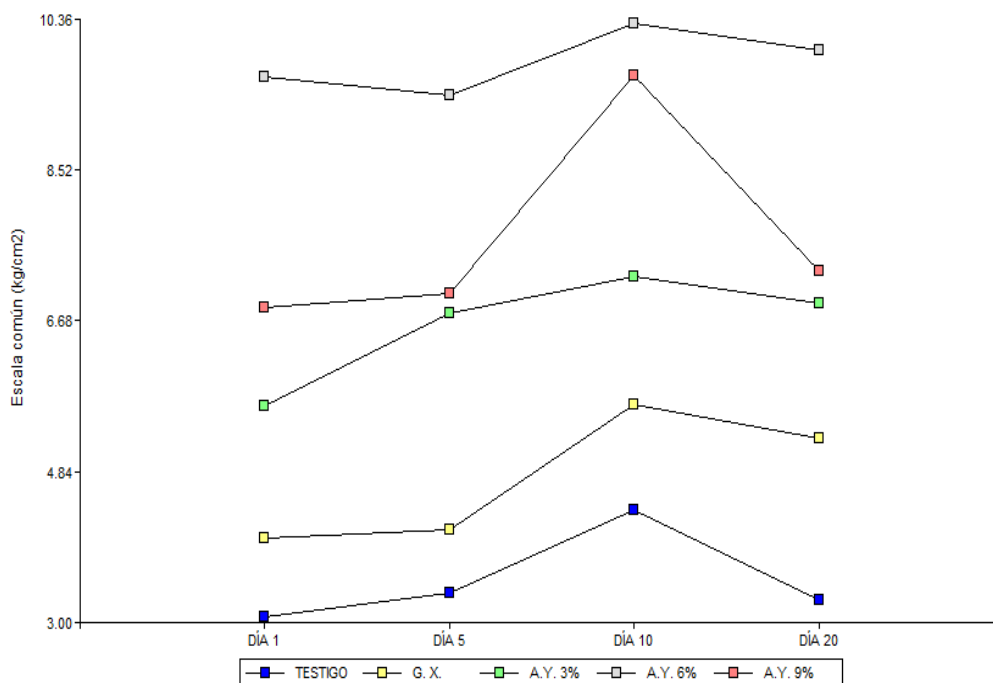
Gráfica 1: Interacción entre inclusión de aglutinantes y momentos (días) para la humedad de la dieta peletizada.



Gráfica 2: Interacción entre inclusión de aglutinantes y momentos (días) para el porcentaje de finos de la dieta peletizada



Gráfica 3: Interacción entre inclusión de aglutinantes y momentos (días) para la dureza (kg/cm²) de la dieta peletizada.



Gráfica 4: Interacción entre inclusión de aglutinantes y momentos (días) para el Índice de durabilidad de la dieta peletizada.

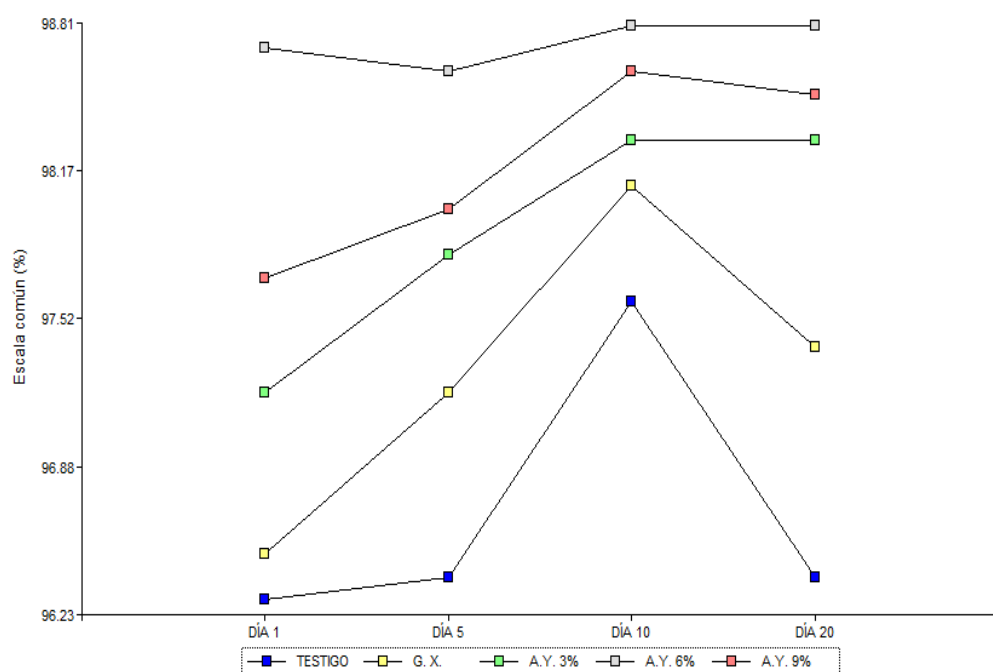




Imagen 1. Caja Pfost artesanal.



Imagen 2. Durómetro artesanal.