

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL
CUSCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA**



**“PRODUCCIÓN DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO CON LA
UTILIZACIÓN DE TRES TIPOS DE ORMUS – EN EL CENTRO
AGRONOMICO KAYRA – CUSCO”.**

Tesis presentada por los Bachilleres en
Ciencias Agrarias para optar el Título
Profesional de **INGENIERO
ZOOTECNISTA**

**ALEX FERNANDO QUILLAHUAMAN
PUMAYALLI**

MARCO ROMARIO CONDORI JERILLO

Asesor. Ing. Zoot. **DAVID L. CASTRO
CACERES.**

Cusco – Perú

2019

DEDICATORIA

Alex Fernando Quillahuaman Pumayalli

Gracias a dios por dar la vida y la vida a mis padres, por guiarme a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad, por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A mis queridos padres: Fernando y Tiburcia. Gracias por la oportunidad de existir, por ser mi fortaleza y los promotores de mis sueños.

Con mucho cariño a mis hermanos por ser parte de mi vida. A Yeisón, por ser el ejemplo de un hermano mayor, por sus palabras de aliento y por su apoyo incondicional.

De manera especial también agradecer a mis hermanos William y Nélica.

A mis amigos, Rufina, Ivan, Ivanott, Mayumi, Judith, Lenin, Mario, Daivis y a toda la familia Suhaniz. Gracias por vuestras palabras de aliento y apoyo.

Marco Romario Condori Jerillo

A mis padres, por guiarme a lo largo de mi formación Profesional, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad, por brindarme una vida llena de aprendizajes, sabiduría, experiencias. A mis padres: José y Paulina. Gracias por la oportunidad de existir, y siempre permitirme ser libre e independiente.

Con mucho aprecio a mis Hermanos por ser parte de mi formación académica.

A Hernán, por ser el ejemplo de un hermano mayor, que siempre estuvo con sus palabras motivadoras.

De manera especial también agradecer a mis hermanos Darwin Y José Beltrán.

A mis amigos, Ninoskha, Daivis, Ciro a toda la familia suhaniz. Gracias por vuestras palabras de aliento y apoyo.

AGRADECIMIENTOS

✚ Expresamos nuestros agradecimientos y reconocimiento a todos y cada uno de los docentes de la Escuela Profesional de Zootecnia de la Facultad de Ciencias Agrarias; quienes contribuyeron con conocimientos y enseñanzas en mi formación profesional.

✚ A nuestro asesor al Ing. Mg. David Luciano Castro Cáceres, por brindarnos su apoyo, paciencia, sus enseñanzas y orientación desde el proceso de experimentación y final del presente trabajo de investigación.

✚ A Oscar caballero, por su amistad, enseñanzas y apoyo en el proceso experimental del presente trabajo de investigación.

✚ A todo el personal técnico y administrativo que labora en el Centro agronómico de K'ayra en especial al Sr. Elías y Sr. Javier, quienes nos brindaron su comprensión y apoyo.

✚ A nuestros compañeros Tesistas: Ivanott, Yeni, Deyvis y Judiht.

✚ Gratitud y agradecimiento a nuestros amigos Suhaniz y compañeros de la Universidad del Código 2013- I: Sheyla, Mitzi, Urbano, Mónica, Iván, Mayumi, Ada, Yudith, Julius, Melany, Jhon, Oder, Silver y Percy.

✚ A nuestras cuñadas(os): Veronica Huillca Espinosa, Maribel Castelo Sayritupa y Rosmel Auccacusi Huarhua por su amistad, consejos y apoyo total incondicional.

CONTENIDO

Página

INTRODUCCIÓN	3
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	5
1.1. Problema Objeto de Investigación (POI).....	5
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	6
2.1. Objetivos	6
2.1.1. Objetivo general.....	6
2.1.2. Objetivos específicos.....	6
2.2. Hipótesis.....	7
2.2.1. Hipótesis general	7
2.2.2. Hipótesis específico	7
2.3. Justificación.....	8
2.4. Variables de estudio.....	9
3. MARCO TEÓRICO	10
3.3. Elemento Monoatómico Reordenado Orbitalmente (Ormus)	10
3.1.1 Características	10
3.1.2. Las características físico químicas comerciales del ormus son las siguientes.....	13
3.1.3. Ormus: propiedades agrícolas de súper-producción	14
3.2. Orina Humana.....	20
3.2.1. Composición de la Orina Humana	20
3.3. Forraje Verde Hidropónico	22
3.4. Ventajas y Desventajas del Forraje Verde Hidropónico	25
3.4.1. Ahorro de agua	25
3.5. Desventajas	28
3.5.1. Desinformación y falta de capacitación.....	28
3.6. Factores que influyen en la producción de forraje verde hidropónico (FVH)29	
3.6.1. Calidad de la Semilla	29
3.6.2. Luz.....	29
3.6.3. Temperatura	30

3.6.4.	Humedad	31
3.6.5.	Calidad del agua para riego.....	31
3.7.	SEMILLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE HIDROPÓNICO	31
3.7.1.	Cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)	31
3.7.2.	Vicia (<i>Vicia sativa</i>)	32
3.8.	Proceso de producción de forraje verde hidropónico	33
3.8.1.	Selección de la semilla	33
3.8.2.	Desinfección y lavado de semillas	34
3.8.3.	Remojado de la semilla	35
3.8.4.	Dosis de siembra.....	36
3.8.5.	Siembra	37
3.8.6.	Germinación	37
3.8.7.	Ubicación en estructuras de producción de Forraje Verde Hidropónico y riego	38
3.8.8.	Crecimiento	39
3.8.9.	Cosecha	39
3.9.	Producción de materia seca, proteína Total y digestibilidad de la proteína Total del forraje verde hidropónico.....	41
3.9.1.	Análisis de materia seca del forraje verde hidropónico de Cebada ...	41
3.9.2.	Materia seca de la ración de forraje Verde Hidropónico de Cebada y Vicia	41
3.9.3.	Producción de la Materia seca “Kayra – Unsaac”	42
3.9.4.	Composición química del forraje verde hidropónico de diferentes especies.....	45
3.9.5.	Calidad de forraje	47
3.9.7.	De alto valor nutritivo superior a otros forrajes	50
3.9.8.	Producción de biomasa en cebada hidropónica bajo tres niveles de fertilización.....	50
3.9.9.	Valor nutricional del forraje verde hidropónico.....	52
3.9.10.	Ejemplos de utilización del forraje verde hidropónico en alimentación animal	55
IV	MATERIALES Y MÉTODOS.....	56
4.1.	Ubicación del ámbito del estudio.....	56

4.2. Ubicación política.....	56
4.3. Ubicación geográfica.....	56
4.4. Nivel y tipo de investigación.....	57
4.5. Tipo de investigación.....	57
4.6. Duración del experimento.....	57
4.6.1. Duración del periodo pre experimental.....	57
4.6.2. Duración del periodo experimental.....	58
4.7. Materiales e Insumos:.....	59
4.7.1. Materiales para la elaboración del Ormus.....	59
4.8. Equipos y materiales para el proceso de producción de forraje verde hidropónico tecnificado.....	61
4.8.1. Equipos.....	61
4.8.2. Materiales.....	61
4.9. Materiales biológicos.....	62
4.10. Procedimiento para la obtención de Ormus.....	62
4.11. Precauciones.....	65
4.12. Descripción del invernadero.....	66
4.11.1. Instalación de los tratamientos.....	66
4.12. Los tratamientos.....	67
4.13. Análisis Estadístico.....	68
4.14. Modelo Matemático.....	69
4.15. Comparación de promedios.....	69
4.16. Métodos.....	69
4.16.1. Selección de la semilla.....	69
4.16.2. Pesado para el remojo:.....	71
4.16.3. Lavado.....	72
4.16.4. Desinfección.....	73
4.16.5. Remojo.....	74
4.16.6. Escurrido y oreo.....	74
4.16.7. Pesado.....	75
4.16.8. Siembra.....	75
4.16.9. Para Ormus comercial (Cebada pura).....	76

4.16.10 Para Ormus comercial Cebada (Cebada/Vicia).....	76
4.16.12. Tapado.....	79
4.16.13. Riegos.....	80
4.16.14. Iluminación.....	81
4.16.15. Temperatura.....	81
4.16.16. Cosecha.....	82
4.16.17. Determinación de proteína por método de kjeldahl.....	83
4.16.18. Determinación de materia seca método por secado en estufa	84
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	85
5.1. OBTENCIÓN DE ORMUS DE LAS SALINERAS DE MARAS Y ORINA HUMANA	85
5.2. COMPOSICIÓN FÍSICO QUÍMICO Y VALOR NUTRITIVO DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO	89
5.3. Rendimiento de materia seca (g/m^2) del forraje verde hidropónico de la Cebada y Cebada/Vicia	91
5.4. Rendimiento de proteína total (g/m^2) del forraje verde hidropónico de la Cebada y Cebada/Vicia	93
5.5. Rendimiento de proteína digestible total (g/m^2) del forraje verde hidropónico de la Cebada y Cebada/Vicia	95
VI. CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES	98
4. Bibliografía.....	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis del Ormus en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.....	14
Tabla 2. Diferencias entre las teorías Acido-Base	21
Tabla 3. Gasto de agua para producción de Forraje en condiciones de campo ...	26
Tabla 4. Valor Nutritivo de la cebada (Hordeun vulgare)	32
Tabla 5. Determinación de porcentaje de humedad y el contenido de Materia Seca, en 3 tratamientos de pastos	41
Tabla 6. Porcentaje de Materia Seca del forraje verde hidropónico de Cebada y Vicia	42
Tabla 7. Resultados promedio de Materia Seca en los tres etapas de cosecha en k/m^2	43
Tabla 8. Análisis comparativo del valor nutricional del grano de avena y el forraje verde hidropónico obtenido de las semillas de avena a los 10 cm de altura y 13 días de crecimiento	44
Tabla 9. Comparación entre las características del Forraje Verde Hidropónico (Cebada) y otras fuentes alimenticias	45
Tabla 10. Valoración Nutritiva de diferentes especies de forraje verde hidropónico	46
Tabla 11. Características del forraje verde hidropónico	47
Tabla 12. Resultado de los análisis físico – químico del forraje verde hidropónico	48
Tabla 13. Resultados promedio del contenido de la Proteína cruda en los tres días de cosecha (k/m^2)	49
Tabla 14. Composición Química de la cebada en forma de forraje verde hidropónico.	49
Tabla 15. Composición Química y valor nutritivo del forraje verde hidropónico	50
Tabla 16. Producción de biomasa en Cebada Hidropónica bajo tres niveles de fertilización	51
Tabla 17. Comparación productiva del forraje verde hidropónico a los 33 vs 15 días	51
Tabla 18. Análisis Nutricional del Forraje Verde Hidropónico (Cebada)	53
Tabla 19. Análisis Químico comparativo entre la semilla y el forraje verde hidropónico (cebada)	54
Tabla 20. Análisis Químico de la Vicia	54
Tabla 21. Características de Ormus comercial	66
Tabla 22. Dimensiones de las bandejas	66
Tabla 23. Distribución de los tratamientos	67
Tabla 24. Prueba de germinación de Cebada con 50 semillas	70
Tabla 25. Prueba de germinación de Cebada con 30 semillas	70
Tabla 26. Prueba de germinación de Cebada con 100 semillas	70
Tabla 27. Se muestra los respectivos pesos de la Cebada y la Vicia	78
Tabla 28. Elaboración de Ormus del agua de las salineras de Maras	86

Tabla 29. Elaboración de Ormus de la orina humana	87
Tabla 30. Análisis físico químico y valor nutritivo del forraje verde hidropónico (%)	89
Tabla 31. Materia seca en g/m ²	91
Tabla 32. Proteína Total (g/m ²).....	93
Tabla 33. Resultados de la proteína digestible total g/m ²	95

ÍNDICE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. 1 - A) Lavado de semilla y 1 - B) Desinfección de la semilla	35
Fotografía 2. Proceso de remojo o pre-germinación de semillas.	36
Fotografía 3. Cosecha de forraje verde hidropónico dispuesto como un bloque, incluyendo raíces, tallos y hojas.....	39
Fotografía 4. Materiales para la obtención de Ormus.	59
Fotografía 5: Insumos para obtención de Ormus.....	60
Fotografía 6: A) Disolución del NaOH. B) Medición de pH. (10.78). C) Envasado de la mezcla. D) Sedimento del Ormus.	64
Fotografía 7. Pesado de las semillas de Cebada (7-A), y Vicia (7-B).	71
Fotografía 8. Lavado de las semillas de Cebada	72
Fotografía 9. Desinfección de las semillas de Cebada	73
Fotografía 10. Remojo de las semillas de Cebada agregando Ormus en sus tres aplicaciones.....	74
Fotografía 11. Pesado de las semillas de Vicia.....	75
Fotografía 12. (12-A, 12-B) Siembra de Cebada y Vicia por bandeja según el modelo matemático ya mencionado.....	76
Fotografía 13. Bandejas colocadas en la cámara de germinación.....	79
Fotografía 14. Sistema de riego con aspersores nebulizadores.	80
Fotografía 15. Iluminación artificial con focos luminarias.	81
Fotografía 16. Cosecha del Forraje Verde Hidroponico a los 10 dias	82
Fotografía 17. Pesado del forraje verde hidroponico a los 10 dias	82

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Pesos del forraje verde hidropónico fresco por bandeja y pesos de las muestras por tratamiento y repetición	104
ANEXO 2: Producción de forraje verde hidropónico en materia verde g/m ²	105
ANEXO 3: Materia Seca g/m ² del forraje verde hidropónico de Cebada y Cebada/Vicia	105
ANEXO 4: Proteína total g/m ² del forraje verde hidropónico de Cebada y Cebada/Vicia	105
ANEXO 5: Proteína total digestible g/m ² del forraje verde hidropónico de Cebada y Cebada/Vicia	106
ANEXO 7: Resultados del porcentaje de la materia seca analizados en el laboratorio de Química-UNSAAC	106
ANEXO 8: Porcentaje de materia seca analizados en el gabinete del Área de Nutrición y Alimentación Animal – Facultad de Ciencias Agrarias – UNSAAC	107
ANEXO 9: Resultados del porcentaje de la proteína total del laboratorio de Química – UNSAAC	107
ANEXO 10: Resultados del porcentaje de la proteína total digestible en el laboratorio de Química – UNSAAC	108
ANEXO 11: Análisis de varianza de materia seca del forraje verde hidropónico de Cebada y Cebada/Vicia.....	110
ANEXO 12: Análisis de varianza de proteína total del forraje verde hidropónico de Cebada y Cebada/Vicia.....	110
ANEXO 13: Análisis de varianza de la proteína digestible (g/m ²) del forraje verde hidropónico de Cebada y Cebada/Vicia	110

RESUMÉN

El presente trabajo de investigación titulado **“PRODUCCIÓN DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO CON LA UTILIZACIÓN DE TRES TIPOS DE ORMUS –EN EL CENTRO AGRONÓMICO K’AYRA – CUSCO”**. Tuvo como objetivo general Producción de forraje verde hidropónico con utilización y obtención de Ormus de agua de la Salinera de Maras, orina humana y comercial. Determinar y Evaluar la composición físico – química (materia seca y proteína total), valor nutricional (digestibilidad de la proteína total) así mismo evaluar el rendimiento de materia seca, proteína total y proteína total digestible en gramos por metro cuadrado del forraje verde hidropónico. Los análisis físicos químicos fueron realizados en el laboratorio de la Unidad de Prestaciones de Servicio de Análisis Químico y en el área de nutrición y alimentación Animal de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Para la evaluación del rendimiento se utilizó un diseño factorial 2 x 4 con tres repeticiones por tratamiento en el cual el factor A, fue las semillas de cebada y cebada/vicia; y el factor B, constituido por el Ormus (agua de las salineras de Maras, orina humana y comercial) y testigo el riego con agua pura. La etapa experimental constó de dos etapas, una primera etapa dedicada a la producción del forraje verde hidropónico y una segunda etapa que abarcó el análisis en laboratorio. Por lo tanto, se tuvo como resultado que el Ormus en sus diferentes aplicaciones no tiene efecto en los cultivos forrajeros con periodos vegetativos cortos, como en el forraje verde hidropónico; concluyendo que, la composición física (materia seca), química (proteína total) y valor nutritivo (proteína total digestible), se encuentran dentro de los márgenes reportados en la bibliografía consultada. El rendimiento de materia seca de forraje verde hidropónico (g/m^2) no se ha visto afectado, tanto por la semilla como por las diferentes

formas de aplicación del Ormus, se han obtenido diferencias estadísticas ($p > 0.05$); determinándose el mayor contenido de proteína total y proteína total digestible es en el cultivo asociado de cebada/vicia en comparación al resto de los tratamientos, que es independiente a la aplicación del Ormus.

INTRODUCCIÓN

En la producción pecuaria, la alimentación animal representa un costo de inversión del 60% – 70%, esto influye en costo de producción llegando a ser altos para el productor y esto tiene repercusión en los consumidores.

La actividad ganadera es fundamental e importante para la economía y la seguridad alimentaria del país. La producción pecuaria depende en gran medida de una adecuada alimentación, que provea de nutrientes, necesarios para lograr una producción agropecuaria exitosa que pueda generar buenos ingresos económicos a los productores.

En este trabajo se realizó en un invernadero con las instalaciones necesarias y condiciones ambientales controladas luz (luz artificial), temperatura (resistencias eléctricas) y humedad para la óptima producción del forraje verde hidropónico de Cebada y Cebada/ Vicia.

En la práctica, el forraje verde hidropónico consiste en la germinación de granos; (semillas de cereales o de leguminosas) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo, usualmente se utilizan semillas de avena (*Avena sativa*), cebada (*Hordeum vulgare*), vicia (*Vicia sativa*) maíz (*Zea mays*), trigo (*Triticum aestivum*) y sorgo (*Sorghum vulgare*) (Corona, 2011).

El suelo es un elemento fundamental para el sostén de la planta, además de tener nutrientes, si aplicamos los nutrientes al agua en lugar del suelo logrando los mismos efectos y con mejores facilidades de que la planta absorba los nutrientes. Para

dicho efecto se fomenta la búsqueda de nuevas alternativas y desarrollo de estrategias alimenticias con alto valor nutricional de bajo costo y accesible para el productor. Es el motivo que con el presente trabajo nos conlleva a hacer estudios sobre la utilización y acción del Ormus (agua de la Salinera de Maras, orina humana y comercial) como fertilizante en la producción del FVH, dado que existen antecedentes en cultivos frutícolas dando resultados satisfactorios; duplicando el peso y tamaño de las frutas de la producción normal gracias a que contiene elementos superconductores de energía.

El forraje verde hidropónico es un sistema de producción de biomasa vegetal de alta calidad nutricional producido muy rápidamente (9 a 15 días) libre de problemas sanitarios, en cualquier época del año y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello. La tecnología del forraje verde hidropónico es complementaria y no competitiva a la producción convencional de forraje (Santos, 2009).

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Problema Objeto de Investigación (POI)

En la producción pecuaria, la alimentación animal representa un costo de inversión del 60% – 70%, esto influye en costo de producción llegando a ser altos para el productor y esto tiene repercusión en los consumidores.

El problema actual que atraviesa la explotación ganadera es en cuanto a la escasez de alimento saludable de origen vegetal; por ende, se busca forrajes con corto periodo vegetativo y valor nutricional de calidad como es el forraje verde hidropónico, para que así se desarrolle múltiples crianzas de diferentes especies, para satisfacer la seguridad alimentaria.

Por lo tanto, la utilización de fertilizantes es de suma importancia por el cual se experimentará la acción del Ormus en la producción del forraje verde hidropónico para tener forraje de alto valor nutricional y economía familiar.

Existe este producto (Ormus) que ya ha sido probado en cultivos de frutales y dio resultados satisfactorios, duplicando el peso y tamaño de las frutas de la producción normal, pero aún no ha sido probado en la producción del forraje verde hidropónico si nos puede dar resultados positivos o negativos.

1.2. Planteamiento del Problema general

¿En qué medida influye la acción del Ormus en la calidad y crecimiento del forraje verde hidropónico?

Planteamiento del problema específico

¿En qué medida la acción del Ormus mejorara el rendimiento de la Materia Seca, Proteína Total y la digestibilidad de la misma en la composición química del FVH

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Producción de forraje verde hidropónico con utilización de Ormus con:

Agua de las Salineras de Maras, orina humana y comercial en el Centro Agronómico K'ayra - Cusco.

2.1.2. Objetivos específicos.

- Obtener el Ormus de agua de la Salineras de Maras y orina humana.
- Determinar la composición físico - química (materia seca y proteína total) y el valor nutricional (digestibilidad de la proteína total) del forraje verde hidropónico de la cebada (*Hordeum vulgare*) y vicia (*Vicia sativa*).
- Evaluar el rendimiento de materia seca por (g/m^2).
- Evaluar rendimiento de la proteína total (g/m^2).

2.2. Hipótesis

2.2.1. Hipótesis general

En qué medida la utilización de Ormus de agua de Salinera de Maras, orina humana y comercial, mejorara su producción del forraje verde hidropónico en el Centro Agronómico k'ayra – Cusco.

2.2.2. Hipótesis específico

Como influye el Ormus del agua de Salineras de Maras, orina humana y comercial, en la calidad (composición físico – químico y valor nutricional) en la producción del forraje verde hidropónico en el Centro Agronómico k'ayra – Cusco.

2.3. Justificación

La producción animal, fomenta la búsqueda de nuevas alternativas y desarrollo de estrategias alimenticias con alto valor nutricional de bajo costo y accesible para el productor, la falta de información de la utilización del Ormus en producción del forraje verde hidropónico por tal motivo con el presente trabajo conlleva hacer estudios sobre la utilización y acción del Ormus como aditivo.

Por lo tanto, la utilización del Ormus en la producción del forraje verde hidropónico ayudará en la mejora de la composición físico – química y valor nutricional y la rentabilidad de los productores agropecuarios. Así La obtención fácil de este producto ha hecho que le demos una gran importancia para obtener al Ormus, porque se puede aprovechar el desecho como es la orina humana, que beneficiara al forraje verde hidropónico. Para mejorar la calidad del forraje verde hidropónico.

2.4. Variables de estudio

- ✓ Variables independientes: Ormus de agua de las salineras de Maras, Ormus de orina humana y Ormus comercial.
- ✓ Variables dependientes:

Porcentaje de:

- ✓ materia seca (MS)
- ✓ proteína total (PT)
- ✓ digestibilidad de la proteína total

Rendimiento en g/m² de:

- ✓ materia Seca
- ✓ proteína total
- ✓ proteína total digestible

3. MARCO TEÓRICO

3.3. Elemento Monoatómico Reordenado Orbitalmente (Ormus)

ORMUS empezó en los años 1970, cuando un acaudalado terrateniente de Arizona, David Radius Hudson, encargó unos exhaustivos análisis de sus tierras. Aparte de corregir sus deficiencias para el cultivo, sospechaba que contenían Oro en proporción rentable. En los ensayos quedó un residuo, un misterioso polvo blanco que se resistía a todos los análisis. Los procesos de espectrometría utilizados en los laboratorios de EEUU, una combustión durante unos pocos segundos, solo mostraban trazas de Silicio, Calcio, Magnesio, Aluminio, Hierro, y otros elementos más comunes, pero más del 99 % era un enigma. Al utilizar un proceso de espectrometría desarrollado en la URSS, con una combustión de 300 segundos, aparecieron, según Hudson, proporciones importantes de metales preciosos del grupo del Platino, como Rodio, Osmio, Iridio, Paladio, Rutenio, etc. Al parecer en una forma atómica extraña e indetectable por los métodos analíticos usuales (Radius, 1970).

ORMUS es el nombre que se ha dado a una enigmática materia de fácil obtención, relacionada al parecer con metales preciosos, a la que se le atribuyen excepcionales Propiedades vitalizantes, regenerantes y curativas (Radius, 1970).

3.1.1 Características

El Ormus (oro monoatómico) es una sustancia superconductor de energía, es decir, una sustancia que permite que la energía fluya sin resistencia. Está compuesto por átomos de oro, iridio y rodio en estado monoatómico. Este proceso es el responsable de una transformación biológica (incluye cambios biológicos y

bioquímicos muy específicos en el ADN) física y psicológica en los niveles más altos vibracionales (Carter , 2018).

Además el Ormus presume de hallarse en un estado en el que sus átomos están liberados, es decir que no está ligado a otros átomos, por lo cual se dice que se encuentra en modo monoatómico, y de esa particularidad deriva su nombre, que significa *Orbitally Re-arranged Monoatomic Element*, lo que le dio el acrónimo de **ORME** y ha sido latinizado como **Ormus**, o también llamado materia en estado **M**, aunque algunos científicos han sostenido que se trataba de una sustancia biatómica, es decir 2 átomos juntos (Carter , 2018).

En sus amplias investigaciones Hudson hizo analizar con el método soviético, una serie de productos naturales, cerebro de cerdo, otros tejidos animales, plantas como zanahoria y aloe vera, agua de mar, agua del Mar Muerto, etc., hallando proporciones importantes de los nombrados elementos preciosos. El alto contenido de ORMUS en el cerebro, el 5 % de su materia seca, le indujo a relacionarlo con la actividad cerebral, la relación cerebro-mente, regeneración del ADN y pensó en que tenía en sus manos un producto de potencial curativo excepcional. Empezó a leer textos de Alquimia, y se convenció que el Ormus era una variedad de la Piedra Filosofal y del Elixir de Larga Vida (Radius, 1970).

La patente: es muy explícita, detallada, y bien planteada. Fue redactada por un equipo con sólidos conocimientos en Física y Química. Tiene un fallo: el empeño en afirmar en que estos elementos preciosos se hallan en forma monoatómica sin aportar

pruebas fehacientes. Quizás por esto fue rechazada en EEUU, o porque era peligrosa para otros intereses, quizás la minería de metales preciosos o la tecnología aeroespacial. Según Hudson, los elementos preciosos en este Estado M, son entre 10.000 y 100.000 veces más abundantes en la Naturaleza, que en el estado físico normal, pero al ser indetectables por los procesos analíticos normales, se consideran inexistentes. Precisamente, en la patente de Hudson, se detallan una serie de procesos químicos para pasar los elementos en Estado M a un estado normal, lo que permitiría la obtención de estos elementos en cantidades rentables. Pero debe tener sus fallos. Según Hudson, el Ormus del agua del Océano Pacífico contiene del 8 al 14 % de Oro, 30 % de Rodio y del 6 al 9 % de Iridio. El Ormus del agua del Mar Muerto, que ha recibido mucha energía solar, hasta un 70 % de Oro. De acuerdo a estos datos, el ORMUS del Mediterráneo, podría tener un 10 % de Oro. Se estima que el agua de mar tiene un promedio de 1 mg de Oro por 1000 l, una cantidad que no hace rentable su extracción. Pero estos 1000 litros nos darían 2000 gr. de sólidos de Ormus, (Borras, 2015).

3.1.2. Las características físico químicas comerciales del Ormus son las siguientes

- pH lavados 9,5.
- pH óptimo de Ormus consumo Humano 8,4.
- pH sangre: 7,4 a 7,6. Misma densidad que el agua de mar.
- pH agua mar: 8,2 a 8,8 (Mediterráneo-Atlántico).
- 1 litro de agua de mar contiene 37 gramos de sal. De los 37 gramos el 2% es Ormus, más o menos 0,72 gramos por litro.

En los lavados de Ormus se debe tener en cuenta lo siguiente:

- 2 veces de lavado de Ormus es recomendable para su utilización en plantas.
- 3 veces de lavado de Ormus es recomendable para su utilización en animales (<http://ormusperu.blogspot.com/2017/04/el-ormus-para-la-agricultura.html>, 2017).

Tabla 1. Análisis del Ormus en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

pH	10.7
Conductibilidad Eléctrica	1392 uS/cm
Carbonatos	150 ppm
Bicarbonatos	166 ppm
Cloruros	460.85 ppm
Dureza Total	820 ppm
Calcio	200 ppm
Magnesio	620 ppm
Sulfatos	185 ppm

Fuente: (Gamonal, 2018).

3.1.3. Ormus: propiedades agrícolas de súper-producción

Realmente el Ormus, es conocido desde la antigüedad, como una materia beneficiosa que se forma utilizando agua de mar en reacción con la sosa cáustica o carbonato sódico, cuando esta disolución llega a un pH 10,78 se precipita el Ormus. Se deja por unas 3 horas en reposo, formándose un precipitado blanco, se quita el agua sobrante y se dejan reposar de 12 horas más, el sedimento se retira y se lava tres o cuatro veces con agua normal (Taylor, 2017).

De un litro de agua de mar, se obtienen 150 o 100 ml de suspensión blanca de precipitado, esto es el ORMUS, ideal para la agricultura, que algunos llaman C-11, y que se utiliza sobre unos 250 ml por cada 100 metros cuadrados de tierra (Taylor, 2017).

El Dr. Taylor mandó con la espectrometría del precipitado, encontró Silicio, Calcio, Magnesio, Aluminio y otros elementos comunes, pero había trazas que no supieron

que eran. Hizo otros estudios en Rusia, y encontraron metales preciosos del grupo, Osmio, Iridio, Platino, Paladio y Rutenio (Carter , 2018).

Las propiedades fertilizantes del agua de mar, formando este precipitado ya fueron investigados por el Dr. Maynard Murray, en los años cuarenta. Él explica que, “el cloruro sódico es perjudicial para las plantas, pero cuando va acompañado de los sólidos completos del agua de mar, la toxicidad se pierde”. Probó en muchos lugares, consiguiendo excelentes resultados, no sólo en el tamaño de las plantas, sino en mayor cantidad de vitaminas, e incluso se hicieron más resistentes a las plagas y virus (Murray , 2013).

Las pruebas con cultivos vegetales son relativamente fáciles de controlar utilizando parcelas testigos. En China RP, el profesor Hou Tian Zhen, hizo una serie de pruebas en la Estación Experimental de An-Ning, comprobando que el Ormus aumentaba el rendimiento de judías tiernas en un 81 %, la remolacha dulce 67 % , la soja 29 % y el melón 65 %, con una mayor precocidad y resistencia a plagas y a la sequía. La hipótesis era que esas plantas tenían las estomas, aberturas por donde respiran, más dilatados, lo que facilitaba el intercambio gaseoso (<http://ormusperu.blogspot.com/2017/04/el-ormus-para-la-agricultura.html>, 2017).

Ha recogido datos de 42 cultivos que han mejorado rendimientos, precocidad y tamaño de sus frutos con Ormus, citando algunos: aguacate, alfalfa, algodón, ananá, bananas, café, ciruelas, coliflor, fresas, ginseng, girasol, kiwi, maíz, mandarinas, manzanas, melocotón, naranjas, nueces, pimientos, tomates, uva. También en floristería. Unos pocos resultados: En los cultivos industriales, que controlan rendimientos y se analiza la producción, estas mejoras son cuantificables. La alfalfa en una zona en la que se obtenían 3 cortes por año, pasó a 5, con una producción de

19 toneladas por hectárea, el primer año, y 25 el segundo, cuando la media de la región era 9 toneladas. Ello es coherente al pasar de 3 a 5 cortes. El contenido de proteína pasó del 21 al 29 % y TND, (Total Nutrientes Digestibles) del 70 al 80 %. Las vacas alimentadas con esta alfalfa dieron un 30% más de leche. Un cultivo delicado es el ginseng, que requiere una tierra descansada y de alta calidad, es muy sensible a las plagas. En EEUU, la suplementación con ORMUS, dio un rendimiento de 5600 Kg por hectárea, cuando el promedio son 1500 Kg. El principio activo del ginseng son los gingenósidos, de los que dio un contenido del 11 %, cuando el promedio normal es entre 6 y 8 %. Equivale a multiplicar el rendimiento por 3,5 y la producción total de gingenósidos por 5,3. Parece exagerado, pero hay que tener en cuenta que el ginseng es un cultivo muy especial, muy exigente, y posiblemente los rendimientos usuales en EEUU, sean muy inferiores a los de Corea, su hábitat natural (<https://estoesagricultura.com/como-hacer-ormus-para-uso-agricola/>).

La uva con Ormus, resultados en EEUU, Australia y Nueva Zelanda, rendimientos entre un 70 y 100 % más, con dos semanas de precocidad y un mayor contenido de azúcar. El café se incrementa entre un 50 y 100 %, con granos mayores y una alta calidad. Un cultivador de Puerto Rico ha incrementado la producción, y las plantas con solo tres años están a pleno rendimiento. Su maduración uniforme permite su cosechado en solo tres turnos, ahorrando mano de obra (Taylor, 2017).

Yendo a una hortaliza familiar, el tomate, cultivadores industriales informan de incrementos entre 67 y 100 %, con un período de producción del doble lo usual. Este tratamiento permite cortar la ramificación más baja, normalmente estéril y plantarla. Enraíza y llega a la plena producción en 45 días. En la estación experimental de An-

Ning se dobló la cantidad de flores, con un incremento de frutos del 27 % (Taylor, 2017).

En dos variedades de patatas, la roja y la Russet, con Ormus se obtuvieron mejoras del 90 % y los grados Brix, relacionados con los almidones, un 30 % más. Las plantas tuvieron una precocidad de 17 días, dentro de los tres meses normales. Todos estos resultados, divulgados por Dudley, (que advierte que algunos cultivos, como el maíz, han sido sometidos a otros tratamientos “energéticos”. Pero Dudley no es el único que divulga resultados. Hay varios lugares en los que además de estimar rendimientos muy superiores, pueden verse fotos de enormes calabazas, y monstruoso cannabis. Una de las ventajas que resaltan, además del rendimiento, es una mayor resistencia a las plagas y sobre todo una muy alta tolerancia a la sequía, lo que permite ahorrar riego (<https://www.ormus.es/ormus-la-agricultura/>).

El Ormus, que se utiliza como fertilizante. Se aplica en proporción entre 25 a 50 litros por hectárea, o sea de cuarto a medio litro por 100 metros cuadrados, 2,5 a 5 ml por metro cuadrado. También se utilizan las sales del Mar Muerto y del Gran Lago Salado de Utah, Las propiedades fertilizantes del agua de mar, directamente o sus sólidos completos, sin esta sencilla operación química, ya fueron investigados por el Dr. Maynard Murray entre los años cuarenta y sesenta del pasado siglo, más de veinte años de experiencias. Consiguió la colaboración del gobierno de los estados unidos y se hacía traer vagones cisterna con agua de mar de diversos océanos a Cincinnati, a 600 Km. de la costa. Según él, así como la sal, cloruro sódico, aislada, es perjudicial para las plantas, cuando va acompañada por los sólidos completos del agua de mar, pierde la toxicidad (<http://ormusperu.blogspot.com/2017/04/el-ormus-para-la-agricultura.html>, 2017).

El Dr. Roger Taylor, que publicó el artículo en NEXUS, hizo su propia experiencia doméstica. Dos surcos de patatas tratadas con Ormus marino le dieron 26 Kg y los controles 14 Kg, casi la mitad. Algunas zanahorias le pesaron casi medio kilo (<https://www.ormus.es/ormus-la-agricultura/>).

Han sonado alarmas por el temor a destinar tierra a cultivos para producción de carburantes, en detrimento de las destinadas a alimentos y provocar hambrunas, (ello ya ha empezado con la alarmante subida de los precios de los cereales) pero esto se podría corregir con una mayor productividad de los cultivos alimentarios. Además, aplicando Ormus a los cultivos de biocarburantes, se podría mejorar su rendimiento y requeriría menos tierras. El precio de los fertilizantes, con la excusa del petróleo, se ha doblado en un año. La aplicación de Ormus, permitiría reducirlos y suprimir algunos. Dos años más tarde, en los meses de verano, como “trébol de recerca” de un alumno de bachillerato del Institut Damià Campeny, se hizo una prueba en macetas de plástico, todas con una misma tierra virgen de bosque recién extraída, adicionada de abundante estiércol de caballo y previamente muy mezclada y uniformizada. Un total de 54 macetas de 4 l de capacidad, con tres hortalizas de desarrollo rápido, lechuga, espinaca y rabanito, con 3 variantes de 6 macetas cada una, A, testigo sin nada, B con abono standard 15, 15,15, Nitrógeno, Fósforo y Potasio, y Ormus de agua de mar. No se notaron diferencias entre unos y otros incluso los que tenían abono no se aventajaron, por lo que tampoco se pudo comprobar una posible actividad del Ormus. En todas las variantes los rendimientos fueron más bajos de lo normal que en la tierra de un huerto. O bien este ORMUS no es efectivo, o la prueba estaba mal hecha o la tierra no era la adecuada, o el proceso no funciona en macetas de plástico.

Con todo, aunque este ensayo fue inútil, por lo que hemos leído, estamos convencidos de que el producto que llamamos Ormus, al menos en agricultura, tiene un potencial que merece ser investigado en serio. Ello es importante de cara a un futuro con escasez de agua dulce, ya que por una parte los cultivos con Ormus producen más cantidad con la misma agua y por otra son más resistentes (Borras, 2015).

Así como el efecto de la ingestión directa de Ormus sobre la salud es discutible, el efecto positivo de la ingesta de alimentos cultivados con él, o con sólidos totales marinos, al menos en animales, parece mucho más comprobado. Aunque es difícil creer que los efectos del Ormus en Agricultura se deban a un enigmático e incomprensible contenido en metales preciosos, no comprobable por las técnicas analíticas usuales, lo importante es que funcione, y eso sí se puede comprobar. De todos modos, Dudley cita un trabajo de la Universidad A&M de Texas, donde se comprobó el rendimiento, que es un centro con prestigio, con soja y aumento de rendimiento del 30 % (Borras, 2015).

Si los ensayos fueran positivos, el proceso sería fácilmente industrializable reciclando barcos pesqueros obsoletos provistos de la correspondiente instalación de precipitación en continuo, y maquinaria, centrifugadoras, para reducir el precipitado de Ormus, al mínimo volumen. Recogerlo en alta mar y posteriormente acabar de purificarlo en tierra. Un proyecto más ambicioso sería un buque factoría que llegara hasta la obtención de un Ormus desecado, con un rendimiento de 2 kilos por 1000 litros de agua tratada (Borras, 2015).

3.2. Orina Humana

La orina es una solución acuosa formada por más de un 95% de agua, urea, creatinina, iones disueltos (cloruro, sodio, potasio, entre otros), compuestos orgánicos e inorgánicos o sales. La mayoría de estos permanecen en la solución, sin embargo, sustancias ricas en fósforo tienden a sedimentarse en los contenedores de almacenamiento e higienización (Liji, 2019).

3.2.1. Composición de la Orina Humana

Sobre el 99 por ciento de solutos urinarios se componen de solamente 68 sustancias químicas que tengan una concentración de 10 mg/l o más. 42 composiciones están realmente implicadas. Pueden ser clasificadas como sigue:

- Electrolitos tales como sodio, potasio, calcio, magnesio y cloruro
- Sustancias químicas nitrogenadas tales como urea y creatinina
- Vitaminas
- Hormonas
- Ácidos orgánicos tales como ácido úrico
- Otras composiciones orgánicas

Fuente: (Liji, 2019).

Para la obtención del Ormus de la orina humana se revisó las siguientes páginas web y YouTube donde se menciona las cantidades obtenidas de litro de orina (https://www.youtube.com/watch?v=wYxq4HSKP_g, 2018).

Tabla 2. Diferencias entre las teorías Acido-Base

Teoría	Arrhenius	Brönsted-Lowry	Lewis
Definición de Acido	Cede H ⁺ en agua	Cede H ⁺	Captador de e ⁻
Definición de Base	Cede OH ⁻ en agua	Acepta H ⁺	Donador de e ⁻
Neutralización	Formación de agua	Transferencia de H ⁺	Formación de enlace covalente coordinado
Ecuación	$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$	$HA + B^- \rightarrow A^- + BH$	$A^+ + B^- \rightarrow A-B$
Limitación	Solo soluciones acuosas	Solo transferencia de H ⁺	Teoría general

Fuente: (http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4856/html/13_comparacion_de_teoras_cidobase.html).

3.3. Forraje Verde Hidropónico

De acuerdo a Huterwal & Ñíguez, citado por Corona, La producción del FVH es tan solo una de las derivaciones prácticas que tiene el uso de la técnica de los cultivos sin suelo o hidroponía y se remonta al siglo XVII cuando el científico irlandés Robert Boyle (1627-1691) realizó los primeros experimentos de cultivos en agua. Pocos años después, sobre el final de dicha centuria, John Wood Ward produjo germinaciones de granos utilizando aguas de diferentes orígenes y comparó diferentes concentraciones de nutrientes para el riego de los granos, así como la composición del forraje resultante (Corona, 2011).

Es el resultado del proceso de germinación de granos de cereales que se realiza durante un periodo de 8 a 15 días, captando energía del sol y utilizando los nutrientes contenidos en la propia semilla. La producción de germinados está considerado como un sistema hidropónico, debido a que éste se realiza sin suelo, lo que permite producir a partir de semillas colocadas en bandejas, una masa forrajera de alto valor nutritivo, consumible al 100 %, con una digestibilidad de hasta 90 %, limpio y libre de contaminaciones (Tarrillo, 2008).

Dentro del contexto anterior, el forraje verde hidropónico representa una alternativa de producción de forraje para la alimentación de corderos, cabras, terneros, vacas en ordeño, caballos de carrera; otros rumiantes; conejos, pollos, gallinas ponedoras, patos, cuyes y chinchillas entre otros animales domésticos y es especialmente útil durante períodos de escasez de forraje verde (Flores, 2015).

En innumerables ocasiones han ocurrido pérdidas importantes de ganado y de animales menores como consecuencia de déficits alimentarios o faltas de forraje, henos, ensilajes o granos para alimentación animal. Estos fenómenos climatológicos adversos, tales como las sequías prolongadas, nevadas e inundaciones, vienen incrementando significativamente su frecuencia en estos últimos años, afectando negativamente la producción o limitando el acceso al forraje producido en forma convencional para alimentación de los animales (Rodríguez, 2005).

Asimismo, el frecuente anegamiento de los terrenos por exceso de precipitaciones limita por períodos prolongados la disponibilidad de alimento verde fresco por parte de los animales causando en general, alta mortalidad y pérdidas de peso o de producción. Estos fenómenos naturales adversos, cada vez más comunes producto de la alta variabilidad climática, ocurren sin que se cuenten muchas veces con suficientes reservas de pasturas, henos o ensilados. Ello redundaría en la necesidad de contar con alternativas de producción de forraje que permitan paliar o prevenir pérdidas productivas (abortos, pérdida de peso, escaso volumen de leche, demoras y/o problemas de fertilidad, etc.) especialmente a nivel de los pequeños y medianos productores ganaderos o de animales menores. Frente a estas circunstancias de déficit alimentario, surge como una alternativa válida, la implementación de un sistema de producción de FVH (Rodríguez, 2005).

La palabra Hidroponía deriva del griego Hidro (agua) y Ponnos (labor trabajo) lo cual significa literalmente trabajo en agua. La Hidroponía es una ciencia que estudia los cultivos sin tierra. Cuando se habla de hidroponía extiende a asociarlo con el Japón como poseedor de alta tecnología. La hidroponía no es una técnica moderna, sino una

técnica ancestral; en la antigüedad hubo cultura y civilizaciones que la usaron como medio de subsistencia (Correa , 2009).

Hidroponía, es un conjunto de técnicas que permite el cultivo de plantas en un medio libre de suelo. La hidroponía permite en estructuras simples o complejas producir plantas principalmente de tipo herbáceo aprovechando sitios o áreas como azoteas, suelos infértiles, terrenos escabrosos, invernaderos climatizados o no, etc. A partir de este concepto se desarrollaron técnicas que se apoyan en sustratos (medios que sostienen a la planta), o en sistemas con aportes de soluciones de nutrientes estáticos o circulantes, sin perder de vistas las necesidades de la planta como la temperatura, humedad, agua y nutrientes (Corona, 2011).

Con la técnica de cultivo sin suelo es posible obtener hortalizas de excelente calidad y sanidad, permitiendo un uso más eficiente del agua y los nutrientes. Basados en la experiencia, los rendimientos por unidad de área cultivada son altos debido a una mayor densidad, mayor productividad por planta y eficiencia en el uso de los recursos agua, luz y nutrientes (Corona, 2011).

3.4. Ventajas y Desventajas del Forraje Verde Hidropónico

3.4.1. Ahorro de agua

En la producción del forraje verde hidropónico las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración son mínimas al comparar con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras, cuyas eficiencias varían entre 270 a 635 litros de agua por kg de materia seca. Alternativamente, la producción de 1 kg de FVH requiere 2-3 litros de agua con un porcentaje de materia seca que oscila, dependiendo de la especie forrajera, entre un 12% a 18% (Sánchez C. A., 2000).

Uno a dos litros para producir entre 2 a 3 kilogramos de FVH. 8 litros para 1 kilogramo de materia seca (Aguirre, *et al.* 2014).

(Carámbula & Terra, 2000), citado por FAO, realizaron un Manual técnico de Forraje Verde Hidropónico cuyos datos recopilamos y se muestra en la tabla n° 3.

Tabla 3. Gasto de agua para producción de forraje en condiciones de campo

Especie	Litros de agua / kg materia seca (promedio de 5 años)
Avena	635
Cebada	521
Trigo	505
Maíz	372
Sorgo	271

Fuente: (FAO, 2001).

3.4.2. Eficiencia en el uso del espacio

El sistema de producción de forraje verde hidropónico puede ser instalado en forma modular en la dimensión vertical lo que optimiza el uso del espacio útil (FAO , 2001).

3.4.3. Eficiencia en el tiempo de producción

Trabajos de validación de tecnología sobre Forraje Verde Hidropónico han obtenido cosechas con una altura promedio de 30 cm y una productividad de 12 a 18 kilogramo por cada kilogramo. De semilla utilizada a los 15 días de instalado el cultivo y en una situación climática favorable para el desarrollo del mismo (Palomino, 2008).

La producción de FVH tiene un ciclo de 12 a 20 días, dependiendo de las condiciones de temperatura, luminosidad, humedad, entre otros (Aguirre, et al., 2014).

3.4.4. Inocuidad

Con el forraje verde hidropónico los animales no comen malezas, pastos pisoteados o con desechos orgánicos de los mismos animales, de esta forma los procesos de metabolismo y absorción del alimento es óptima (Aguirre, *et al.*, 2014).

3.4.5. Calidad del forraje para los animales

El forraje verde hidropónico, es un forraje de alta calidad, superior a otros forrajes, el cual se suministra a los animales en forma completa (hojas, tallos, semilla y raíces) constituyendo una completa formula de carbohidratos, azúcares, proteínas, minerales y vitaminas. Su aspecto, sabor, color y textura le confieren gran palatabilidad a la vez que aumenta la asimilación de otros alimentos (Tarrillo, 2007).

Cosechado a los 12 días y con unos 20 a 30 cm de altura, el forraje verde hidropónico es rico en vitaminas A y E, contiene carotenoides, y además, importantes cantidades de hierro, calcio y fósforo, su digestibilidad es alta debido a baja presencia de lignina y celulosa (Aguirre, *et al.*2014).

3.4.6. Costos de producción

Las inversiones necesarias para producir forraje verde hidropónico dependerán del nivel y de la escala de producción. Investigaciones recientes sostienen que la rentabilidad de la producción del forraje verde hidropónico es lo suficientemente aceptable como para mejorar las condiciones de calidad de vida del productor con su familia, favoreciendo de este modo su desarrollo e inserción social, a la vez de ir logrando una paulatina reconversión económica – productiva del predio (Sánchez C. A., 2000).

3.5. Desventajas

3.5.1. Desinformación y falta de capacitación

En la producción de forraje verde hidropónico se debe considerar la especie forrajera y sus variedades, su comportamiento productivo, plagas, enfermedades, requerimientos de agua, nutrientes, condiciones de luz, temperatura, humedad relativa, entre otros. Asimismo, la producción de forraje verde hidropónico es una actividad continua y exigente en cuidados diariamente, por lo que la falta de conocimientos e información pueden representar desventajas para los productores (Aguirre, *et al.*, 2014).

3.5.2. Costos de instalación

Algunos autores mencionan como desventaja el costo de instalación, sin embargo, se ha demostrado que utilizando estructuras de invernaderos de bajo costo (tipo túneles), se pueden obtener excelentes resultados.

3.5.3. Bajo contenido de materia seca

En general, el FVH tiene bajo contenido de materia seca, lo que se resuelve agregando diversos rastrojos o alimento concentrado para complementar la ración en la alimentación del ganado (Juárez, *et al.*, 2013).

3.6. Factores que influyen en la producción de forraje verde hidropónico (FVH)

Para asegurarnos el éxito en la producción de este alimento tenemos que considerar los siguientes factores (Palomino, 2008).

3.6.1. Calidad de la Semilla

Si bien todo depende del precio y de la disponibilidad, la calidad no debe ser descuidada. El usar semillas más baratas, o cultivares desconocidos, puede constituir una falsa economía, por lo tanto, hacer fracasar el nuevo emprendimiento (FAO, 2001).

Establece que el porcentaje mínimo de germinación de la semilla debe ser de 70 - 75%; además que debe estar limpia y que el lote no debería contener semillas partidas ni semillas de otros cultivares comerciales, ni tampoco se puede utilizar semillas tratadas con insecticidas o fungicidas (Mendoza, 2009).

No se recomienda el uso de semilla certificada por el alto costo que representa frente a la semilla de origen artesanal, estas semillas deben tener un buen porcentaje de germinación para evitar pérdidas en la producción de FVH. Deben estar libres de piedras, pajas, tierra, semillas partidas y semillas de otras plantas (Aquino, 2010).

3.6.2. Luz

Para producir forraje verde hidropónico en forma óptima, es necesario que, durante los primeros tres días, las bandejas permanezcan en un ambiente de poca luminosidad, pero con oportuno riego para favorecer el crecimiento del brote de raíces, a partir del cuarto día hasta la cosecha es necesario un ambiente con buena luminosidad y que la distribución de la luz sea homogénea sobre las bandejas. Si el ambiente es muy cerrado se puede recurrir al uso de luz artificial (fluorescente),

iluminando las bandejas por un máximo de 12 a 15 horas. No se debe exponer las bandejas directamente al sol (Alvarado, 2011).

Advierte que, si no existiera luz dentro de los recintos para FVH, la función fotosintética no podría ser cumplida y por lo tanto no existiría producción de biomasa. La radiación solar es esencial para el crecimiento vegetal, sin embargo, se debe tomar en cuenta un buen manejo de la luz en los diferentes estados de desarrollo de la planta (FAO, 2001).

3.6.3. Temperatura

La temperatura es una de las variables más importantes en la producción de forraje verde hidropónico, ello implica efectuar un debido control sobre la misma (FAO, 2001).

El rango óptimo para la producción de granos de cebada y avena está entre los 15°C y 30 °C. Asimismo, indica que la temperatura debe mantenerse lo más constante posible ya que temperaturas bajas retardan el crecimiento, y temperaturas altas en combinación con una alta humedad puede causar problemas fitosanitarios como la aparición de hongo (Aquino, 2010).

Sugiere que es necesario tener instalado un termómetro de máxima y mínima para el control diario de temperaturas y detectar rápidamente posibles problemas debido a variaciones del rango óptimo de la misma (Palomino, 2008).

3.6.4. Humedad

El cuidado de la humedad en el interior del invernadero es muy importante y se debe tener una humedad relativa de 65 a 70%. Valores superiores a 90% sin una buena ventilación puede causar graves problemas fitosanitarios debido fundamentalmente a enfermedades fungosas difíciles de combatir y eliminar (Alvarado, 2011).

3.6.5. Calidad del agua para riego

La condición básica del agua para riego en sistemas hidropónicos es su característica de potabilidad. Su origen puede ser de pozo, de lluvia, o agua corriente de cañerías. Si el agua disponible no es potable, tendremos problemas sanitarios y nutricionales con el FVH, razón por la cual la calidad del agua no puede ser descuidada (FAO, 2001).

3.7. SEMILLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE HIDROPÓNICO

3.7.1. Cebada (*Hordeum vulgare*)

Es un cereal anual cultivado sobre todo por su grano muy usado como alimento humano, para fabricar bebidas y como alimento del ganado como forraje. La cebada se usa en países templados y subtropicales para pastoreo y como heno en áreas muy secas o en suelos excesivamente alcalinos (FAO, 2014). Como se aprecia en la tabla n° 4.

Tabla 4. Valor nutritivo de la Cebada (*Hordeun vulgare*)

Valor nutritivo	Base seca	Unidad de medida
Energía	3216	(Kcal/Kg.MS)
Proteína cruda	19.4	(%)
Digestibilidad	81.0	(%)
Grasa	3.2	(%)
Carbohidratos	58.4	(%)

Fuente: (Gómez, 2007).

3.7.2. Vicia (*Vicia sativa*)

La vicia o veza, (*Vicia sativa*) es una leguminosa anual, con hojas imparipinnadas, aunque con el foliolo terminal transformado en zarcillo. Es originaria del centro y sur de Europa y el norte de África. Se suele cultivar en zonas de clima mediterráneo o con influencia mediterránea y con inviernos no muy fríos. Como anual, tolera perfectamente la sequía, aunque es relativamente exigente en precipitaciones durante su periodo vegetativo, sobre todo en primavera. A pesar de ello, no soporta el encharcamiento, y en climas húmedos es bastante sensible a diversas enfermedades. Es de porte erecto, y dispone de zarcillos, por lo que conviene sembrar mezclada con cereales generalmente avena o cebada que se desarrollen a la vez, o ligeramente antes, para que la veza utilice al cereal como tutor. Además, la mezcla posee una composición bromatológica muy equilibrada (Ayanz, 2007).

3.8. Proceso de producción de forraje verde hidropónico

3.8.1. Selección de la semilla

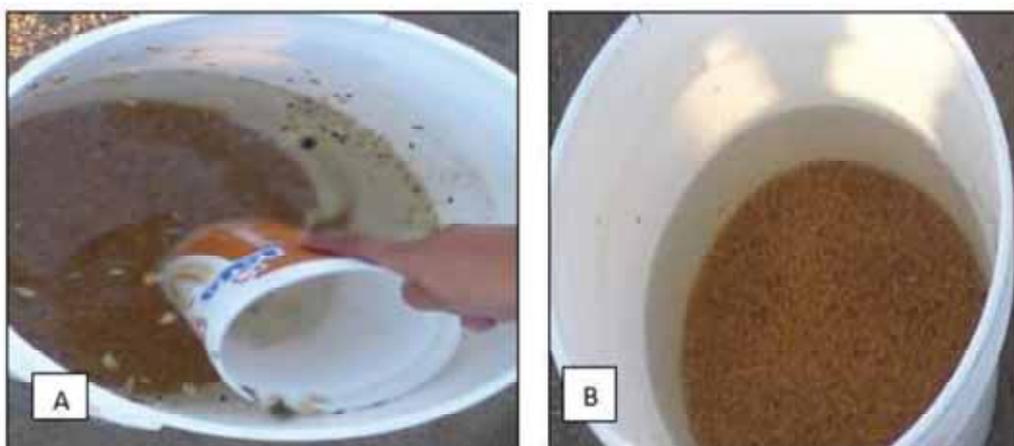
En términos ideales, se debe usar semilla de buena calidad, de origen conocido, adaptadas a las condiciones locales, disponibles y de probada germinación y rendimiento. Es muy conveniente también que las semillas elegidas para nuestra producción de forraje, se encuentren libres de impurezas las que son luego fuente de contaminación, y que procedan de plantas que estén libres de plagas y enfermedades, no debiendo utilizarse semillas tratadas con fungicidas (FAO, 2001), para ello, se hace una selección manual de las semillas para eliminar todas aquellas que estaban en mal estado (semillas partidas) y cuerpos extraños (Vargas , 2008).

Para este tipo de forraje se utiliza principalmente semillas de gramíneas, como trigo, avena, centeno, triticale, cebada, o maíz. El uso de ellas, se debe fundamentalmente a la oferta en zonas de secano, y a su bajo costo durante todo el año. En el caso del trigo, se requiere semilla de trigo corriente, la que normalmente el productor del secano siembra en su predio, y para ello es necesario contar con un porcentaje de germinación de la semilla sobre un 90%, y que además esté libre de semillas de malezas u otros elementos (Abarca, *et al.*, 2016).

3.8.2. Desinfección y lavado de semillas

La desinfección de las semillas, tiene como principal objetivo disminuir o anular la proliferación de hongos durante el crecimiento del forraje. Para ello, una forma sencilla y económica de desinfectar la semilla posterior a la etapa de pre-germinación, es sumergir la semilla en una solución de hipoclorito de sodio (Cloro) al 1%, es decir, 10 ml de cloro en 1 litro de agua limpia, y por un tiempo no mayor a los 2 minutos, porque un tiempo mayor podría dañar la viabilidad de la semilla. Posterior a la desinfección con cloro, se procede a un enjuague con agua limpia, y finalmente se realiza la siembra directa sobre las bandejas (Abarca, *et al.*, 2016)

La semilla se sumergió en agua, con el fin de eliminar todo el material que flote, se drenó y se sumergió en agua con un 2% de hipoclorito de sodio por quince minutos después de este periodo se drenó de nuevo, se le dio un lavado rápido y se pasó a la pre germinación. Para prevenir hongos y enfermedades en el forraje, se realizó una desinfección previa a las bandejas para FVH, para lo cual se las sumergió durante 15 minutos a cada bandeja en un contenedor con una mezcla de 1 ml de cloro por cada litro de agua, después se las enjuagó con agua natural hasta no mantener ningún rastro de cloro (Castillo, 2017). Como se aprecia en la fotografía n° 1-A y 1-B.



Fotografía 1. 1 - A) Lavado de semilla y 1 - B) Desinfección de la semilla
Fuente: (Castillo, 2017).

3.8.3. Remojado de la semilla

Esta etapa consiste que las semillas deben sumergirse completamente en agua limpia por un período no mayor a las 24 horas para lograr una completa imbibición. Finalizado las 24 horas de remojo (escurrirlas), orearlas durante 1 hora (FAO, 2001).

Esta etapa es fundamental, para alcanzar el éxito en la producción de forraje verde hidropónico. Se procede a la imbibición de la semilla para activar el proceso de germinación. En esta fase, las semillas se embeben en agua limpia durante un período máximo de veinticuatro (24) horas, considerando a las 12 horas un receso u oreado de 1 hora, para generar oxigenación adecuada a la semilla, lo que se consigue vaciando el recipiente del agua. Transcurrida la hora de receso, se llena de agua limpia el recipiente que contiene las semillas, y se continúa con el proceso de imbibición. En esta etapa, es necesario eliminar las impurezas o semillas que no germinaran (inviabiles), que son aquellas que flotan en el agua, Es recomendable, que el recipiente utilizado para el remojo de la semilla sea de material plástico, y no necesariamente translúcido (FAO, 2001).

En evaluaciones realizadas por INIA, para las semillas de trigo, centeno y cebada, se ha determinado que con una inhibición 24 horas, la germinación de la semilla alcanza un porcentaje superior al 90%. Suficiente como para lograr un forraje verde hidropónico de calidad (Abarca, *et al.*, 2016). Como se aprecia en la fotografía n° 2.



Fotografía 2. Proceso de remojo o pre-germinación de semillas.

Fuente: (Abarca, *et al.*2016).

3.8.4. Dosis de siembra

Seleccionar y pesar entre 300 a 350 gramos de semilla por cada bandeja de 35 cm x 45 cm. Se considera el peso de semilla húmeda pesada inmediatamente después de la etapa de remojo (Aguirre *et al.*, 2014).

Las dosis óptimas de semillas a sembrar por metro cuadrado oscilan entre 2,2 kilos a 3,4 kilos considerando que la disposición de las semillas o "siembra" no debe superar los 1,5 cm de altura en la bandeja (FAO, 2001).

3.8.5. Siembra

Las semillas pre-germinadas se distribuyeron en cada bandeja a una densidad de siembra de 1.5 kg/0.5m², las cuales formaron una capa de 1.5 cm de espeso (Yanarico, 2015).

3.8.6. Germinación

Las semillas necesitan de ciertos factores externos para poder desarrollar su proceso de germinación. Entre los más importantes se mencionan temperatura, humedad, oxígeno, y oscuridad. Cuando uno o más factores son deficientes, existe la probabilidad que la germinación y la formación de la planta no llegue a buen término para dar la oscuridad adecuada y suplir la capa de suelo presente en una siembra tradicional, las semillas deben ser ubicadas en una cámara oscura, o se tapan con un plástico color negro. Tanto el material, como el color, otorgarán la temperatura y oscuridad requerida para la germinación de las semillas. El retiro de las semillas germinadas desde la cámara de oscuridad, y traslado a su ubicación final en estanterías o repisas, debe ser hecho cuando el brote alcance un crecimiento de 2 cm aproximadamente (Abarca, *et al.*, 2016).

3.8.7. Ubicación en estructuras de producción de forraje verde hidropónico y riego

Una vez que las bandejas se han retirado de la cámara de oscuridad y los brotes del forraje alcanzaron un crecimiento de al menos 2 cm, se procede a ubicar las bandejas en las estanterías o repisas definitivas de estructuras para la producción del forraje verde hidropónico. El objetivo que se persigue, es conseguir que el forraje quede expuesto a la luz, temperatura, y una alta humedad relativa. Idealmente, las estructuras de producción de forraje verde hidropónico, deben contar con un sistema de riego por aspersion de gotas finas, con la finalidad de humedecer el forraje de forma homogénea en todos sus niveles. El agua a aplicar con riego, puede ser realizado con aplicadores manuales, pulverizadores de mochila, o aspersores conectados a una fuente de agua. Los riegos se deben realizar 3 a 5 veces por día, en la etapa de crecimiento, y dependiendo del tamaño del forraje y la temperatura ambiente a la cual esté sometido (Abarca, *et al.*, 2016).

El riego de las bandejas de crecimiento del FVH debe realizarse sólo a través de micro aspersores, nebulizadores y hasta con una sencilla pulverizadora o mochila de mano. El riego por inundación no es recomendado dado que causa generalmente excesos de agua que estimulan la asfixia radicular, ataque de hongos y pudriciones que pueden causar inclusive la pérdida total del cultivo (FAO, 2001).

3.8.8. Crecimiento

En el proceso de crecimiento interviene varios factores que actúan interrelacionada mente, como son: absorción de la solución nutritiva, movilización de nutrientes, luminosidad, humedad y temperatura (Tarrillo, 2008).

3.8.9. Cosecha

Cuando el forraje haya alcanzado una altura superior a los 20 cm, que se alcanza aproximadamente en 15 días, se encuentra en condiciones de ser cosechado y en condiciones para ser entregado a los animales. El forraje no requiere de cortes, la entrega a los animales es total incluyendo las raíces, pues la masa vegetativa queda dispuesto como un bloque, el cual es de fácil entrega (Abarca, *et al.*2016).como se aprecia en la fotografía n° 3.



Fotografía 3. Cosecha de forraje verde hidropónico dispuesto como un bloque, incluyendo raíces, tallos y hojas.

Fuente: (Abarca, *et al.*, 2016)

Gracias al poder germinativo de la semilla, agua y energía solar, se logra de 1 Kg de semilla 6 a 8 kg de forraje verde hidropónico (Tarrillo, 2008).

(Núñez, 1988; Less 1983, Peer y Lesson 1985, Santos 1987, Dosal1987; citados por la FAO, 2001) La mayor riqueza nutricional de un FVH alcanza a los días 7 y 8, por lo que un mayor volumen y peso de cosecha debe ser compatibilizado con la calidad dado que el factor tiempo pasaría a convertirse en un elemento negativo para la eficiencia de la producción. Se ha documentado que períodos de 7 a 10 días son más que suficientes para completar el ciclo en un cereal sembrado para Ciclos más largos no serían convenientes debido a la disminución de materia seca y de calidad en general del FVH resultante (FAO, 2001).

Se ha documentado que períodos de tiempo de 7 a 10 días son más que suficientes para completar el ciclo en un cereal sembrado para FVH, ciclos más largos no serían convenientes debido a la disminución de materia seca y de calidad en general del forraje resultante (Palomino, 2008).

Sin embargo, señala que en zonas como el altiplano la cosecha se debe realizar al cabo de 15 y 22 días, en este transcurso cada kg de semilla se habrá convertido en una masa forrajera de 7 Kg, siempre y cuando se ofrezcan condiciones favorables. El mismo autor señala que el punto que indica la cosecha es cuando las hojas tienden a perder el vigor y se postran es decir se caen (Aquino, 2010).

3.9. Producción de materia seca, proteína Total y digestibilidad de la proteína Total del forraje verde hidropónico

3.9.1. Análisis de materia seca del forraje verde hidropónico de Cebada

En el trabajo realizado en cuenca - Ecuador sobre fertilización de forraje verde hidropónico de Cebada (*Hordeum vulgare*), con solución nutritiva, cuyo resultado fueron recopilados y se muestra a continuación en la tabla n° 5.

Tabla 5. Determinación de porcentaje de humedad y el contenido de materia seca, en 3 tratamientos de pastos

Resultados		
Muestra	Humedad (%)	Materia seca (%)
T1	90,81	9,19
T2	90,60	9,40
T3	91,00	9,00

Fuente: (Orella, 2015)

3.9.2. Materia seca de la ración de forraje Verde Hidropónico de Cebada y Vicia

Se evaluó el porcentaje de materia seca del forraje verde hidropónico de cebada y vicia en el laboratorio de la Universidad Nacional de Huancavelica, Donde se apreció que existe mayor cantidad de humedad en el forraje verde hidropónico y por ende la materia seca es mínima.

Tabla 6. Porcentaje de materia seca del forraje verde hidropónico de Cebada y Vicia

FVH	Cebada	Vicia
% MS	9,49	7,57

Fuente: (Ramirez, 2015).

3.9.3. Producción de la Materia seca “Kayra – Unsaac”

En la tabla 7 se muestra los promedios aritméticos de la producción de materia seca, en Kg/m², de los doce tratamientos, en los tres tiempos de cosecha observándose diferencias de promedios entre todos los tratamientos. El mayor promedio se ha dado en tratamiento 9, que es Nitrofoska con 70% de Cebada y 30% de vicia, a los 14 días de cosecha, con 15.51 Kg/m², con respecto a los demás tratamientos, por lo que también hay una relación directa para esta variable, a mayor número de días de cosecha, mayor es la producción de la materia seca.

Tabla 7. Resultados promedio de materia seca en las tres etapas de cosecha en kg/m²

Fuentes de Nutrientes	Densidades (%)	Tratamiento	Día 10	Día 12	Día 14
Humus de Lombriz	90 C 10 V	1	6,95	7,70	8,77
	80 C 20 V	2	7,32	9,76	10,60
	70 C 30 V	3	10,32	11,29	13,02
Biol	90 C 10 V	4	5,18	6,38	7,08
	80 C 20 V	5	5,99	6,05	7,52
	70 C 30 V	6	7,14	6,85	8,27
Nitrofoska	90 C 10 V	7	11,43	13,10	12,81
	80 C 20 V	8	14,55	13,95	14,99
	70 C 30 V	9	12,98	13,93	15,51
Testigo	90 C 10 V	10	4,36	4,72	4,98
	80 C 20 V	11	4,09	4,92	5,62
	70 C 30 V	12	52,233	5,10	6,16

Fuente: (Vera, 2002)

Juan José, (1987), citado por Organización de las Naciones unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) realizaron un Manual técnico de Forraje Verde Hidropónico cuyos datos recopilamos y se muestra a continuación.

Tabla 8. Análisis comparativo del valor nutricional del grano de avena y el forraje verde hidropónico obtenido de las semillas de avena a los 10 cm de altura y 13 días de crecimiento

Nutriente o Factor	Grano	FVH
Materia seca (%)	91,0	32,0
Cenizas (%)	2,3	2,0
Proteína Bruta (%)	8,7	9,0
Proteína Verdadera (%)	6,5	5,8
Pared Celular (%)	35,7	56,1
Contenido Celular (%)	64,3	43,9
Lignina (%)	3,6	7,0
Fibra Detergente Ácido (%)	17,9	27,9
Hemicelulosa (%)	17,8	28,2

Fuente: (FAO, 2001).

Sepúlveda (1994), citado por Ramírez (2015), compara las características nutricionales del forraje verde hidropónico de cebada comparado con otros alimentos (Ramírez, 2015)

Tabla 9. Comparación entre las características del forraje verde hidropónico (Cebada) y otras fuentes alimenticias

Parámetro	FVH(cebada)	Concentrado	Heno	Paja
Energía (kcal/kg MS)	3 216	3 000	1 680	1 392
Proteína Cruda (%)	25	30,0	9,2	3,7
Digestibilidad (%)	81,6	80	47,0	39,0
Kcal energía Digestible/kg	488	2,160	400	466
kg Proteína Digestible/Tn	46,5	216	35,75	12,41

Fuente: (Ramírez, 2015).

3.9.4. Composición química del forraje verde hidropónico de diferentes especies

En la Tesis realizada, por Marcia Mónica Sinchiguano en Riobamba Ecuador “muestra la composición química de los diferentes Forraje Verde Hidropónico. EL contenido de MS en los forrajes evaluados, presenta un promedio de 21.2% determinándose un mayor contenido de materia seca en el forraje verde hidropónico de avena con un promedio de 26.2% y el menor valor de MS en FVH de trigo con un promedio de 16.4%, los demás promedios se distribuyen dentro de este rango.

El contenido de proteína cruda en los diferentes forrajes evaluados, presenta un promedio de 13.9%, determinándose un mayor contenido de proteína cruda en el FVH de vicia con un promedio de 20.6% y el menor valor de proteína cruda en FVH de avena con un promedio de 9.25, lo que se detalla en la tabla n° 10.

Tabla 10. Valoración nutritiva de diferentes especies de forraje verde hidropónico

VARIABLES	FORRAJES						
	Alfalfa	Trigo	Avena	Maíz	Cebada	Vicia	X
Humedad total (%)	76,0	83,6	73,8	83,0	76,8	79,5	78,8
Materia seca (%)	24,0	16,4	26,2	17,0	23,3	20,6	21,2
Proteína cruda (%)	16,7	14,2	9,2	12,3	10,1	20,6	13,9
Extracto etéreo (%)	2,1	3,0	3,0	4,1	3,2	3,0	3,1
Fibra cruda (%)	24,7	25,9	22,1	24,2	12,5	24,5	22,3
Ceniza (%)	9,7	3,3	3,0	2,5	2,4	3,0	4,0
Materia orgánica (%)	90,3	96,7	97,0	97,5	97,6	97,0	96,0
Extracto libre de							
Nitrógeno (%)	56,5	57,0	65,7	59,4	74,3	51,9	60,8

X: media general

Fuente: (Monica, 2008).

En el artículo escrito por el ing. Tarrillo titulada “Producción de Forraje Verde Hidropónico en Arequipa – Perú” se muestra a continuación en la tabla n°11.

Tabla 11. Características del forraje verde hidropónico

Parámetro	Valor	Unidad
Digestibilidad	80-92	%
Proteína cruda (%)	13-20	%
Fibra cruda	12 –25	%
Grasa	2,8-5,37	%
E.L. N	46-67	%
N.D. T	65-85	%
Vitamina A	25,1	UI/kg
Vitamina C	45,1-154	mg/kg
Vitamina E	26,3	UI/kg
Calcio	0,11	%
Fosforo	0,30	%
PH	6,0-6,5	%
Palatabilidad	Excelente	
Materia seca	12 - 20	%

ELN: Extracto Libre de Nitrógeno; NDT: Nutrientes Digestibles Totales

Fuente:(Tarrillo, 2002).

3.9.5. Calidad de forraje

Trabajo de investigación realizado por Aguilar en Producción de Forraje Verde Hidropónico con la Variedad Centenaria (cebada) con solución nutritiva de acuerdo a la necesidad del cultivo “solución la molina “dicho análisis fue realizado en el laboratorio del módulo de servicios de Tacna CITELAB y se muestra a continuación en la siguiente tabla n° 12.

Tabla 12. Resultado de los análisis físico – químico del forraje verde hidropónico

Análisis Físico Químico del Forraje				
Ítem	Ensayo	Maíz chala (%)	FVH (%)	Método
1	Determinación de humedad	85,92	83,05	Gravimétrico
2	Determinación de Cenizas Total	3,39	0,67	Gravimétrico
3	Determinación de Grasa	0,19	0,56	Soxlet
4	Determinación de Fibra Bruta	0,88	0,94	Hidrolisis Acido – Base
5	Determinación de Proteínas	8,59	11,98	Micro - Kjeldahl
6	Determinación de Carbohidratos	1,03	2,8	
	por diferencia			

Laboratorio: Módulo de Servicios Tacna- CITE agroindustrial

Fuente: (Aguilar, 2013).

3.9.6. Contenido de Proteína cruda “K’ayra – Cusco”

En la tabla n°13 se muestran los promedios aritméticos del contenido de proteína cruda, en Kg/m², de los doce tratamientos, en los tres tiempos de cosecha observándose diferencias de promedios entre todos los tratamientos .El mayor promedio se ha dado en el tratamiento 8, que es Nitrofoska con 80 % de Cebada y 20 % de vicia, a los 10 días de cosecha, con 4.60 Kg/m², con respecto a los demás tratamientos, en este caso la relación es inversa , a mayor número de días de cosecha , menor es el contenido de proteína cruda .todo lo anteriormente dicho (Vera, 2002).

Tabla 13. Resultados promedio del contenido de la proteína cruda en los tres días de cosecha (kg/m²)

Fuentes de Nutrientes	Densidades (%)	Tratamiento	10	12	14
Humus de Lombriz	90 C 10 V	1	2,09	1,93	1,75
	80 C 20 V	2	2,35	2,59	2,19
	70 C 30 V	3	3,05	2,99	2,72
Biol	90 C 10 V	4	1,51	1,55	1,38
	80 C 20 V	5	1,71	1,48	1,42
	70 C 30 V	6	2,27	1,77	1,80
Nitrofoska	90 C 10 V	7	3,45	3,52	2,56
	80 C 20 V	8	4,60	3,96	3,12
	70 C 30 V	9	4,26	3,96	3,43
Testigo	90 C 10 V	10	0,1,07	0,99	0,90
	80 C 20 V	11	1,07	1,18	1,09
	70 C 30 V	12	1,44	1,27	1,21

FUENTE: (Vera, 2002)

El contenido de materia seca de la cebada en forma de forraje verde hidropónico se muestra en la tabla n° 14.

Tabla 14. Composición Química de la cebada en forma de forraje verde hidropónico.

Composición Química			Autor
MS (%)	PC (%)	MO (%)	
20	19,4	92,22	Carballido (2006)
18,15	10,31	91,59	Contreras y tunque (2004)
18,54		79,24	Cordero (2006)
16,46	9,68 a 13		Muller (2003)
12 a 20	13 a 20		Tarrillo (2002)
18	15		Less (1983)
14,97	16		Castro et. Al., (1998)
	11,9		Pérez (1995)
18,75	18,30	94,88	Orihuela (1995)
12,92	13,31	95,90	Silva (1994)
16,30	13,30	95,65	Carrasca et. Al., (1994)
18,60	16,80		Ediciones Culturales ver (1992)

Fuente: (Ramirez, 2015).

3.9.7. De alto valor nutritivo superior a otros forrajes

La alta digestibilidad del forraje verde hidropónico se debe a que es un forraje tierno por lo tanto las paredes celulares aún no se han lignificado, permitiendo una fácil digestión y se muestra a continuación tabla n° 15.

Tabla 15. Composición Química y valor nutritivo del forraje verde hidropónico

Parámetros	F.V.H	Alfalfa	Maíz Chala
Proteína (%)	16-22	17-21	7,5-9,0
Energía NDT (%)	70-80	60-65	68-72
Grasa (%)	2,5-5,0	1,8-2,2	1,8-2,0
Digestibilidad (%)	80-90	65-70	60-70

Fuente: (Tarrillo, 2008).

3.9.8. Producción de biomasa en cebada hidropónica bajo tres niveles de fertilización

Como se puede apreciar en la tabla n°16, Aquino (2010) encontró los mejores resultados en biomasa producida de FVH cuando utilizó la relación 3:1 (agua: orina fermentada) con un rendimiento de 5,09 kg de MS/rn², seguido por la relación 10:1 (agua: orina fermentada) con 3,97 kg MS/rn², y para la relación solamente con agua se obtuvo un rendimiento de 3,63 kg MS/m².

Por su parte Aquino, realizo un experimento donde utilizo orina humana fermentada y se muestra los resultados en la tabla n°16.

Tabla 16. Producción de biomasa en Cebada hidropónica bajo tres niveles de fertilización

Nivel de Abonamiento	Tiempo de cosecha	Promedio de biomasa producida (kg MS/m ²)
solo agua	15 días	3,63 kg MS/m ²
10:1*	15 días	3,97 kg MS/m ²
3:1*	15 días	5,09 kgMS/M ²
*10:1=relación de 10 de agua con una orina fermentada		
**3:1=relación de 3 de agua con una orina fermentada		

Fuente: (Aquino, 2010).

Tabla 17. Comparación productiva del forraje verde hidropónico a los 33 vs 15 días

Promedios obtenidos de la Producción de forraje verde hidropónico mediante métodos				
Métodos	Densidad de siembra	Forrajes		
		Vicia	Cebada	Trigo
Kg./m ² obtenidos a los 33 días (tesis Ricardo Navarrete)	2 Kg	10.13	11.98	8.31
Kg./m ² obtenidos a los 15 días (tesis Gabriela pineda)	2.5Kg	9.87	9.87	

Fuente: (Navarrete, 2008).

3.9.9. Valor nutricional del forraje verde hidropónico.

El forraje verde hidropónico tiene un alto valor nutritivo y poco contenido de fibra. El valor nutritivo sobre materia seca no se considera, el valor energético utilizable de un cuerpo vivo en evolución biológica acerada destinado a ser consumido fresco y cuya acción de catálisis sobre los restantes elementos de la ración, solamente se puede comprobar experimentalmente (Corona, 2011).

En este forraje todas las vitaminas se presentan libres y solubles y por lo tanto asimilables directamente. La vitamina E asimilable en libre circulación por toda la planta joven, mientras que en la semilla se presenta en la envoltura cutículas y es expulsado por los animales en los excrementos (Rodríguez, 2005).

Ñíguez (1988) citado por corona. La mayor riqueza nutricional de un FVH se alcanza entre los días 7° y 8° por lo que un mayor volumen y peso de cosecha debe ser compatibilizado con la calidad dado que el factor tiempo pasaría a convertirse en un elemento negativo para la eficiencia de la producción (Corona, 2011).

(Universidad nacional de Colombia (UNA), Área de Nutrición Animal, 1970) citado por Vera. Que realizo trabajo de investigación en forraje verde hidropónico en la Facultad de Ciencias Agrarias - UNSAAC. Se muestran en las tablas 18, 19 y 20.

Tabla 18. Análisis nutricional del forraje verde hidropónico (Cebada)

Nutrientes	Contenido
Materia seca	18.6%
Proteína	16.8%
Energía metabolizable	3.2216kcal/kg de MS
Digestibilidad	81-90%
VITAMINAS	
Caroteno	25.1 UI/Kg
Vitamina E	26.3 UI/Kg
Vitamina C	45.1 mg/kg
MINERALES	
Calcio	0.1045
Fosforo	0.47%
Magnesio	0.145
Hierro	200 ppm
Manganeso	300 ppm
Zinc	34.0 ppm
Cobre	8.0 ppm

Fuente: (Vera, 2002)

Tabla 19. Análisis Químico comparativo entre la semilla y el forraje verde hidropónico (cebada)

Nutrientes	Semilla	FVH
Proteína %	11.39	16.8
Extracto etéreo %	3.76	4.41
Minerales %	2.87	3.31
Calcio %	0.056	0.202
Fosforo %	0.32	0.43
Caroteno (ppm)	0.00	33.136
Vitamina E (PPM)	1.60	414
Rivoflabilina (ppm)	1.75	1.891
Tiamina (ppm)	280	1.091
Niacina (ppm)	640	8.818
Vitamina C	0.0	4.500

Fuente: (Vera, 2002)

Tabla 20. Análisis Químico de la Vicia

Nutrientes	Porcentaje (%)
Agua	79.86
Proteína	3.8
Grasa	0.5
Fibra	5.5
ENN	8.5
Minerales	2.1

Fuente: (Vera, 2002)

3.9.10. Ejemplos de utilización del forraje verde hidropónico en alimentación animal

Los usos del forraje verde hidropónico son diversos pudiéndose utilizar como alimento de vacas lecheras; caballos; ganado de carne; terneros; gallinas ponedoras; pollos; cerdos; conejos y cuyes. En algunos manuales nos brinda información indicativa de las dosis en que puede ser usado el forraje verde hidropónico en diversas especies de animales, siendo necesaria aún mayor investigación para ajustar los consumos diarios en función del peso vivo del animal, raza, y estado fisiológico o reproductivo (Flores, 2015).

En el caso de conejos, ensayos de campo realizados por grupos de productores de la localidad de Rincón de la Bolsa (Uruguay), indicaron que los conejos en etapa de engorde aceptan sin dificultad entre 280 y 400 gramos de FVH/día y obtenían el peso de faena a los 72 o 75 días en forma similar a los conejos alimentados exclusivamente con ración balanceada. Las madres en lactancia y los reproductores pueden llegar a ingerir un promedio de 500 gramos por día lo que indica que en la especie cunícola se puede suministrar hasta un 8 a 10 % de su peso vivo en FVH sin consecuencias negativas (Flores, 2015).

IV MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del ámbito del estudio.

El trabajo de investigación se desarrolló en el Centro Agronómico K'ayra, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco; situado en el distrito de San Jerónimo, provincia de Cusco y departamento del Cusco.

4.2. Ubicación política.

Región	Cusco
Departamento	Cusco
Provincia	Cusco
Distrito	San Jerónimo

4.3. Ubicación geográfica.

Latitud sur	13° 33' 99"
Longitud oeste	71°52'36"
Altitud	3 238 msnm

4.4. Nivel y tipo de investigación.

El nivel de investigación es aplicada y tecnológica porque no demostramos una ley, enunciado o teoría.

4.5. Tipo de investigación.

Según (Hernandez, 2001) existen cuatro niveles: exploratorio, descriptiva, explicativo y correlacional o experimental; por lo tanto, el trabajo que se realizó fue exploratorio y experimental.

- **Exploratorio:** Se realizó con diferentes tratamientos de tipos de Ormus: agua de las salineras de Maras, orina humana, comercial y testigo.
- **Experimental:** Porque se correlacionarán las variables independientes con las variables dependientes. Veremos los efectos del ormus ya sea porcentaje o rendimiento en la materia seca, proteína total y digestibilidad de la proteína total.

4.6. Duración del experimento.

4.6.1. Duración del periodo pre experimental.

Se inició con el abastecimiento de los insumos y materiales; para la obtención de Ormus tuvo una duración de dos meses y medio, como es el caso del agua de salineras de Maras y la orina humana.

Para el caso de producción del forraje verde hidropónico, se inició con la reconstrucción, instalación y acondicionamiento del invernadero y posteriormente se abastecieron con insumos para la producción del forraje verde hidropónico. Es así que

esta etapa tuvo una duración de 3 meses (periodo en el cual se hizo la selección de la semilla y se observó el poder germinativo y la pureza de la semilla, previo al trabajo pre - experimental).

4.6.2. Duración del periodo experimental.

Se realizó en 15 días (desde el lavado, desinfección, siembra, crecimiento y cosecha del forraje verde hidropónico) y finalmente la evaluación y redacción del proyecto de tesis que tuvo una duración de 3 meses.

4.7. Materiales e Insumos:

4.7.1. Materiales para la elaboración del Ormus.

1. Potenciómetro de pH.
2. Pipetas
3. Guantes quirúrgicos y barbijo
4. Jarra de vidrio
5. Gafas de protección.
6. Paleta de madera grande para mover las mezclas.

Se aprecian los materiales en la fotografía n°4.



Fotografía 4. Materiales para la obtención de Ormus.

4.7.2. Insumos

1. Agua de la salinera de Maras
2. Orina humana.
3. Hidróxido de sodio (NaOH) 99% de pureza
4. Agua destilada

se aprecian los insumos en la fotografía n° 5



Fotografía 5: Insumos para obtención de Ormus

4.8. Equipos y materiales para el proceso de producción de forraje verde hidropónico tecnificado.

4.8.1. Equipos

- Balanza
- Calculadora
- Temporizadores (tymer)
- Termo magnéticos
- Electrobomba de 0.5 hp.

4.8.2. Materiales

- lavadores
- Bandejas de polipropileno de 32 x 21.5 cm
- Plástico
- Plástico agro film
- Cable concéntrico
- Arrancador de motores
- Caja protectora para el termo magnética
- Malla metálica
- Resistencias de calefacción
- Nebulizadores
- Manguera 16 mm.
- Codos
- Ts codos y de PVC
- Uniones tapones
- Llaves de paso
- Tanque de agua de 200 litros.
- Lejía
- Tijera
- Cinta aislante

4.9. Materiales biológicos

- Cebada (*Hordeum vulgare*)
- Vicia (*Vicia sativa*)

4.10. Procedimiento para la obtención de Ormus

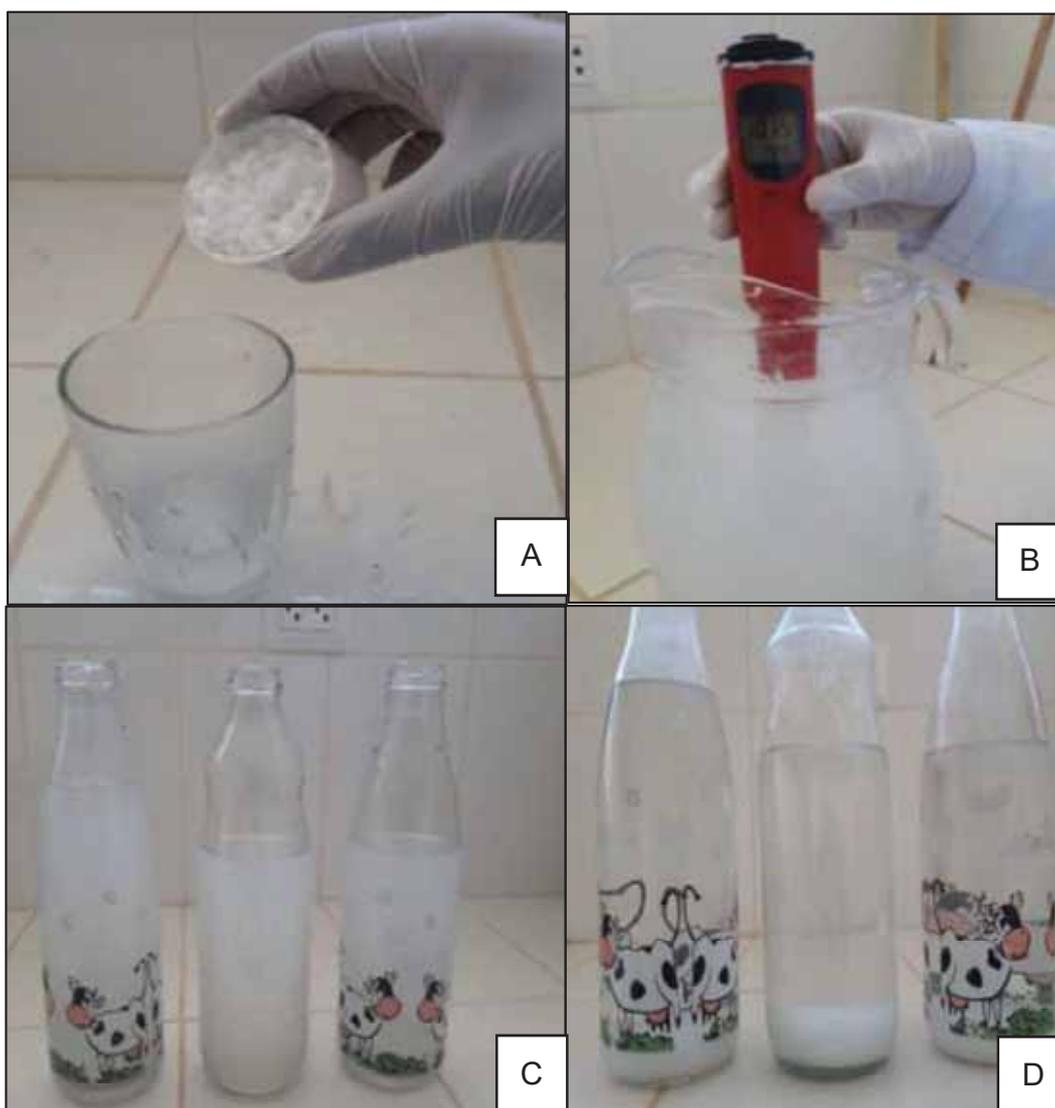
Método húmedo con la técnica de medición del pH, para la extracción del Ormus, según (Carter , 2018). Se desarrolla de la siguiente manera:

1. Se filtra el agua de mar para limpiarla.
2. Lentamente se añade una solución de Sosa Caustica mezclada con agua para subir el pH por encima de 8.5 de pH, pero por debajo de 10.78 de pH.
3. Se formará un precipitado blanco esponjoso que deberá dejarse reposar durante toda la noche.
4. Se retira el líquido que permanece sobre el precipitado.
5. Se limpia cuidadosamente el precipitado. Este estará compuesto de Hidróxido de Calcio, leche de magnesio $Mg(OH)_2$ y una pequeña cantidad de elementos en estado monoatómico.

En nuestro trabajo de investigación Se obtuvo de dos líquidos diferentes, como de la orina humana y el agua de las salineras de Maras; el método que se empleó para la obtención de Ormus, fue el mismo procedimiento para los dos líquidos mencionados a continuación se menciona los pasos:

- 1.- Un recipiente de cristal grueso, para la solución de (NaOH) de 90% de pureza diluida con agua destilada.
- 2.- Filtrar el agua de las salineras de Maras u orina humana con papel filtro.

3.- Colocar el agua de las salineras de Maras u orina humana en un recipiente, Lentamente gota a gota, añadir la solución de Hidróxido de Sodio al 99% de pureza (NaOH) al agua de las salineras de Maras u orina humana homogenizando con una paleta de madera; seguidamente se deberá ir añadiendo las gotas de NaOH, cada 5 gotas, luego se comprueba el pH, justo antes de que el pH llegue a 10.78, así se formará un precipitado que contendrá elementos en estado monoatómico. Como se aprecian en la fotografía n° 6 (6-A, 6-B, 6-C, 6-D) y las tablas n° 21, y 22



Fotografía 6: A) Disolución del NaOH. B) Medición de pH. (10.78). C) Envasado de la mezcla. D) Sedimento del Ormus.

4.11. Precauciones

Se deberá proceder lentamente y con paciencia para no superar el 10.78 de pH; así obligatoriamente debe utilizar un medidor de pH, y si el pH supera el límite de 10.78, podrían aparecer metales pesados en el precipitado.

4.- En cuanto se llegue al pH correcto, deje de añadir la solución de (NaOH).

El precipitado blanco se decantará lentamente en la base del recipiente. Dejar reposar durante 24 horas aproximadamente. El precipitado estará compuesto por hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$, leche de magnesia $\text{Mg}(\text{OH})_2$, una pequeña cantidad de elementos en estado monoatómico, Sosa Cáustica y algunas impurezas.

5.- Se procede al lavado utilizando una jeringuilla grande o un sifón para extraer el líquido que permanece sobre el precipitado.

6.- Añadir más agua destilada al precipitado, hasta llenar el recipiente; seguidamente agitar bien el líquido y déjelo reposar aproximadamente 12 horas, preferiblemente durante toda una noche.

7.- Repetir los pasos quinto y sexto al menos cinco veces para limpiar el precipitado. De este modo se eliminará casi todas las impurezas. En este momento, el precipitado estará compuesto por hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$, leche de magnesia $\text{Mg}(\text{OH})_2$, y una pequeña cantidad de elementos en estado monoatómico; y quizá algunas impurezas.

8.- Se procede al guardado del Ormus en frascos pequeños, para su pronta aplicación en el forraje verde hidropónico

Tabla 21. Características de Ormus comercial

Fecha	Cantidad (litros)	Agua de Mar de la costa Verde de Lima (pH)	Número de lavados	Ormus final	
				cantidad (ml)	pH
15/04/2019	20	8.4	4	400	10.5

4.12. Descripción del invernadero.

Para la reconstrucción e instalación del invernadero, se utilizaron plástico agro fil, madera, listones, calaminas y malla metálica.

4.11.1. Instalación de los tratamientos.

Se instaló los tratamientos en bandejas rectangulares.

Tabla 22. Dimensiones de las bandejas

Ancho	21.5 cm
Largo	32.0 cm
Altura de la bandeja	1.5 cm
Área	688 cm ²
Forma	Rectangular
Número de bandejas	24

4.12. Los tratamientos

Los tratamientos empleados para el siguiente estudio fueron los siguientes:

Tabla 23. Distribución de los tratamientos

Tratamiento	Descripción	Repeticiones
T-1	Forraje verde hidropónico de cebada pura con Ormus comercial (5ml/l de agua) con factores ambientales y de riegos propuestos.	3
T-2	Forraje verde hidropónico de cebada más vicia con Ormus comercial (5ml/l de agua) con factores ambientales y de riegos propuestos.	3
T-3	Forraje verde hidropónico de cebada pura con Ormus de orina humana con factores ambientales y de riegos propuestos.	3
T-4	Forraje verde hidropónico de Cebada + Vicia con Ormus de orina humana (5ml/l de agua) con factores ambientales y de riegos propuestos.	3
T-5	Forraje verde hidropónico de Cebada pura con Ormus de agua de las salineras de Maras (5ml/l de agua) con factores ambientales y de riegos propuestos.	3
T-6	Forraje verde hidropónico de Cebada + Vicia con Ormus de agua de las salineras de Maras (5ml/l de agua) con factores ambientales y de riegos propuestos.	3
T-7	Forraje verde hidropónico de Cebada pura, como tratamiento Testigo (agua pura) con factores ambientales y de riegos propuestos.	3
T-8	Forraje verde hidropónico de Cebada + Vicia tratamiento Testigo (agua pura) con factores ambientales y de riegos propuestos.	3

4.13. Análisis Estadístico

Para este presente trabajo se planteó un diseño completamente al azar (DCA), con arreglo factorial de 2 x 4 con 3 repeticiones por tratamiento, es decir; dos semillas (Cebada y Cebada + Vicia) y aplicados con tres formas de Ormus como se indica a continuación.

FACTOR A:

Semillas:

A1: Cebada.

A2: Cebada / Vicia.

FACTOR B:

B1: Ormus comercial.

B2: Ormus de agua de las salineras de Maras.

B3: Ormus de orina humana.

B4: Testigo.

Diseño experimental

Factor A	Cebada	Ceb/vicia	Cebada	Ceb/vicia	Cebada	Ceb/vicia	Cebada	Ceb/vicia
Factor B	Ormus Comercial		Ormus orina humana		Ormus agua de salineras Maras		Testigo	
R1	A1-B1	A2-B1	A1-B2	A2-B2	A1-B3	A2-B3	A1-B4	A2-B4
R2	A1-B1	A2-B1	A1-B2	A2-B2	A1-B3	A2-B3	A1-B4	A2-B4
R3	A1-B1	A2-B1	A1-B2	A2-B2	A1-B3	A2-B3	A1-B4	A2-B4
Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8

4.14. Modelo Matemático.

Modelo aditivo base: DCA

$$X_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}.$$

Modelo aditivo DCA con arreglo factorial

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} : Cualquier valor de la variable de resultados.

μ : promedio o valor esperado

A_i : Efecto del factor A. (variable semilla: Cebada, Cebada/Vicia).

B_j : Efecto del factor B (ORMUS: comercial, agua de sal de Maras, orina humana, testigo)

AB_{ij} : Efecto de la interacción de los factores A y B.

e_{ijk} : Efecto del error o variación común.

4.15. Comparación de promedios

Se realizó mediante la prueba de Tukey, para determinar la superioridad existente entre los factores que muestran el orden de mérito de los diferentes tratamientos en estudio.

4.16. Métodos

4.16.1. Selección de la semilla

Para este proceso se compraron tres muestras de semilla de Cebada y Vicia del mercado de productores de Vino Canchón de los stands D-01, B-16 y F-07. Posteriormente se realizaron tres pruebas de germinación, para determinar el porcentaje de germinación obteniendo como resultado lo siguiente:

Tabla 24. Prueba de germinación de Cebada con 50 semillas

Stand	Germinaron	No germinaron	Total	% de germinación
D-01	30	20	50	60
B-16	15	45	50	30
F-07	20	30	50	40

Tabla 25. Prueba de germinación de Cebada con 30 semillas

Stand	Germinaron	No germinaron	Total	% de germinación
D-01	20	10	30	66.6
B-16	7	23	30	23.3
F-07	9	21	30	30.0

Tabla 26. Prueba de germinación de Cebada con 100 semillas

Stand	Germinaron	No germinaron	Total	% de germinación
D-01	78	22	100	78
B-16	20	80	100	20
F-07	18	82	100	18

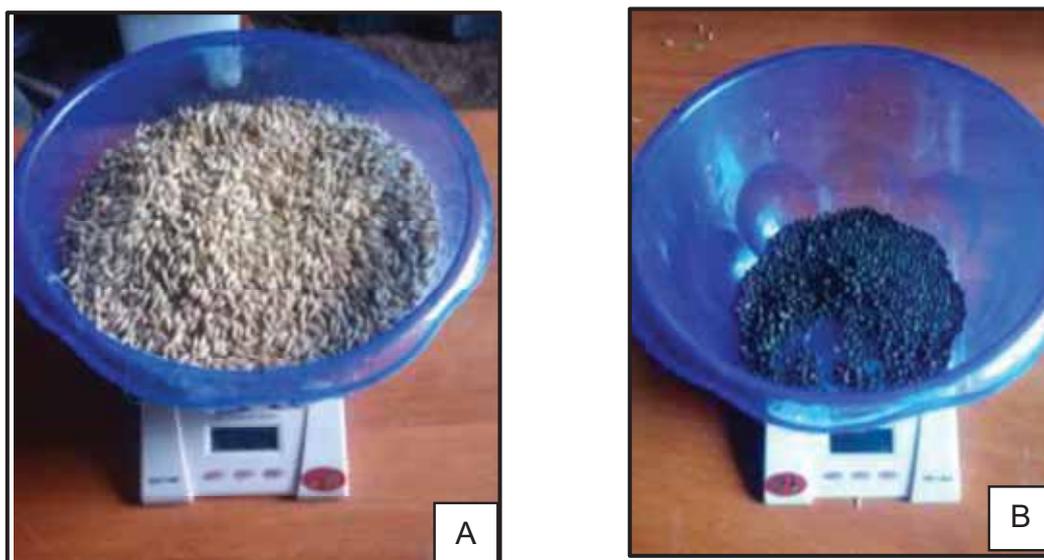
El poder germinativo nos demuestra la calidad de la semilla para la utilización en el forraje verde hidropónico en el presente trabajo.

Las semillas que se utilizaron fueron Cebada (*Hordeum vulgare*) y Vicia (*Vicia sativa*).

En caso de la Vicia no se realizaron las pruebas de germinación, porque la cantidad de vicia era solo el 10% en comparación a la Cebada que era el 90%.

4.16.2. Pesado para el remojo:

Se pesaron las semillas, acorde al área que hemos sembrado tomando en cuenta la bibliografía (FAO, 2001). 4 kg/m². Para ello primero se hizo un cálculo matemático para hallar el área de la bandeja (m²). Para cada bandeja se obtuvo un peso de 276 g de Cebada pura; y para Cebada/Vicia se obtuvo 248.4 g de Cebada y 27.6 g. de Vicia y como hay tres repeticiones por tratamiento se obtuvo 828 g de cebada pura y para Cebada/Vicia se obtuvo 745.2 g. de Cebada y 82.8 gr de Vicia por cada tratamiento. Como se aprecia en la fotografía n° 7



Fotografía 7. Pesado de las semillas de Cebada (7-A), y Vicia (7-B).

4.16.3. Lavado

Se realizó el lavado de las semillas, utilizando lavadores y baldes. Se hizo 7 lavados y en el lavado cuarto se agregó hipoclorito de sodio durante 5 – 10 minutos, para luego hacer el enjuague, también se separaron las impurezas como semillas partidas de las semillas vigorosas. Los lavados se realizaron por separado, es decir el lavado de la Cebada se hizo aparte del lavado de la Vicia, esta actividad se realizó el mismo día como se aprecia en la fotografía n° 8.



Fotografía 8. Lavado de las semillas de Cebada

4.16.4. Desinfección

Según (Abarca, *et al.*,2016) la desinfección de las semillas, se hizo con una solución de hipoclorito de sodio al 1% (10 gotas de cloro por litro de agua) durante 5 – 10 minutos, para luego realizar los respectivos enjuagues y ponerlo en remojo. Como se aprecia en la fotografía n° 9.



Fotografía 9. Desinfección de las semillas de Cebada

4.16.5. Remojo

El remojo tuvo una duración de 48 horas (2 días) y para ello se ha agregado Ormus (orina humana, agua de las salineras de Maras y comercial), en cantidades de 5 ml. por litro de agua; ya sea de orina humana, agua de las salineras de Maras o comercial. Para remojar la Cebada se ha utilizado 6 litros de agua y 30 ml. de Ormus y para la Vicia se ha utilizado 1 litro de agua y 5 ml. de Ormus.



Fotografía 10. Remojo de las semillas de Cebada agregando Ormus en sus tres aplicaciones.

4.16.6. Escurrido y oreo

El escurrido tuvo una duración de 6 horas y de la misma manera el oreo, manteniéndolo en un lugar fresco (dentro del invernadero).

4.16.7. Pesado

Nuevamente se realizó el pesado de las semillas (Cebada y Vicia), que han sido remojadas, esto con el objetivo de saber cuánto de peso se había incrementado al absorber el agua en el remojo; para luego igualarlo al peso inicial (antes del remojo) que tenían y repartir a las bandejas según correspondía.



Fotografía 11. Pesado de las semillas de Vicia

4.16.8. Siembra

La siembra se ha realizado en bandejas rectangulares de 32 cm. de largo x 21.5 cm. de ancho; para ello, se ha hecho el siguiente cálculo matemático para cada tipo de Ormus. Para cantidad de semilla se tuvo como referencia a la bibliografía (FAO, 2001). 4 Kg/m^2 . Como se observa en la fotografía n° 12- A, 12-B.

Siembra

- ✓ Cebada: 276g /bandeja.
- ✓ Cebada – Vicia
 1. Cebada 90% = 248.4g
 2. Vicia 10% = 27.6g



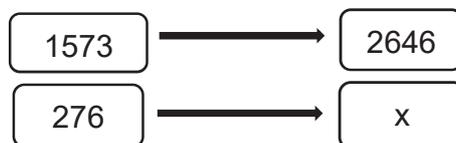
Fotografía 12. (12-A, 12-B) Siembra de Cebada y Vicia por bandeja según el modelo matemático ya mencionado.

4.16.9. Para Ormus comercial (Cebada pura)

Peso inicial (Cebada): 1573 g.

Peso final (Cebada escurrida): 2646 g.

Peso por bandeja (Cebada): 276 g.



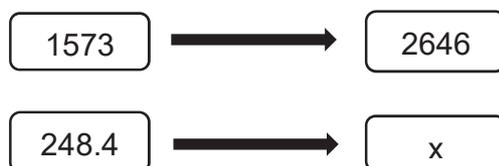
X=464.27 g. de Cebada remojada.

4.16.10 Para Ormus comercial Cebada (Cebada/Vicia).

Peso inicial (Cebada): 1573 g.

Peso final (Cebada escurrida): 2646 g.

Peso por bandeja (Cebada): 248.4 g.



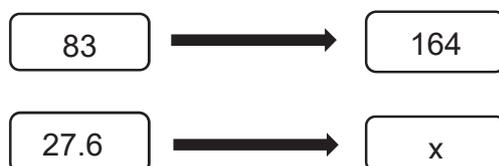
X= 418g de cebada.

4.16.11. Para Ormus comercial Vicia (Cebada/Vicia)

Peso inicial (Vicia): 83 g.

Peso final (Vicia escurrida): 164 g.

Peso por bandeja (Vicia): 27.6 g.



X= 55 g. de vicia.

Para los demás tratamientos, también se hizo los mismos cálculos matemáticos con la única diferencia de que los pesos finales (peso al escurrido) varían. Ver la tabla n° 29.

Tabla 27. Se muestra los respectivos pesos de la Cebada y de la Vicia

Tratamiento	Ormus	Semilla		Peso inicial (g)	Peso remojado (g)	Peso por bandeja (g)
		Cebada	Vicia			
T-1	Comercial	X		1573	2646	464.3
T-2	Comercial	X		1573	2646	418
T-2	Comercial		X	83	164	55
T-3	Orina humana	X		1573	2591	455
T-4	Orina humana	X		1573	2591	409.2
T-4	Orina humana		X	83	162	54
T-5	Agua de la salineras de Maras	X		1573	2514	441
T-6	Agua de la salineras de Maras	X		1573	2514	397
T-6	Agua de salineras de Maras		X	83	159	53
T-7	Testigo	X		1573	2614	459
T-8	Testigo	X		1573	2614	413
T-8	Testigo		X	83	162	54

4.16.12. Tapado

Después de hacer la siembra, se hizo el respectivo tapado de las semillas con plásticos del color negro en la cámara de germinación durante 48 horas, esto con el objetivo de mantener húmeda a las semillas y favorecer la germinación de las mismas, como se aprecia en la fotografía n° 13.



Fotografía 13. Bandejas colocadas en la cámara de germinación

4.16.13. Riegos

Para los riegos se hizo un cronograma de 4 veces al día en los siguientes horarios (8:00 am, 2:00 pm, 8:00 pm y 2:00 am), con una duración de tiempo de 1 minuto por riego. Los riegos se controlaron con un temporizador que estaba conectada a una motobomba, de esta manera los riegos eran de manera automatizada. El Ormus, se utilizó como fertilizante; se aplicó en proporción entre 25 a 50 litros por hectárea, o sea de cuarto a medio litro por 100 metros cuadrados; de 2,5 a 5 ml. por metro cuadrado (<http://ormusperu.blogspot.com/2017/04/el-ormus-para-la-agricultura.html>, 2017). La aplicación con Ormus solamente se hizo una vez al día en una cantidad de 5ml/ litro de agua, teniendo como referencia la bibliografía mencionada; la aplicación del Ormus se hizo a las doce del mediodía, como se aprecia en la fotografía n°14



Fotografía 14. Sistema de riego con aspersores nebulizadores.

4.16.14. Iluminación

De la misma manera la iluminación estaba controlada con un temporizador, teniendo una duración de 14 horas de luz y 10 horas en oscuridad encendiéndose a las 6:00 a.m. y apagándose a las 8:00 p.m. para que el forraje verde hidropónico pueda realizar la fotosíntesis, véase la fotografía n° 15.



Fotografía 15. Iluminación artificial con focos luminarias.

4.16.15. Temperatura.

La temperatura estuvo controlada por un sistema de calefactores eléctricos (tres resistencias), con una variación de 20 a 25 °C. Los calefactores se encendieron desde el día del sembrío en las bandejas.

4.16.16. Cosecha

La cosecha se hizo en 10 días con una altura promedio de Cebada de 20 y 28 cm de Vicia. El día de la cosecha también se ha pesado la producción del forraje verde hidropónico y también se ha sacado dos muestras; una para llevar al laboratorio para que se evalué (Materia Seca, Proteína total y la Digestibilidad de la proteína total); y la otra para evaluar materia seca en el gabinete del Área de nutrición y alimentación animal, como se aprecia en las fotografías n° 16 y 17.



Fotografía 16. Cosecha del Forraje Verde Hidropónico a los 10 días

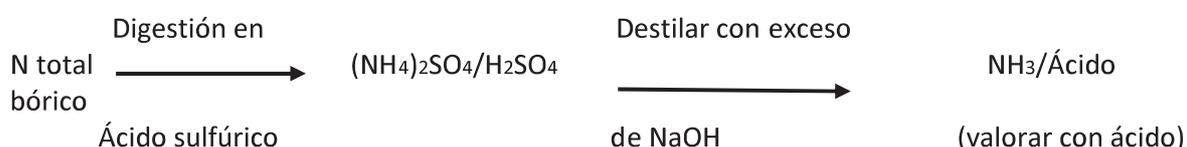


Fotografía 17. Pesado del forraje verde hidropónico a los 10 días

4.16.17. Determinación de proteína por método de kjeldahl

En el trabajo de rutina se determina mucho más frecuentemente la proteína total que las proteínas o aminoácidos individuales. En general, el procedimiento de referencia

Kjeldahl determina la materia nitrogenada total, que incluye tanto las no proteínas como las proteínas verdaderas. El método de Kjeldahl consta de las siguientes etapas:



En la mezcla de digestión se incluye sulfato sódico para aumentar el punto de Ebullición y un catalizador para acelerar la reacción, tal como sulfato de cobre. El amoniaco en el destilado se retiene o bien por un ácido normalizado y se valora por retroceso, o en ácido bórico y valora directamente. El método Kjeldahl no determina, sin embargo, todas las formas de nitrógeno a menos que se modifiquen adecuadamente; esto incluye nitratos y nitritos. (Pearson, 1993)

La mayoría de las proteínas tienen una cantidad aproximada de 16% de nitrógeno.

$$\text{factor} = \frac{100\text{g Proteína}}{16\text{g Nitrógeno}} = 6.25$$

$$\%N_2 \times \text{factor} = \% \text{ Proteína cruda}$$

El método se basa en la determinación de la cantidad de Nitrógeno orgánico contenido en productos alimentarios, compromete dos pasos consecutivos:

a) La descomposición de la materia orgánica bajo calentamiento en presencia de Ácido sulfúrico concentrado.

b) El registro de la cantidad de amoníaco obtenida de la muestra

Durante el proceso de descomposición ocurre la deshidratación y carbonización de la materia orgánica combinada con la oxidación de carbono a dióxido de carbono. El nitrógeno orgánico es transformado a amoníaco que se retiene en la disolución como sulfato de amonio. La velocidad del proceso puede ser incrementarse adicionando sales que abaten la temperatura de descomposición (sulfato de potasio) o por la adición de oxidantes (peróxido de hidrógeno, tetracloruro, persulfatos o ácido crómico) y por la adición de un catalizador. (Nollet, 1996)

4.16.18. Determinación de materia seca método por secado en estufa

Pesar de 2 a 3 g de muestra en una pesa filtro con tapa (previamente pesado después de tenerlo a peso constante 2 horas 130°C aprox.). Secar la muestra en la estufa 2 horas. a 100-110°C. Retirar de la estufa, tapar, dejar enfriar en el desecador y pesar tan pronto como se equilibre con la temperatura ambiente. Repetir hasta peso constante. Calcular el porcentaje de humedad, reportándolo como pérdida por secado a 100-110°C.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. OBTENCIÓN DE ORMUS DE LAS SALINERAS DE MARAS Y ORINA HUMANA

Los resultados correspondientes al rendimiento de Ormus utilizando agua de las salineras de maras y orina humana.

Se obtuvieron 87.9 ml de Ormus de agua de salineras de maras teniendo un rendimiento por litro de 7.032 ml de ormus y 457.200 ml de Ormus orina humana con 25.83 ml por litro con un pH promedio de 9.85.

El rendimiento del ormus obtenidos en el presente trabajo son superiores a los reportados por (Radius, 1970) quien menciona que de 1000 litros nos daría 2000 ml de solidos de Ormus que representa 2 ml por litro, sin embargo en el presente trabajo para agua de salineras de Maras se encontró 7.03 ml por litro y 25.8 ml por litro de orina humana como se aprecia en las tablas n° 28, y 29.

Tabla 28. Elaboración de Ormus del agua de las Salineras de Maras

Fecha	Cantidad (litros)	Agua de las salineras de Maras		Agua de Maras + NaOH		Cantidad de Ormus (inicial)		
		pH	Temperatura (°C)	pH	Temperatura (°C)	Cantidad (ml)	pH	Temperatura (°C)
25/09/2018	2.5	7.28	15.8	10.71	17.6	118	9.6	15.8
26/09/2018	5	7.28	16	10.74	16.5	170	9.76	15.5
07/11/2018	2.5	7.04	16.8	10.76	17.3	120	9.93	17.4
07/11/2018	2.5	7.15	16.8	10.75	17.3	122	9.92	18.4

Lavados															
Primer	Segundo			Tercero			Cuarto			Quinto			Cantidad final de Ormus		
	T° (°C)	Ph	T° (°C)	pH	T° (°C)	pH	T° (°C)	pH	T° (°C)	pH	T° (°C)	Cantidad (ml)	pH	T° (°C)	
10	15.3	10.53	17.3	10.16	17.1	10.22	18	10.3	17.4	10.00	16.5	23.4	10.00	16.5	
9.55	17.1	10.94	16.2	10.29	17.9	10.42	15.9	10.41	15.4	10.22	16.4	20.5	10.22	16.4	
10.47	17.9	10.66	17.9	10.68	18.6	10.69	17.5	10.57	18.1	10.21	16	22.5	10.21	16	
10.46	18.3	10.68	17.7	10.52	18.9	10.69	17.5	10.57	18.1	10.8	16.3	21.5	10.8	16.3	

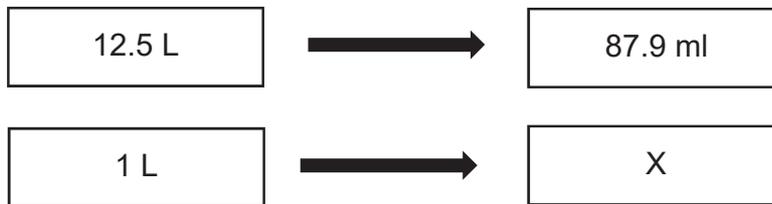
Fecha	cantidad (Lt)	cantidad de ormus (ml)
25/09/2018	2.5	23.4
26/09/2018	5	20.5
07/11/2018	2.5	22.5
07/11/2018	2.5	21.5
Total	12.5	87.9

Tabla 29. Elaboración de Ormus de la orina humana

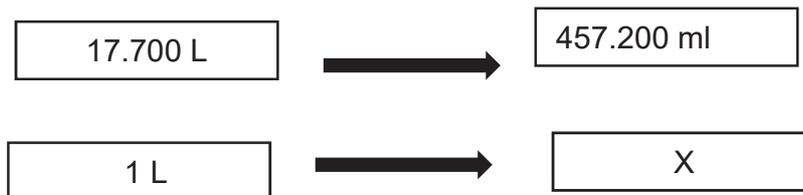
Fecha	Cantidad (litros)	Orina humana		Orina humana + NaOH		Cantidad de Ormus (inicial)	
		pH	Temperatura (°C)	pH	Temperatura (°C)	Cantidad (ml)	Temperatura (°C)
27/09/2018	2.5	6.45	21.6	10.75	23.8	100	16.5
28/09/2018	1.5	5.9	21.3	10.75	21.4	78	17.2
03/10/2018	1.6	5.57	20.1	10.77	21.3	95	16.2
16/10/2018	4.2	6.44	22.3	10.75	22.8	181	17.9
18/10/2018	1.7	6.5	23.6	10.76	24.2	95	17.3
19/10/2018	1.7	6.47	20.8	10.9	20.8	100	17.2
24/10/2018	4.5	6.18	24	10.76	23.4	200	16.2

Lavados										Cantidad final de Ormus		
pH	T°	Segundo		Tercero		Cuarto		Cantidad	pH	Temperatura		
		pH	T°	pH	T°	pH	T°					
10.64	16	9.96	17.3	10	18.7	10.37	16.2	40.2ml	9.63	16		
10.05	17.4	9.84	18.7	10.34	16	10.8	15.7	25ml	10.02	16		
10.23	15.9	9.14	16.4	8.86	16.4	9.03	17	63ml	9.67	16		
10.45	16.65	10.1	17.2	9.73	15	9.49	17.1	90ml	8.53	16		
10.11	16.9	9.11	16.3	9.2	16.8	9.52	16.3	50ml	9.14	16		
10.48	16.5	10.07	17	10.2	17.2	9.06	16.5	70ml	8.62	16		
10.41	17.1	10.19	17.1	9.6	17.7	9.73	16	119ml	10.2	16.7		

Fecha	cantidad (Lt)	cantidad de ormus (ml)
27/09/2018	2.5	40.2
28/09/2018	1.5	25
03/10/2018	1.6	63
16/10/2018	4.2	90
18/10/2018	1.7	50
19/10/2018	1.7	70
24/10/2018	4.5	119
Total	17.700	457.200



$X = 7.032 \text{ ml/L}$ de Ormus de agua de Salineras de Maras



$X = 25.83 \text{ ml/L}$ de Ormus de la orina humana

5.2. COMPOSICIÓN FÍSICO QUÍMICO Y VALOR NUTRITIVO DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO

En la tabla n° 30 se muestran los resultados del análisis realizado en el laboratorio de la “Unidad de prestaciones de servicio de análisis químico” y en el gabinete del Área de nutrición y alimentación animal – Facultad de Ciencias Agrarias - UNSAAC solo el porcentaje de materia seca, proteína total y la digestibilidad de la proteína total.

Tabla 30. Análisis físico - químico y valor nutritivo del forraje verde hidropónico (%)

Tratamientos	Tipo de semilla	Materia seca	Proteína total	Digestibilidad de la proteína total
T-1	Cebada	9.81	12.23	72.40
T-2	Cebada – vicia	10.23	13.3	68.30
T-3	Cebada	10.40	10.66	71.20
T-4	Cebada – vicia	11.39	11.42	66.40
T-5	Cebada	10.76	10.55	69.00
T-6	Cebada – vicia	13.85	12.62	66.20
T-7	Cebada	17.67	9.6	62.50
T-8	Cebada – vicia	13.62	11.12	60.70

El mayor porcentaje de materia seca, se encontró en el tratamiento 7 (testigo) con 17.67 % y tratamiento 6 con 13.85 % Ormus de agua de las salineras de Maras. En caso de proteína total los mayores porcentajes se encontraron en los tratamientos 2 y 6 con 13.3 y 12.62 % respectivamente, que fueron aplicados con Ormus Comercial y de agua de las Salineras de Maras. La digestibilidad de la proteína total fue mayor en el tratamiento 1 (Ormus comercial) con 72.40 % seguido del tratamiento 3 (orina humana) con 71.20 %.

Estos resultados fueron utilizados, para evaluar el rendimiento de materia seca, proteína total y la digestibilidad de la proteína total en los diferentes tratamientos.

Los porcentajes de materia seca obtenidos en el presente trabajo, son inferiores a Tarrillo, (2002) quien obtuvo 12 – 20 % de materia seca trabajando con forraje verde hidropónico de Cebada; pero similares a los reportados por UMA Colombia, área de nutrición (1970) quien obtuvo 18.6 %, y son superiores a los obtenidos por Ramírez Montes (2015), quien reporto 9.49 %; este estudio se realizó en la Universidad Nacional de Huancavelica.

Comparando los porcentajes de proteína total obtenidos, tenemos que en la UMA Colombia, Área de nutrición (1970) se obtuvo 16.8 % proteína total. Trabajando con forraje verde hidropónico de Cebada, siendo similares a los reportados por Aguilar (2013), quien obtuvo 11,98 % y superiores a los obtenidos por Contreras y Tunque, (2004) quienes reportaron 10.31 %.

Tarrillo (2002 – 2008) obtuvo porcentajes superiores de digestibilidad de la proteína total (80-92 y 80-90%). La alta digestibilidad del forraje verde hidropónico se debe a que es un forraje tierno, por lo tanto, las paredes celulares aún no se han lignificado, esto permite una fácil digestión.

5.3. Rendimiento de materia seca (g/m²) del forraje verde hidropónico de la Cebada y Cebada/Vicia

En la tabla n° 31 se muestran los resultados de la materia seca en gramos por metro cuadrado de los 8 tratamientos.

Tabla 31. Materia seca en g/m²

Factor A (semillas)	Cebada				Cebada/Vicia			
	Comercial	Salineras de Maras	Orina humana	Testigo	Comercial	Salineras de Maras	Orina humana	Testigo
R1	1270.22	1724.81	1787.79	2117.25	1774.52	2230.79	2131.78	1980.05
R2	2256.73	2238.37	1986.05	2406.98	2165.12	2423.50	2291.46	2427.99
R3	2207.77	2225.91	2364.34	2312.26	2068.80	2372.09	2173.52	2547.07
Promedio	1911.58	2063.03	2046.06	2278.83	2002.81	2342.13	2198.92	2318.37
Promedio A	2074.87				2215.56			
Promedio B	Comercial 1957.19	Salineras de Maras 2202.58		Orina humana 2122.49	Testigo 2298.60			
Promedio A X B	1911.58	2063.03	2046.06	2278.83	2002.81	2342.13	2198.92	2318.37
Tratamientos	T-1	T-5	T-3	T-7	T-2	T-6	T-4	T-8

En el análisis estadístico no se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0.05$)

ANEXO 11. Los resultados obtenidos para el factor A, B y su interacción A x B (semilla x ormus) son iguales estadísticamente no existiendo diferencias entre los promedios de los diferentes tratamientos.

Los efectos de la aplicación del Ormus en el presente trabajo de investigación, pueden deberse al corto periodo de crecimiento, porque según a la página referido en <https://www.ormus.es/ormus-la-agricultura/>. Se requiere periodos de aplicación de 15 días o mayores para obtener los efectos que sobre la producción se indican en la bibliografía (Borras, 2015).

5.4. Rendimiento de proteína total (g/m²) del forraje verde hidropónico de la Cebada y Cebada/Vicia

En la tabla n° 32 se muestra los resultados del rendimiento de la proteína total en gramos por metro cuadrado, de los 8 tratamientos.

Tabla 32. Proteína Total (g/m²)

Factor A (semillas)	Cebada				Cebada/Vicia			
	Comercial	Salineras de Maras	Orina humana	Testigo	Comercial	Salineras de Maras	Orina humana	Testigo
R1	155.35	181.97	190.58	203.26	236.01	281.53	243.45	220.18
R2	276.00	236.15	211.71	231.07	287.96	305.85	261.68	269.99
R3	270.01	234.83	252.04	221.98	275.15	299.36	248.22	283.23
Promedio	233.79	217.65	218.11	218.77	266.37	295.58	251.12	257.80
Promedio A	222.08				267.72			
Promedio B	Comercial 250.08	Salineras de Maras 256.61			Orina humana 234.61			Testigo 238.28
Promedio A X B	233.79	217.65	218.11	218.77	266.37	295.58	251.12	257.80
Tratamiento	T-1	T-5	T-3	T-7	T-2	T-6	T-4	T-8

Al análisis estadístico (ANVA) realizado, con un coeficiente de variabilidad de 13.57%, existe una diferencia estadística altamente significativa entre las semillas Cebada y Cebada/Vicia, tal como se muestra en el **ANEXO 12**. Se deduce que el mayor promedio correspondiente a la asociación Cebada /Vicia; es mayor y superior a la cebada, no existiendo diferencias entre los promedios de los diferentes tratamientos con la aplicación de Ormus y su interacción con la semilla.

Este resultado es inferior a los resultados de Vera Aragón (2002), quien utilizando diferentes tipos de fertilizantes como es el humus de lombriz, biol y nitrofoska obtuvo 2090.21, 1510.00 y 3450.00 g/m² respectivamente; esta tesis se realizó en los establecimientos del Centro Agronómico de Kayra, realizando la cosecha a los 10 días. Esta diferencia de resultados puede que se deba a que se utilizó diferentes fertilizantes y de esta forma aumento la cantidad de proteína. En cuanto al contenido de proteína total se muestran los promedios en g/m² de los factores (A y B) y sus interacciones (A x B).

Al igual que la interpretación para el contenido de materia seca, es posible que se requieran cultivos con un mayor periodo vegetativo para mostrar los efectos del Ormus (<https://www.ormus.es/ormus-la-agricultura/>).

5.5. Rendimiento de proteína digestible total (g/m²) del forraje verde hidropónico de la Cebada y Cebada/Vicia

En la tabla n° 33 se muestran los resultados en gramos de la proteína total digestible de los 8 tratamientos.

Tabla 33. Resultados de la proteína digestible total g/m²

Factor A (semillas)	Cebada				Cebada/Vicia			
	Comercial	Salineras de Maras	Orina humana	Testigo	Comercial	Salineras de Maras	Orina humana	Testigo
R1	112.47	125.56	135.69	127.03	161.20	186.37	161.65	133.65
R2	199.82	162.94	150.74	144.42	196.68	202.47	173.76	163.89
R3	195.49	162.04	179.45	138.74	187.93	198.18	164.82	171.92
Promedio	169.26	150.18	155.29	136.73	181.93	195.67	166.74	156.49
Promedio A	152.87				175.21			
Promedio B	Comercial 175.60	Salineras de Maras 172.92	Orina humana 155.29	Testigo 136.73	Comercial 161.02	Salineras de Maras 195.67	Orina humana 146.61	Testigo 156.49
Promedio Ax B	169.26	150.18	155.29	136.73	181.93	195.67	166.74	156.49
Tratamiento	T-1	T-5	T-3	T-7	T-2	T-6	T-4	T-8

Realizado al análisis (ANVA) correspondiente, tenemos un coeficiente de variabilidad de 14,14%, existe diferencias estadísticas significativas entre la semilla, siendo el mejor promedio el de la asociación Cebada /Vicia, tal como se muestra en el **ANEXO 13.**

Los resultados obtenidos en este estudio en la producción del forraje verde hidropónico con Cebada y Cebada/Vicia, para el rendimiento de proteína digestible total (g/m^2). con mayor rendimiento de proteína digestible total fue la asociación cebada/vicia con 175.21 g/m^2 y para el factor B (Ormus) con mayor digestibilidad se encontró en el tratamiento con Ormus comercial.

En caso de la utilización de tipos de Ormus en el siguiente trabajo de investigación no se han encontrado diferencias estadísticas, todos los tratamientos son iguales

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y las condiciones experimentales se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El rendimiento encontrado de Ormus de la Salinera de Maras por litro fue 7.032 ml en 12.5 litros siendo inferior al Ormus extraído de la orina humana con 25.83 ml de 17.7 litros con un pH promedio de 9.85.
2. La composición física (materia seca), química (Proteína total) y valor nutritivo (Digestibilidad de la proteína total) del forraje verde hidropónico de la Cebada y Vicia de acuerdo a la tabla n° 30 se obtuvo el mayor porcentaje de materia seca en el tratamiento 7 (Testigo) con 17.67 %; y el tratamiento 6 con 13.85 % Ormus de agua de salineras de Maras. En caso de proteína total en mayor porcentaje se encontraron en los tratamientos 2 y 6 con 13.3% y 12.62 % respectivamente que fueron aplicados con Ormus comercial y de agua de las salineras de Maras. La digestibilidad de la proteína total fue mayor en el tratamiento 1 (Ormus Comercial) con 72.40 %; seguido del tratamiento 3 (Orina Humana) con 71.20%; estos resultados se encuentran dentro de los márgenes reportados en la bibliografía consultada.
3. Según la evaluación de rendimiento de materia seca (g/m^2) no se encuentran diferencias estadísticas, ni se ha visto afectado las semillas como las diferentes formas de aplicación del Ormus.

4. De acuerdo a la evaluación de los resultados obtenidos en este trabajo de investigación, se ha observado mayor contenido de la proteína total (g/m^2) en el cultivo asociado (Cebada/Vicia). Pero con respecto a (Vera, 2002), obtuvo resultados superiores utilizando diferentes tipos de fertilizantes.
5. Para el contenido de proteína total digestible (g/m^2) el mayor promedio corresponde a la asociación Cebada/Vicia; pero no existe diferencias estadísticas entre los tres tipos de Ormus.

RECOMENDACIONES

- ✚ Se recomienda probar el efecto del Ormus diluido, con ácido cítrico u otros ácidos orgánicos para comprobar y mejorar su comportamiento en el forraje verde hidropónico.
- ✚ Se recomienda utilizar soluciones nutritivas en etapa de crecimiento del forraje verde hidropónico, para mejorar los niveles de nitrógeno de esta forma mejoraremos el contenido de la proteína total.
- ✚ Probar el efecto del Ormus en cultivos de forrajes con mayores periodos vegetativos o en pastos cultivados con periodos de descanso superiores a quince días.

4. Bibliografía

- Abarca, Aguirre Aguilera, C., Jimenez, C., Mora lopez, D., silva rubio, I., e INIA. R. (2016). *Produccion de forraje verde hidropónico para la pequeña agricultura. region de o'higgins.*
- Admin. (2018). Algunas propiedades y beneficios del ormus u oro monoatómico. *alimentacion nutricion natural*, 6.
- Aguilar, C. (2013). *Produccion de forraje verde hidropónico para optimizar el uso de agua y su impacto en el nivel de ingreso del productor de cuyes en el valle de tacna - 2013.* Tacna - Peru.
- Aguirre, A. C., Rubio., A., Mora lópez, D., Silva Rubio, I., Olguin, R., e INIA. R. (2014). *Produccion de forraje verde hidropónico(fvh).* Chile.
- Alvarado, S. (2011). *Paja de avena y tepecil como sustrato para la produccion del forraje verde hidropónico de maíz en invernadero .tesis de ingeniero agronomo disponible en <http://http://core.ac.uk/download/pdf/16306953.pdf>.* Universidad Veracruzana.
- Aquino. (2010). *Producción, manejo y uso de forraje verde hidropónico para zonas de altura. jica.* la Paz Bolivia.
- Aquino, E., (2010). *Producción, manejo y uso de forraje verde hidropónico para zonas de altura. jica.* la paz, bolivia.
- Ayanz, A., (2007). *Leguminosas de interés para la implantación de praderas.* Universidad politécnica de Madrid.
- Borras, G., (2015). *Ormus, leyenda o realidad.*
- Carter , B. (2018). Omus de barry carter (oro monoatómico). *esto es agricultura.*
- Castillo, V., (2017). *Producción de biomasa y calidad nutricional de forraje verde hidropónico de avena sativa l. y hordeum vulgare l. con dos cortes sucesivos.* loja Ecuador.
- Como se prepara el ormus. (2017). *Salud organica sostenible*, 3.

- Corona, R. (2011). Produccion de forraje verde hidropónico. *engormix*, 9.
- Correa Molnar, (2009). *Que es la hidroponia* (vol. 19). el cid editor.
- Dudley, D. (2019). *Esto es agricultura*.
- FAO. (2014). *Carta de colores de las hojas*. obtenido de <https://www.fao.org/docrep/006/y2778s/05.htm#topofpage>.
- FAO,. (2001). *Forraje verde hidropónico ,mejoramiento de la disponibilidad de alimentos en los centros de desarrollo infantil del innfa*. santiago de Chile.
- Flores, M.(2015). El forraje verde hidropónico y su uso en la crianza de cuyes. *red de multiservicios regionales*, 10.
- Gamonal, C., (2018). *Ormus apartir de agua de mar de la costa limeña*. universidad nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque.
- Gómez, M. (2007). *Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz y cebada, con diferentes dosis de siembra para las etapas de crecimiento y engorde de cuyes*. tesis Ing. Zoot.en la estación experimental tunshi de la fcp-epoch. riobamba. ecuador.
- Hernandez, S., (2001). *Metodología de investigacion-universidad autonoma de mexico*. mexico: mcgraw-hill/interamericana de Mexico.
- http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4856/html/13_comparacin_de_teoras_cidobase.html. (s.f.). *comparacion de teoria acido - base*.
- <http://ormusperu.blogspot.com/2017/04/el-ormus-para-la-agricultura.html>. (2017). ormus el mana del mar.
- <https://estoesagricultura.com/como-hacer-ormus-para-uso-agricola/>. (s.f.). esto es agricultura.
- <https://www.ormus.es/ormus-la-agricultura/>. (s.f.). ormus España.
- https://www.youtube.com/watch?v=wyxq4hskp_g, h. . (8 de setiembre de 2018). *youtube*.

- Juárez, I., morales rodríguez, h. j., Sandoval Villa, m., Gómez Danés, a., Cruz Crespo, E., Juárez Rosete, C.Ortiz Catón, M. (2013). *Produccionn de forraje verde hidropónico*. <https://www.researchgate.net/publication/275715557>. Universidad Autónoma de Nayarit, Mexico.
- Liji, T. (2019). *Composicion de la orina*.
- Mendoza, M. (2009). *Producción de cebada (hordeum vulgare l.) bajo sistema hidropónico, en cuatro soluciones nutritivas. tesis lic. ing. agr. Universidad mayor de San Andrés, facultad de agronomía, carrera de ingeniería agronómica*. Bolivia la Paz.
- Monica, S., (2008). *Produccion de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz,trigo y vicia y su efecto en la alimentacion de cuyes*. Riobamba -Ecuador.
- Murray , M. (2013). *Agua del mar energia para la agricultura*.
- Navarrete, F., (2008). *"Estudio de la productividad de dos gramíneas (hordeum vulgare y triticum aestivum) y una leguminosa (vicia sp) para forraje verde hidropónico (fvh) con tres cortes sucesivos en la granja eca"*. Ibarra - Ecuador.
- Orella, T., (2015). *Evaluacion de tres niveles de fertilizacion en forrajke verde hidropónico de cebada (hordeum vulgare)*. Cuenca - Ecuador.
- Palomino, V. (2008). *Produccion de forraje hidropónico ,primera edicion*. peru: macro eirl.
- Radius, H. (1970). *Ormus, leyenda y realidad*.
- Ramirez, M. (2015). *Efecto de la utilizacion de forraje verde hidropónico de hordeum vulgare consocia do a la vicia sativa sobre la ganancia de peso vivo en cavia porcellus destetados*. Huancavelica - Peru.
- Rodriguez, D. (2005). *Produccion de forraje verde hidropónico*.
- Roxana. (2017). *Como se prepara ormus. salud organica sostenible, 4*.
- Sánchez, A. (1996 - 1997). *Informes técnicos de estadía. informes internos de la dirección nacional de empleo (dinae –ministerio de trabajo y seguridad social)*. Montevideo, Uruguay.

- Sánchez, C. (2000). *Una experiencia de forraje verde hidropónico en el Uruguay*. [en boletín informativo no. 7, 2000]. disponible online: http://www.lamolina.edu.pe/facultad/ciencias/hidroponia/boletin_7.htm.
- Santos, V. (2009). Producción de forraje verde hidropónico. *machu picchu cuy*, 60.
- Sepulveda, M. (1994). *Caracterización de la cebada (hordeum vulgare l) para la utilización como grano principal en la producción de forraje hidropónico*. Lima-Perú,.
- Susana. (2016). El ormus y sus beneficios para la salud. *alimentos anti-cancer, tratamientos cancer alternativos*, 3.
- Tarrillo, O. (2002). "Producción de forraje verde hidropónico en arequipa, Perú". en boletín informativo de red hidroponía. *cihn, universidad nacional la molina*.
- Tarrillo, O. (2007). *Producción de forraje verde hidropónico*, disponible en <http://www.forrajehidropónico.com/arti001.htm>. Arequipa - Peru.
- Tarrillo, O. (2008). *Forraje verde hidropónico manual de producción*" www.lamolina.edu.pe/hidroponia. Lima - la Molina.
- Tarrillo, O. (2008). *Forraje verde hidropónico*. disponible en: www.forrajehidropónico.com. Arequipa -Peru.
- Taylor, R. (2017). Ormus, agua de mar mitos y realidades, usos y propiedades agrícolas. *nexus* , 14.
- Vargas , F. (2008). *Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero*. *Agronomía mesoamericana*.
- Vera, A., (2002). *"Orgánico e inorgánico en el cultivo asociado cebada (hordeum vulgare l.)- vicia (vicia sativa l.) ,bajo condiciones de invernadero e hidroponia"*. Cusco - Peru.
- Yanarico, C. (2015). *Evaluación de tres periodos de cosecha en dos variedades de cebada (hordeum vulgare l.) Para la producción de forraje verde hidropónico, en la localidad de Chuquiaguillo*. La Paz - Bolivia.

ANEXOS

ANEXO 1: Pesos del forraje verde hidropónico fresco por bandeja y pesos de las muestras por tratamiento y repetición

Ormus	Tratamiento	Peso del FVH (g)	Peso de la muestra 1 (g)	Peso de la muestra 2 (g)	Semilla
Comercial	T1, R1	1675	115	100	Cebada (Tratamiento 1)
	T1, R2	1475	95	120	
	T1, R3	1110	95	105	
	T2, R1	1560	115	125	Cebada/Vicia (Tratamiento 2)
	T2, R2	1330	125	115	
	T2, R3	1220	120	120	
Orina humana	T3, R1	1845	150	130	Cebada (Tratamiento 3)
	T3, R2	1220	125	110	
	T3, R3	1220	105	110	
	T4, R1	1800	135	120	Cebada/Vicia (Tratamiento 4)
	T4, R2	1295	115	95	
	T4, R3	1080	130	95	
Agua de las salineras de Maras	T5, R1	1780	120	105	Cebada (tratamiento 5)
	T5, R2	1485	135	105	
	T5, R3	1005	105	95	
	T6, R1	1765	115	120	Cebada/Vicia (Tratamiento 6)
	T6, R2	990	95	100	
	T6, R3	1020	125	100	
Testigo (pura agua)	T7, R1	920	120	110	Cebada (Tratamiento 7)
	T7, R2	920	100	120	
	T7, R3	830	120	115	
	T8, R1	1665	110	120	Cebada/Vicia (Tratamiento 8)
	T8, R2	1225	110	105	
	T8, R3	920	105	110	

ANEXO 2: Producción de forraje verde hidropónico en materia verde g/m²

Repetición	Tratamientos							
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8
R-1	24345.93	22674.42	26816.86	26162.79	25872.09	25654.07	13372.09	24200.58
R-2	21438.95	19331.40	17732.56	18822.67	21584.30	14389.53	13372.09	17805.23
R-3	16133.72	17732.56	17732.56	15697.67	14607.56	14825.58	12063.95	13372.09
Promedio	20639.53	19912.79	20760.66	20227.71	20687.98	18289.73	12936.05	18459.30

ANEXO 3: Materia Seca g/m² del forraje verde hidropónico de Cebada y Cebada/Vicia

Repetición	Tratamientos							
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8
R-1	1270.22	1774.52	1787.79	2131.78	1724.81	2230.79	2117.25	1980.05
R-2	2256.73	2165.12	1986.05	2291.46	2238.37	2423.50	2406.98	2427.99
R-3	2207.77	2068.80	2364.34	2173.52	2225.91	2372.09	2312.26	2547.07
Promedio	1911.58	2002.81	2046.06	2198.92	2063.03	2342.13	2278.83	2318.37

ANEXO 4: Proteína total g/m² del forraje verde hidropónico de Cebada y Cebada/Vicia

Repetición	Tratamientos							
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8
R-1	155.35	236.01	190.58	243.45	181.97	281.53	203.26	220.18
R-2	276.00	287.96	211.71	261.68	236.15	305.85	231.07	269.99
R-3	270.01	275.15	252.04	248.22	234.83	299.36	221.98	283.23
Promedio	233.79	266.37	218.11	251.12	217.65	295.58	218.77	257.80

ANEXO 5: Proteína total digestible g/m² del forraje verde hidropónico de Cebada y Cebada/Vicia

Repetición	Tratamientos							
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8
R-1	112.47	161.20	135.69	161.65	125.56	186.37	127.03	133.65
R-2	199.82	196.68	150.74	173.76	162.94	202.47	144.42	163.89
R-3	195.49	187.93	179.45	164.82	162.04	198.18	138.74	171.92
Promedio	169.26	181.93	155.29	166.74	150.18	195.67	136.73	156.49

ANEXO 6: Resultados del porcentaje de la materia seca analizados en el laboratorio de Química-UNSAAC.

Tratamiento	Muestra 2	Tipo de semilla	Materia seca %
T-1	T1, R1	Cebada	90.74
	T1, R2		
	T1, R3		
T-2	T2, R1	Cebada-Vicia	90.65
	T2, R2		
	T2, R3		
T-3	T3, R1	Cebada	90.36
	T3, R2		
	T3, R3		
T-4	T4, R1	Cebada-Vicia	90.48
	T4, R2		
	T4, R3		
T-5	T5, R1	Cebada	89.45
	T5, R2		
	T5, R3		
T-6	T6, R1	Cebada-Vicia	89.96
	T6, R2		
	T6, R3		
T-7	T7, R1	Cebada	90.59
	T7, R2		
	T7, R3		
T-8	T8, R1	Cebada-Vicia	90.32
	T8, R2		
	T8, R3		

ANEXO 7: Porcentaje de materia seca analizados en el gabinete del Área de Nutrición y Alimentación Animal – Facultad de Ciencias Agrarias – UNSAAC

Repetición	Tratamientos							
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8
R-1	5.22	7.83	6.67	8.15	6.67	8.70	15.83	8.18
R-2	10.53	11.20	11.20	12.17	10.37	16.84	18.00	13.64
R-3	13.68	11.67	13.33	13.85	15.24	16.00	19.17	19.05
Promedio	9.81	10.23	10.40	11.39	10.76	13.85	17.67	13.62

ANEXO 8: Resultados del porcentaje de la proteína total del laboratorio de Química – UNSAAC

Tratamiento	Muestra 2	Tipo de semilla	Proteína total %
T-1	T1, R1	Cebada	12.23
	T1, R2		
	T1, R3		
T-2	T2, R1	Cebada-Vicia	13.3
	T2, R2		
	T2, R3		
T-3	T3, R1	Cebada	10.66
	T3, R2		
	T3, R3		
T-4	T4, R1	Cebada-Vicia	11.42
	T4, R2		
	T4, R3		
T-5	T5, R1	Cebada	10.55
	T5, R2		
	T5, R3		
T-6	T6, R1	Cebada-Vicia	12.62
	T6, R2		
	T6, R3		
T-7	T7, R1	Cebada	9.6
	T7, R2		
	T7, R3		
T8	T8, R1	cebada-vicia	11.12
	T8, R2		
	T8, R3		

ANEXO 9: Resultados del porcentaje de la proteína total digestible en el laboratorio de Química – UNSAAC

Tratamiento	Muestra 2	Tipo de semilla	Proteína digestible %
T-1	T1, R1	Cebada	72.40
	T1, R2		
	T1, R3		
T-2	T2, R1	Cebada-Vicia	68.30
	T2, R2		
	T2, R3		
T-3	T3, R1	Cebada	71.20
	T3, R2		
	T3, R3		
T-4	T4, R1	Cebada-Vicia	66.40
	T4, R2		
	T4, R3		
T-5	T5, R1	Cebada	69.00
	T5, R2		
	T5, R3		
T-6	T6, R1	Cebada-Vicia	66.20
	T6, R2		
	T6, R3		
T-7	T7, R1	Cebada	62.50
	T7, R2		
	T7, R3		
T-8	T8, R1	Cebada-Vicia	60.70
	T8, R2		
	T8, R3		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0004-19-LAQ

SOLICITANTE: MARCO ROMARIO CONDORI JERILLO
 ALEX FERNANDO QUILLAHUAMAN PUMAYALLI

MUESTRA : FORRAJE VERDE HIDROPONICO

FECHA : C/03/01/2019

PROYECTO T.: OBTENCION Y UTILIZACION DEL ELEMENTO MONO ATOMICO REORDENADO ORBITALMENTE (ORME) EN LA PRODUCCION DE FORRAJE HIDROPONICO EN EL CENTRO AGRONOMICO KAYRA DEL DISTRITO DE SAN JERONIMO-CUSCO

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

	Materia Seca %	DIGESTIBILIDAD Proteína %	Proteína %
Cebada/Pura M ₁ -T ₁	90.74	72.40	12.23
Cebada/Vicia M ₂ -T ₂	90.65	68.30	13.30
Cebada/Pura M ₃ -T ₃	90.36	71.20	10.66
Cebada/Vicia M ₄ -T ₄	90.48	66.40	11.42
Cebada/Pura M ₅ -T ₅	89.45	69.00	10.55
Cebada/Vicia M ₆ -T ₆	89.96	66.20	12.62
Cebada/Pura M ₇ -T ₇	90.59	62.50	9.60
Cebada/Vicia M ₈ -T ₈	90.32	60.70	11.12

Cusco, 23 de Enero 2019



Director General de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
 Unidad de Prestaciones de Servicio Químico
 MSc. Mercedes Mercedes Arizola
 INGENIERA DE LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

ANEXO 10: Análisis de varianza de materia seca del forraje verde hidropónico de Cebada y Cebada/Vicia

F de V	Gl	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01	significancia
Tratamiento	7	542834.38	77547.77	0.95	2.66	4.03	NS
Semilla	1	118750.74	118750.74	1.46	4.49	8.53	NS
Ormus	3	376110.87	125370.29	1.54	3.24	5.22	NS
Semilla X Ormus	3	47972.77	15990.92	0.20	3.24	5.22	NS
Error	16	1300350.47	81271.90				
Total	23	1843184.85					

Coefficiente de variabilidad: 13.29 %

ANEXO 11: Análisis de varianza de proteína total del forraje verde hidropónico de Cebada y Cebada/Vicia

F de V	Gl	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01	Significancia
Tratamiento	7	16503.23	2357.604545	2.13	2.66	4.03	NS
Semilla	1	12497.61	12497.61012	11.31	4.49	8.53	**
Ormus	3	1881.61	627.2038719	0.57	3.24	5.22	NS
Semilla X Ormus	3	2124.01	708.0033604	0.64	3.24	5.22	NS
Error	16	17681.30	1105.081507				
Total	23	34184.54					

Coefficiente de variabilidad: 13.57 %

ANEXO 12: Análisis de varianza de la proteína digestible (g/m²) del forraje verde hidropónico de Cebada y Cebada/Vicia

F de V	Gl	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01	significancia
Tratamiento	7	7280.52	1040.074633	1.93	2.66	4.03	NS
Semilla	1	2995.09	2995.090775	5.56	4.49	8.53	*
Ormus	3	3153.14	1051.046056	1.95	3.24	5.22	NS
Interacción Semilla x Ormus	3	1132.29	377.4311612	0.70	3.24	5.22	NS
Error	16	8618.01	538.6254226				
Total	23	15898.53					

Coefficiente de variabilidad: 14.14 %.