



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA
AGRICULTURA**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

TEMA: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE FERMENTO DE MAÍZ (*Zea mays*), SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE RAY GRASS (*Lolium multiflorum*) Y TRÉBOL BLANCO (*Trifolium repens*), EN DOS LOCALIDADES DE PICHINCHA, ECUADOR

AUTOR: OJEDA ALMACHI, MICHELLE ESTEFANÍA

DIRECTOR: ING. SORIA IDROVO, NORMAN AURELIO

SANGOLQUÍ

2018



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, *“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE FERMENTO DE MAÍZ (*Zea mays*), SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE RAY GRASS (*Lolium multiflorum*) Y TRÉBOL BLANCO (*Trifolium repens*), EN DOS LOCALIDADES DE PICHINCHA, ECUADOR”* realizado por la señorita *Ojeda Almachi, Michelle Estefanía* el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 08 de Junio del 2018

.....
Ing. Norman Aurelio Soria Idrovo.

C.C: 1801206572



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, *Ojeda Almachi, Michelle Estefanía*, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación *“Efecto de la aplicación de fermento de maíz (zea mays), sobre la productividad de Rye grass (lolium multiflorum) y trébol blanco (trifolium repens), en dos localidades de Pichincha, Ecuador”* es de mi autoría y responsabilidad cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz

Sangolquí, 08 de Junio de 2018

Michelle Estefanía Ojeda Almachi

C.C. 1721345674



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN

Yo, Ojeda Almachi, Michelle Estefanía, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: “Efecto de la aplicación de fermento de maíz (zea mays), sobre la productividad de Rye grass (lolium multiflorum) y trébol blanco (trifolium repens), en dos localidades de Pichincha, Ecuador” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 08 de Junio del 2018

Michelle Estefanía Ojeda Almachi

C.C. 1721345674

DEDICATORIA

A mis padres Ernesto y Mariana por guiarme, enseñarme y brindarme sus consejos y palabras de aliento que me ayudaron para llegar al final de mi carrera.

A mis hermanos Oscar y Alexis que siempre me brindaron su tiempo y apoyo cuando más los necesitaba.

A mis abuelitos Lolita y Pepito que desde el cielo me guiaron para culminar con mi carrera.

Michelle

AGRADECIMIENTO

A mi Mami, por su ejemplo y dedicación, por brindarme su confianza incondicional y siempre apoyarme en toda locura que le hice pasar

A mi Papi, por brindarme la mejor educación a pesar de las circunstancias, por brindarme su cariño y apoyo en los momentos que más lo necesitaba.

A mi hermano Oscar, por apoyarme y ayudarme, por darme ánimos, por escuchar mis historias de vida y hacer de mis días una locura. A mi hermanito Alexis, por siempre preocuparse por mí y quererme a su manera. Los amo con todo mi corazón y daría la vida por ustedes.

A mis tíos, tías, primas y primos que siempre estuvieron pendientes de cada paso que daba.

A mi mami Julia, por ser el apoyo dentro y fuera de la hacienda, por verme como su hija al momento de darme algún consejo. A Andrea, por darme la idea del tema de mi tesis. A la Hacienda la Querencia, A mis jefes Robert y Galo por confiar en mí y darme la oportunidad de formar parte de esta hermosa familia, A los trabajadores de la hacienda, Patty, Gerardo, Marco y Gladys por ayudarme con mi tesis y brindarme sus conocimientos.

A mis Rosados, por hacer que el IASA se vuelva una pasión para mí y siempre aceptarme como soy. A mis amigos RAP por quererme y siempre estar pendientes de mí a pesar de la distancia.

A mis amigas que son como mis hermanas, Hanna, Michu, Mayra y Marilyn que hicieron de esta etapa de mi vida la más feliz, por sus enseñanzas y locuras que vivimos juntas. A mis grandes amigos Mauro, Luisa, Diana, Katty, Vale, Homero, Liz y Yordy por cada momento que vivimos y lo recordaremos por siempre.

A mi director de tesis Ing. Norman Soria, por su enseñanza, dedicación y paciencia.

Agradezco al IASA y a cada uno de los docentes que conocí y que me brindaron sus conocimientos.

A mis amigos y compañeros que compartimos cada hora de clase, cada receso y cada programa que nos brindó nuestra querida facultad.

A mis abuelitos Lolita y Pepito por guiarme desde el cielo.

ÍNDICE DE CONTENIDO**CARÁTULA**

CERTIFICACIÓN.....	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	ii
AUTORIZACIÓN.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii

CAPÍTULO I**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Planteamiento del problema.....	3
1.3	Justificación	4
1.4	Objetivos	5
1.4.1	Objetivo general.....	5
1.4.2	Objetivos específicos	5
1.5	Hipótesis.....	6

CAPÍTULO II**REVISIÓN DE LITERATURA**

2.1	Especies forrajeras	7
2.1.1	Generalidades.....	7
2.1.2	Fotoperiodo y fitocromo	8
2.1.3	Elección de especies forrajeras	9

		vii
2.2	Rye grass	9
2.2.1	Rye grass anual: Taxonomía	9
2.2.1.1	Características botánicas y requerimientos del Rye grass anual	10
2.2.1.2	Rye grass anual – Lonestar	10
2.2.2	Rye grass perenne: Taxonomía	11
2.2.2.1	Características botánicas y requerimientos del Rye grass perenne	11
2.2.2.2	Rye grass perenne – Alto	12
2.2.2.3	Rye grass perenne – Bealey	12
2.3	Trébol blanco: taxonomía	13
2.3.1	Características botánicas y requerimientos del trébol blanco	13
2.4	Maíz: taxonomía	14
2.4.1	Características botánicas del maíz.	14
2.4.2	Códigos fenológicos.....	15
2.4.3	Ciclo vegetativo	17
2.5	Biofertilizantes	18
2.5.1	Ventajas del uso de biofertilizantes.	18
2.5.2	Desventajas del uso de biofertilizantes	18
2.5.3	Clasificación de los biofertilizantes:	19
2.6	Balance hormonal.....	19
2.7	Biorreguladores	22
2.7.1	Auxinas	22
2.7.2	Giberelinas	23
2.7.3	Citocininas	23
2.7.4	Ácido abscísico	24
2.7.5	Etileno.....	24
2.7.6	Brasinoesteroides	24
2.7.7	Jasmonatos	25
2.7.8	Ácido salicílico	25
2.7.9	Poliaminas.....	25
2.7.10	Óxido nítrico	25

		viii
2.8	Auxinas.....	25
2.8.1	Síntesis de las auxinas.....	27
2.8.2	Transporte de las auxinas.....	28
2.9	Relación fuente demanda.....	29
2.10	Aplicaciones de biofertilizantes.....	31
2.11	Tecnologías aplicadas con maíz.....	32

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Ubicación del lugar de investigación.....	34
3.1.1	Ubicación política.....	34
3.1.2	Ubicación geográfica.....	34
3.1.3	Ubicación ecológica.....	35
3.2	Materiales.....	36
3.2.1	Materiales de campo.....	36
3.2.1.1	Herramientas y equipos.....	36
3.2.1.2	Fuentes naturales.....	36
3.2.2	Materiales de laboratorio.....	36
3.2.2.1	Equipos.....	36
3.2.2.2	Reactivos.....	37
3.3	Métodos.....	37
3.3.1	Fase de campo.....	37
3.3.1.1	Implantación del experimento.....	37
3.3.1.2	Llenado de fundas.....	37
3.3.1.3	Siembra.....	37
3.3.1.4	Elaboración del fermento de Maíz.....	38
3.3.1.5	Aplicación del Fermento de Maíz.....	38
3.3.1.6	Digestibilidad <i>in situ</i>	39
3.3.2	Fase de laboratorio.....	39
3.3.2.1	Análisis preliminares.....	39

3.3.2.1.1	Determinación de grados Brix	39
3.3.2.1.2	Determinación de pH, conductividad eléctrica y solidos totales disueltos	39
3.3.2.1.3	Determinación de Nitrógeno	39
3.3.2.1.4	Determinación de Fósforo	40
3.3.2.1.5	Determinación de Potasio	41
3.3.2.2	Análisis nutricional	41
3.3.2.2.1	Determinación de proteína cruda y nitrógeno	41
3.3.2.2.2	Determinación de fibra detergente neutra	41
3.3.2.3	Porcentaje de digestibilidad	42
3.3.3	Diseño experimental	42
3.3.3.1	Tipo de diseño	42
3.3.3.2	Tratamientos	43
3.3.3.3	Parcelas	43
3.3.3.4	Área total del ensayo	44
3.3.3.5	Esquema de análisis de varianza para cada localidad	44
3.3.3.6	Croquis del diseño	45
3.3.3.7	Esquema de análisis de varianza combinado localidad x tratamientos	46
3.3.4	VARIABLES EVALUADAS	46
3.3.4.1	Velocidad de Crecimiento	46
3.3.4.2	Materia verde	47
3.3.4.3	Materia seca	47
3.3.4.4	Análisis nutricional	47
3.3.4.5	Digestibilidad <i>in situ</i>	48
3.3.4.6	Vigor de la planta	48
3.3.4.7	Análisis Económico (para cada localidad)	48

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Resultados	50
4.1.1	Análisis del fermento de maíz	50

		x
4.1.2	Velocidad de crecimiento.....	51
4.1.3	Materia verde	56
4.1.4	Materia seca	58
4.1.5	Valor nutricional	62
4.1.5.1	Proteína cruda (Nitrógeno) y Fibra	62
4.1.6	Digestibilidad <i>in situ</i>	69
4.1.7	Vigor de la planta.....	73
4.1.8	Análisis económico.....	74
4.1.8.1	Análisis económico IASA.....	74
4.1.8.2	Análisis económico NONO	76
4.2	Discusión.....	78

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	87
5.2	Recomendaciones.....	88
5.3	Bibliografía	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Características del Rye grass anual variedad Lonestar</i>	10
Tabla 2	<i>Características de Rye grass perenne variedad Alto</i>	12
Tabla 3	<i>Características de Rye grass perenne variedad Bealey</i>	12
Tabla 4	<i>Esquema de tratamientos</i>	43
Tabla 5	<i>Esquema de parcelas</i>	43
Tabla 6	<i>Esquema del área total del ensayo</i>	44
Tabla 7	<i>Análisis de varianza para cada localidad</i>	44
Tabla 8	<i>Análisis de varianza localidad x tratamientos</i>	46
Tabla 9	<i>Escala de vigor de rebrote</i>	48
Tabla 10	<i>Composición nutricional del fermento de maíz</i>	50
Tabla 11	<i>Análisis de varianza para la velocidad de crecimiento de Ray grass y trébol blanco bajo el efecto de diferentes dosis de Fermento de Maíz para la localidad IASA</i>	51
Tabla 12	<i>Promedio \pm e.e de la velocidad de crecimiento de la mezcla forrajera de Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de diferentes dosis de fermento de maíz para la localidad IASA medida en días al corte</i>	52
Tabla 13	<i>Análisis de varianza para la velocidad de crecimiento de Rye grass y trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO)</i>	54
Tabla 14	<i>Promedio \pm e.e de la velocidad de crecimiento de la mezcla forrajera de Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO) medida en días al corte</i>	55

Tabla 15	<i>Análisis de varianza para cantidad de Materia Verde de Ray grass y trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO).....</i>	56
Tabla 16	<i>Promedio \pm e.e de la cantidad de Materia Verde de la mezcla forrajera de Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO), expresada en Kg.Ha⁻¹.</i>	57
Tabla 17	<i>Análisis de varianza para la cantidad de Materia seca de Ray grass y trébol blanco bajo el efecto de diferentes dosis de Fermento de Maíz para la localidad IASA expresada en Kg.Ha⁻¹.....</i>	59
Tabla 18	<i>Análisis de varianza para cantidad de Materia Seca de Ray grass y trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO).....</i>	60
Tabla 19	<i>Promedio \pm e.e de la cantidad de Materia Seca de la mezcla forrajera de Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO) expresada en Kg.Ha⁻¹.</i>	61
Tabla 20	<i>Análisis de varianza para el porcentaje de Proteína cruda en Ray grass y trébol blanco bajo el efecto de diferentes dosis de Fermento de Maíz para la localidad IASA.....</i>	62
Tabla 21	<i>Promedio \pm e.e del porcentaje de Proteína cruda (Nitrógeno) en Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de diferentes dosis de fermento de maíz para la localidad IASA.....</i>	63
Tabla 22	<i>Análisis de varianza para el porcentaje de Proteína cruda (Nitrógeno) en Ray grass y trébol blanco bajo el efecto de diferentes dosis de Fermento de Maíz para la localidad NONO.....</i>	64

Tabla 23 <i>Análisis de varianza para el porcentaje de Fibra en Ray grass y trébol blanco bajo el efecto de diferentes dosis de Fermento de Maíz para la localidad NONO.....</i>	65
Tabla 24 <i>Promedio \pm e.e del porcentaje de Proteína cruda (Nitrógeno) y fibra en Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de diferentes dosis de fermento de maíz para la localidad NONO.....</i>	66
Tabla 25 <i>Análisis de varianza para cantidad de Proteína cruda de Ray grass y trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO).....</i>	67
Tabla 26 <i>Análisis de varianza para el porcentaje de Fibra de Ray grass y trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO).....</i>	67
Tabla 27 <i>Promedio \pm e.e de la cantidad de Proteína cruda de la mezcla forrajera de Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO)</i>	68
Tabla 28 <i>Análisis de varianza para el porcentaje de Digestibilidad in situ de Ray grass y trébol blanco medidas a las 6 horas bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO).....</i>	70
Tabla 29 <i>Análisis de varianza para el porcentaje de Digestibilidad in situ de Ray grass y trébol blanco medidas a las 12 horas bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO).....</i>	70
Tabla 30 <i>Promedio \pm e.e del porcentaje de Digestibilidad in situ de Ray grass y trébol blanco medidas a las 6, 12, 24 y 48 horas bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO)</i>	71

Tabla 31	<i>Análisis de varianza para el vigor de la germinación de las semillas de Ray grass y trébol blanco sembradas en dos localidades de Pichincha.</i>	74
Tabla 32	<i>Cálculo de los beneficios brutos al comprar fermento de maíz para localidad IASA.</i>	75
Tabla 33	<i>Análisis económico del rendimiento de rye grass y trébol blanco bajo el efecto de la aplicación de Fermento de maíz (comprado) en la localidad IASA.</i>	75
Tabla 34	<i>Cálculo de los beneficios brutos al elaborar el fermento de maíz para localidad IASA.</i>	76
Tabla 35	<i>Análisis económico del rendimiento de rye grass y trébol blanco bajo el efecto de la aplicación de Fermento de maíz (elaborado) en la localidad IASA.</i>	76
Tabla 36	<i>Cálculo de los beneficios brutos al adquirir el fermento de maíz para localidad NONO.</i>	77
Tabla 37	<i>Análisis económico del rendimiento de rye grass y trébol blanco bajo el efecto de la aplicación de Fermento de maíz (adquirir) en la localidad NONO.</i>	77
Tabla 38	<i>Cálculo de los beneficios brutos al elaborar el fermento de maíz para localidad NONO.</i>	78
Tabla 39	<i>Análisis económico del rendimiento de rye grass y trébol blanco bajo el efecto de la aplicación de Fermento de maíz (elaborar) en la localidad NONO.</i>	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Secuencia de floración - fitocromo	8
Figura 2	Códigos fenológicos	15
Figura 3	Presencia hormonal en las plantas	19
Figura 4	Equilibrio hormonal de la planta	21
Figura 5	Reguladores de crecimiento.....	22
Figura 6	Síntesis de las auxinas	28
Figura 7	Relación fuente – demanda.....	30
Figura 8	Distribución de tratamientos – NONO	45
Figura 9	Distribución de tratamientos – IASA	45
Figura 10	Prueba de significancia de Duncan (5%) de la velocidad de crecimiento de Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de diferentes dosis de Fermento de Maíz en la localidad de IASA	52
Figura 11	a. Tratamiento 5 (testigo). b. Tratamiento 4 (100 mL.L ⁻¹ de fermento de maíz) a los 23 días del corte de igualación y con una aplicación del fermento de maíz	53
Figura 12	a. Tratamiento 1 (25 mL.L ⁻¹ de fermento de maíz); b. Tratamiento 5 (testigo) a los 21 días del corte de igualación y con una aplicación del fermento de maíz	53
Figura 13	Prueba de significancia de Duncan (5%) de la velocidad de crecimiento de Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO)	55
Figura 14	Prueba de significancia de Duncan (5%) de la cantidad de Materia verde en Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO)	58

Figura 15 Prueba de significancia de Duncan (5%) de la materia seca de Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de diferentes dosis de Fermento de Maíz en la localidad de IASA	59
Figura 16 Prueba de significancia de Duncan (5%) de la cantidad de Materia seca en Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO)	61
Figura 17 Prueba de significancia de Duncan (5%) del porcentaje de Proteína cruda (Nitrógeno) en Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de diferentes dosis de Fermento de Maíz en la localidad de IASA.....	63
Figura 18 Análisis de Nitrógeno - Proteína.....	64
Figura 19 Prueba de significancia de Duncan (5%) del porcentaje de Proteína cruda (Nitrógeno) y Fibra en Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de diferentes dosis de Fermento de Maíz en la localidad de NONO	66
Figura 20 Análisis de fibra	68
Figura 21 Prueba de significancia de Duncan (5%) de la cantidad de Proteína cruda (Nitrógeno) y fibra medida en Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO).....	69
Figura 22 Digestibilidad in situ de la mezcla forrajera medida a las 6, 12, 24 y 48 horas de la localidad IASA bajo el efecto de diferentes dosis de Ferrmento de Maíz....	72
Figura 23 Incubación ruminal de la mezcla forrajera	72
Figura 24 Digestibilidad in situ de la mezcla forrajera medida a las 6, 12, 24 y 48 horas de la localidad NONO bajo el efecto de diferentes dosis de Ferrmento de Maíz.....	73
Figura 25 Prueba de vigor a. espacios más pronunciados correspondiente a un valor de 4. b. menor cantidad de espacios correspondiente a un valor de 8.....	74

RESUMEN

La presente investigación se realizó con la finalidad de determinar el potencial del fermento de maíz para mejorar el rendimiento de Rye grass (*Lolium multiflorum*) y trébol blanco (*Trifolium repens*) en dos localidades de pichincha (IASA y NONO) donde se ocupó Rye grass anual variedad Lonestar, Rye perenne variedad Alto y Bealey. En las dos localidades se evaluaron la aplicación de diferentes dosis de fermento de maíz 25, 50, 75 y 100 mL.L⁻¹ más un testigo (0 mL.L⁻¹). Se realizó un análisis inicial del fermento de maíz para conocer el contenido y aporte nutricional que puede proporcionar a la mezcla forrajera. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Durante la investigación se realizaron tres cortes y las variables medidas fueron: la velocidad de crecimiento que se vio afectada por las condiciones climáticas de cada localidad y se encontró que al aplicar 100 mL.L⁻¹ y 25 mL.L⁻¹ de fermento de maíz en las dos localidades la velocidad de crecimiento aumento. La producción de materia verde y materia seca no se vieron afectadas por la aplicación del fermento. El análisis nutricional demostró que el testigo T5 tuvo valores más altos en comparación del resto de tratamientos. En cuanto a la digestibilidad *in situ*, los tratamientos que fueron aplicados las diferentes dosis de fermento de maíz presentaron mayor degradabilidad ruminal en comparación del testigo. La aplicación de fermento de maíz es un método que puede ser utilizado como un sustituto de fertilizante para mejorar el crecimiento para pastos.

PALABRAS CLAVES

- FERMENTO DE MAÍZ
- RYE GRASS
- TRÉBOL BLANCO
- PRODUCTIVIDAD
- RENDIMIENTO

ABSTRACT

The present investigation was carried out in order to determine the potential of corn ferment to improve the yield of Rye grass (*Lolium multiflorum*) and white clover (*Trifolium repens*) in two localities of Pichincha (IASA and NONO) where annual Rye grass was occupied variety Lonestar, Rye perennial variety Alto and Bealey. In both locations the application of different doses of maize ferment 25, 50, 75 and 100 mL.L⁻¹ plus a control (0 mL.L⁻¹) was evaluated. An initial analysis of the corn ferment was carried out to know the content and nutritional contribution that can be provided to the forage mix. A completely randomized block design with three repetitions was used. During the investigation three cuts were made and the measured variables were: the growth rate that was affected by the climatic conditions of each locality and it was found that when applying 100 mL.L⁻¹ and 25 mL.L⁻¹ of ferment of corn in the two locations the growth rate increased. The production of green matter and dry matter were not affected by the application of the ferment. The nutritional analysis showed that the T5 control had higher values compared to the rest of the treatments. In terms of in situ digestibility, the treatments that were applied to the different doses of corn ferment showed greater ruminal degradability compared to the control. The application of corn ferment is a method that can be used as a substitute for fertilizer to improve growth for pastures.

KEYWORDS:

- CORN FERMENT
- RYE GRASS
- WHITE CLOVER
- PRODUCTIVITY
- YIELD

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

Las especies forrajeras son el material fresco en la alimentación para los animales de producción y en nuestro país los pastos cumplen el papel más importante en cuanto a la producción ganadera. Los pastos en la actualidad deben ser estudiados a profundidad para mejorar la calidad de la alimentación y fertilización para aumentar la producción en un corto tiempo, evitando el daño ambiental con agroquímicos e implementar el uso de fertilización orgánica como el uso de fermento de maíz.

El maíz es un alimento básico de muchísimas personas en especial de países en desarrollo, por lo cual puede ser consumido de distintas formas como la sémola, el pan de maíz, maíz cocinado y productos con copos de maíz, el maíz ha permitido la determinación de su presencia y cuantificación de su uso en tierras ecuatoriales (FAO, 1993).

El maíz también es utilizado como materia prima para realizar distintos productos alimenticios como en Colombia y Venezuela, donde se descascara el maíz, se degermina y se precuece para elaborar arepas (FAO, 1993). En Egipto se realiza *aish merahra*, el cual es un pan plano a base de maíz, que se fermenta mediante levadura de masa agria.

Según (FAO, 1993), el maíz también es utilizado para fabricar cerveza, por ejemplo en Benín se obtiene malta a partir de la germinación de los granos durante cinco días. Existen distintas maneras de consumir el maíz dependiendo al país y de las costumbres que se tengan, el mayor consumo de los derivados del maíz se ven reflejado en países que consumen harinas, tortillas y

arepas.

El maíz es un cereal muy apropiado para la alimentación de los niños por sus valores energéticos y porque no contiene gluten, además favorece el tránsito intestinal y evita el estreñimiento, combate los déficits de magnesio y otros minerales y sus propiedades nutritivas son ideales para todos los días, incluso en los periodos de mucho esfuerzo, ya que el maíz es rico en carbohidratos y de proteínas. Además es rico en sales minerales como el magnesio y el fósforo, es el único cereal rico en vitamina A. También contiene vitamina B, C, calcio, ácido fólico y contiene mucha fibra. (Las plantas curativas de Dios, 2013)

El maíz también se diferencia por el color y esto se debe a las concentraciones de diversos pigmentos como carotenoides y flavonoides, que funcionan en la prevención de enfermedades degenerativas (Salazar, 2013).

Desde hace miles de años los asiáticos recomendaban el consumo de brotes (semillas germinadas) para lograr vivir más de 100 años, ya que los brotes brindan gran cantidad de nutrientes de buena calidad y libre de enfermedades (ABC de la destrucción, 2012). Las semillas germinadas además de proporcionar nutrientes al organismo juegan un papel importante en la fisiología vegetal, contienen fitohormonas como las Auxinas, AIA.

Las auxinas son biorreguladores de crecimiento que se encuentran en los ápices de los brotes y en las raíces, las mismas que se encargan del crecimiento y la elongación de las plantas mediante de la división celular (Díaz D. , Intagri, 2017).

Los pastos dentro de la producción ganadera, constituyen un 95% dentro de la alimentación los mismos que permiten generar energía y proteína necesaria para que el animal realice sus funciones metabólicas para la producción de leche o de carne, cual sea el fin de la ganadería

(Lideres, 2015).

La aplicación de diversos tipos de fertilizantes químicos ha ocasionado un daño considerable en la estructura del suelo, el ambiente, las vertientes de agua y la salud de los operarios y de las personas aledañas a las ganaderías. El uso excesivo de estos productos químicos afecta directamente a la economía del productor siendo una razón importante para la realización de diferentes estudios acerca de fuentes naturales de fertilización y biorregulación para ayudar al crecimiento, desarrollo y que brinde las mismas ventajas que un fertilizante químico para la alimentación de los pastos y por ende de los animales a un bajo costo y sin afectación al medio ambiente y social en el que vivimos (FAO, 2006).

1.2 Planteamiento del problema

Es importante conocer que alrededor del 29.4% de hectáreas en nuestro país es destinado a cultivar pastos para alimentación de animales, dentro de estas hectáreas el 21% son utilizadas por la Región Sierra (INEC, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2011).

Según (MAGAP, 2016), el costo de los agroquímicos se ha incrementado en un 2% a partir del mes de mayo y la importación de agroquímicos ha disminuido.

Este hecho nos indica que cada vez existen menos oportunidades de que ciertos productores adquieran agroquímicos necesarios para la fertilización de los pastos, además se corre el riesgo de que los agroquímicos sigan aumentando de precio lo que conlleva a la baja producción en el ganado lechero.

Por estas razones se ha determinado como un problema de interés económico, a la ausencia de alternativas prácticas al uso habitual de fertilizantes y biorreguladores orgánicos dentro de la

producción de pasto para la alimentación de animales.

1.3 Justificación

En la última década se mantiene una constante en el uso de los suelos para labores agropecuarias. Los pastos cultivados, es decir, las áreas destinadas para ganado de toda clase, ocupan prácticamente la mitad de los suelos, según el INEC. Con estos datos nos hemos visto en la obligación de realizar un estudio sobre una alternativa eficaz de fertilización y que a la vez actúe como biorregulador de crecimiento de los pastos para evitar la contaminación del suelo y el uso inadecuado del mismo para incrementar la producción de alimento verde.

Por medio de este estudio se quiso dar a conocer una alternativa eficiente y más económica que permita al agricultor utilizar fermento de maíz como una alternativa viable de fertilización y biorregulación, para lograr una mayor cantidad de materia verde, un mayor crecimiento del pasto en menor tiempo, evitar daños físicos en la estructura del suelo, evitar contaminaciones por el uso excesivo de fertilizantes químicos y ayudar a la micro-biota presente en el suelo donde es cultivado este alimento para los animales en producción.

Esto se puede llegar a obtener gracias a que el fermento de maíz es realizado con semillas germinadas las cuales generan hormonas como las auxinas, las mismas que son inductores del crecimiento y el pasto puede aprovechar estas hormonas con el fin de conseguir un mayor crecimiento.

La técnica propuesta y desarrollada dentro del proyecto de investigación, se basa en la aplicación de fermento de maíz con diferentes concentraciones, con el fin de que sea considerada como una alternativa que se podrá incluir dentro de los sistemas de producción agropecuaria ya

que se verán beneficiados los pastos para la alimentación de animales en producción, evitar el uso constante y dependencia a la aplicación de agroquímicos los mismos que son usados en la mayoría de los cultivos en el Ecuador. La utilización de fermento de maíz como fertilizante foliar y biorregulador de crecimiento aparece como una alternativa viable, para tener producciones y productos que no afecten a la salud de los agricultores, personas de sectores aledaños, no existan daños en el medio ambiente y brindar a los animales un alimento de calidad, además de lograr la sostenibilidad agrícola y pecuaria.

La importancia del tema es para beneficio y bienestar del medio ambiente, de nuestra salud y la enseñanza de cómo elaborar un biofertilizante a base del fermento de maíz que a la vez actúa como biorregulador, además de considerar que la agricultura orgánica puede contribuir al desarrollo sustentable tanto social, económico y ecológico.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de fermento de maíz (*Zea mays*), sobre el crecimiento, desarrollo y productividad de rye grass (*Lolium multiflorum*) y trébol blanco (*Trifolium repens*), en dos localidades de la provincia de Pichincha, Ecuador

1.4.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto que tiene la aplicación de fermento de maíz sobre la velocidad del crecimiento y la producción de materia verde del pasto.
- Valorar el efecto que tiene la aplicación de fermento de maíz sobre la producción de materia seca del pasto.

- Realizar un análisis nutritivo del pasto para evaluar el efecto de los tratamientos.
- Realizar pruebas de digestibilidad *in situ* del pasto.
- Determinar el tratamiento más económico.
- Difundir los resultados obtenidos a través de esta investigación a los sectores aledaños.

1.5 Hipótesis

H₀: La aplicación del fermento de maíz no responde como alternativa eficiente para mejorar el crecimiento, desarrollo y productividad de Ray grass y trébol blanco a comparación del testigo en dos localidades de Pichincha, Ecuador

H₁: La aplicación del fermento de maíz responde como alternativa eficiente para mejorar el crecimiento, desarrollo y productividad de Ray grass y trébol blanco a comparación del testigo en dos localidades de Pichincha, Ecuador.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Especies forrajeras

2.1.1 Generalidades

Las especies forrajeras son aquellas plantas que se cultivan para que sirvan de alimento a los animales, bien sea de forma directa como el pastoreo o siega, o a través de unos procesos de transformación principalmente henificado o ensilaje (Vargas Velasco, 2011).

Se puede establecer cultivos puros o potreros puros (monofíticos) de gramíneas o leguminosas; pero en muchas ocasiones no resultan ser palatables por mucho tiempo, por lo cual se ha visto en la necesidad de usar mezclas forrajeras. Por otro lado, al mezclar gramíneas y leguminosas se consigue equilibrar el manejo de forrajes de un campo, a la vez evitar arar y sembrar anualmente (Benítez, 1980).

Las leguminosas tienen como características propias su alto valor nutritivo, fijan el nitrógeno atmosférico, soportan menos pastoreo y los rendimientos de materia verde, por otro lado, las gramíneas tienen como características propias que son ricas en hidratos de carbono, soportan mejor el pastoreo, son de mayor precocidad que las leguminosas, soportan la humedad, acidez del suelo, salinidad, además de controlar la erosión del suelo, viven más que las leguminosas y no producen meteorismo o empaste en los animales (Benítez, 1980).

2.1.2 Fotoperiodo y fitocromo

La luz juega un papel importante en el metabolismo vegetal, ya que es un elemento esencial para la realización de la fotosíntesis, por lo cual el fotoperiodo es un mecanismo utilizado para acumular fitocromos en la planta para llegar a su máximo desarrollo (Basantes, 2010).

- Fotoperiodo

El fotoperiodo es un mecanismo que capacita a la planta a la recepción de horas luz en las diferentes fases del crecimiento del cultivo. La planta responde al estímulo de los factores de medio ambiente de manera diferente durante el estado vegetativo en comparación a los otros estadios y cada estímulo que recibe la planta puede ser decisivo para el crecimiento y desarrollo (Basantes, 2010).

Según (Basantes, 2010), afirma que el estímulo del fotoperiodo (la luz) ingresa por la hoja que es el receptor y el ápice del tallo es el reactor, respondiendo de la siguiente manera:

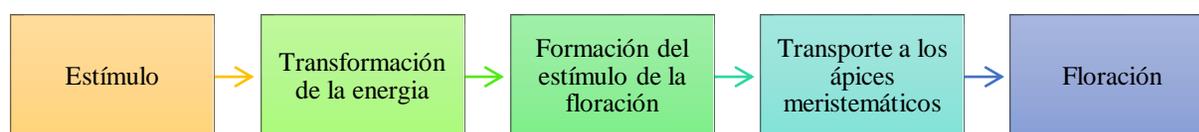


Figura 1 Secuencia de floración - fitocromo

Fuente: (Basantes, 2010)

- Fitocromo

El fitocromo es una proteína que pigmenta de color azul-verdoso a todas las plantas y se caracteriza por ser receptivo a la luz. Los fitocromos son pigmentos sensores que van a controlar todos los procesos de desarrollo de la planta que van desde la germinación hasta la floración y su

producción además de que intervienen en la orientación de los cloroplastos en el interior de las células y es responsable del fotoperiodo (Basantes, 2010).

2.1.3 Elección de especies forrajeras

La elección de las especies forrajeras para la formación de un potrero dependerá de las condiciones del suelo y del clima del lugar donde se implantará el pasto y se debe tener en cuenta que sean especies apetecidas por el ganado, la resistencia al pisoteo, las cualidades nutritivas y las necesidades o épocas de producción .

2.2 Rye grass

El Rye-grass es el nombre genérico de un grupo de plantas perteneciente a la familia de las Gramíneas (Poaceae) y al género *Lolium*. Desde el punto de vista forrajero, se puede destacar tres especies de rye grass: el rye-grass inglés o perenne (*Lolium perenne*), el rye-grass italiano o anual (*Lolium multiflorum*) y el rye-grass híbrido (*Lolium hybridum*) que es una mezcla entre las dos especies (anual y perenne) (FEDNA, 2017).

2.2.1 Rye grass anual: Taxonomía

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Cyperales

Familia: Poaceae

Género: *Lolium*

Especie: *Lolium multiflorum*

2.2.1.1 Características botánicas y requerimientos del Rye grass anual

Es una gramínea originaria del Mediterráneo, sur de Europa, norte de África y Asia menor, cultivada por primera vez en el Norte de Italia y de ahí su identificación como Ray grass italiano (Benítez, 1980).

Es una gramínea de vigoroso crecimiento, se adapta muy bien a una gran variedad de suelos, prefiriendo los pesados y fértiles. Es cultivado en altitudes comprendidas entre 2200 y 3000 msnm (Escudero, 2010). Se desarrolla en climas templados húmedos, tiene un amplio margen de adaptación, es susceptible en terrenos inundables o con agua estancada, tampoco se desarrolla en tierras secas, soporta pH de 6-7 (Benítez, 1980).

Según (Benítez, 1980), el Rye grass es una planta herbácea anual pero bajo condiciones favorables se comporta como bianual, puede llegar a medir de 0,90 a 1,00 m de alto. Forma matas tendidas o abiertas en la base, su tallo es cilíndrico, sus hojas tienen vainas foliares con aurículas (orejas) de color verde oscuro en el haz, lampiña y muy brillante en el envés. Las inflorescencias son espigas dísticas, erectas, de hasta 35 (45) cm de largo cada espiguilla puede llegar a tener de 10 a 20 florecillas. Las semillas pueden llegar a medir de ± 4 mm de largo (Escudero, 2010).

2.2.1.2 Rye grass anual – Lonestar

Tabla 1

Características del Rye grass anual variedad Lonestar

Genética	Anual Diploide
Densidad de siembra	45 – 55 Kg.ha ⁻¹
Adaptabilidad	2000 – 3600 msnm
Rango pH	5 – 8
Primer corte	60 – 80 días
Intervalo de corte	30 – 40 días
Tolerancia a enfermedades	Roya - alta
Producción (Tn/ha/año)	250 - 350

2.2.2 Rye grass perenne: Taxonomía

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Cyperales

Familia: Poaceae

Género: *Lolium*

Especie: *Lolium perenne*

2.2.2.1 Características botánicas y requerimientos del Rye grass perenne

Es un especie nativa de la zona templada del Asia y del norte de África, en Inglaterra se lo menciona a principios del siglo XVII. Por su valor nutritivo se lo considera como una de las hierbas conocidas en el mundo (Benítez, 1980).

El Ray grass perenne tiene una germinación más lenta, tiene una tasa de crecimiento menor por lo cual requiere menor cantidad de cortes y resiste más a las altas temperaturas antes de desaparecer (EcuRed, 2017)

Su característica más importante es el buen crecimiento inicial con lo cual brinda un establecimiento de la mezcla más homogéneo ya que de otra manera el suelo queda desprotegido por un periodo el cual favorece al crecimiento de las malezas (EcuRed, 2017).

En cuanto al clima, el rye grass perenne se desarrolla perfectamente a las condiciones del rye grass anual además requiere de suelos ricos en nitrógeno de preferencia suelos franco arcillosos que tengan suficiente humedad y buena fertilidad (Benítez, 1980)

Esta gramínea se desarrolla formando manojos, alcanza alturas de 40 a 80 cm, con abundante follaje. Sus hojas son cortas, lampiñas y completamente rígidas, plegadas en la yema, tienen un color verde oscuro. Las espigas son delgadas y relativamente rígidas. Las semillas carece de tricomas (Benítez, 1980).

2.2.2.2 Rye grass perenne – Alto

Tabla 2

Características de Rye grass perenne variedad Alto

Genética	Perenne Diploide
Densidad de siembra	35 – 55 Kg.ha ⁻¹
Adaptabilidad	2200 – 3200 msnm
Rango pH	5 – 7
Primer corte	60 – 75 días
Intervalo de corte	28 – 35 días
Tolerancia a enfermedades	Roya - alta
Producción (Tn/ha/año)	170 - 200

2.2.2.3 Rye grass perenne – Bealey

Tabla 3

Características de Rye grass perenne variedad Bealey

Genética	Perenne Tetraploide
Densidad de siembra	35 – 55 Kg.ha ⁻¹
Adaptabilidad	2200 – 3200 msnm
Rango pH	5 – 7
Primer corte	60 – 75 días
Intervalo de corte	28 – 35 días
Tolerancia a enfermedades	Roya
Producción (Tn/ha/año)	170 - 180

2.3 Trébol blanco: taxonomía

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Trifolium*

Especie: *Trifolium repens*

2.3.1 Características botánicas y requerimientos del trébol blanco

Planta perenne de 10-50 cm. Tallos rastreros y enraizantes. Hojas trifoliadas, folíolos ovalados, denticulados, a menudo con una mancha blanca en el haz. Estipuladas bruscamente estrechas en el ápice. Flores con corola blanca o rosada, membranosa en la fructificación; presentan una pequeña bráctea en su base. Cáliz con 10 nervios. Flores agrupadas en cabezuelas globosas, pedunculadas. Semillas en forma de riñón o riñón asimétrico, de 0.7 a 1.4 mm de largo y 0.7 a 1.2 mm de ancho, superficie casi lisa, color amarillento, café amarillento o café (Benítez, 1980).

Se adapta a diversidad de climas, suelos y altitudes. Su óptimo de crecimiento se encuentra en climas templado-húmedos con escasa sequía estival, no tolera la sombra excesiva. Para ser productivo requiere humedad y buenos niveles de fósforo y potasio en el suelo (Benítez, 1980).

2.4 Maíz: taxonomía

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Zea*

Especie: *Zea mays*

2.4.1 Características botánicas del maíz.

De gran potencia y rápido desarrollo. El tallo puede elevarse alturas de hasta 4 metros, e incluso más en algunas variedades. Las hojas son anchas y abrazaderas. La planta es diclina y monoica. Las flores femeninas aparecen en las axilas de algunas hojas y están agrupadas en una espiga rodeada de varias brácteas. Las flores masculinas suelen aparecer en la extremidad del tallo y están agrupadas en panículas (Rojas, 2010).

La mazorca está conformada por una parte central llamada zuro, llamada por agricultores corazón o pirulo. El grano se dispone en hileras longitudinales, teniendo cada mazorca varios centenares (Rojas, 2010).

2.4.2 Códigos fenológicos

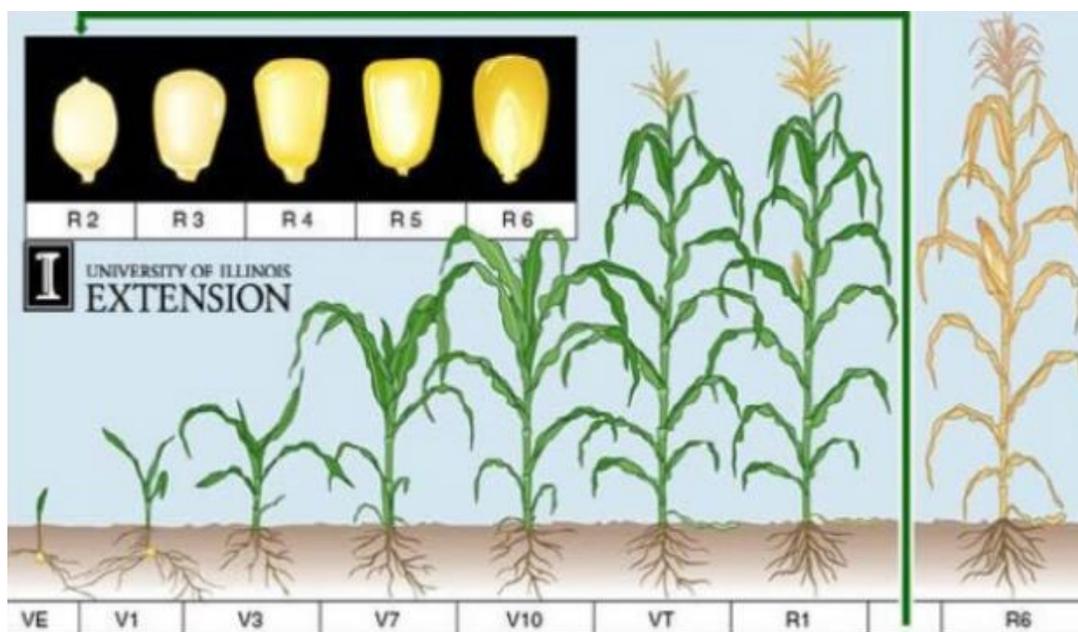


Figura 2 Códigos fenológicos

Fuente: (Intagri, 2016)

FASE VEGETATIVA

- Estado VE: “Emergencia de plántula” (Medina D. , 2014).
- Estado V1 – V4: Va desde la emergencia de la plántula hasta 4 hojas (2 semanas). Inicia la formación del sistema radical y la estructura foliar (Edicott, y otros, 2015).
- Estado V5 – V8: De 5 a 8 hojas (4 semanas). En esta etapa se diferencia el primordio floral. Las yemas axilares se transformaran en inflamaciones femeninas y las apicales en inflamaciones masculinas. Las raíces profundizan de 30 a 35 cm. Rápida formación de hojas y alta demanda de nitrógeno. La planta completa la diferenciación de sus órganos (Edicott, y otros, 2015).
- Estado V9 – V16: Elongación del tallo (5 a 8 semanas). Comienza el periodo de elongación del tallo. El punto de crecimiento y la inflorescencia están arriba de la superficie del suelo. Se determina el número potencial de óvulos en la primera mazorca. De los nudos inferiores

brotan verticilos radicales que absorben fósforo y otros nutrientes (Edicott, y otros, 2015).

- Estado VT (V. tasseling): “Floración masculina (8 semanas). La inflorescencia masculina o panoja, normalmente se hace visible entre las últimas hojas. Período de mayor requerimiento de nutrimentos. La planta alcanza su altura máxima y suele ocurrir de 2 a 3 días antes de la emergencia de los estigmas” (Medina D. , 2014).

FASE REPRODUCTIVA

- Estado R1: emergencia de estigmas (ee), 60 días. Los estilos de los óvulos basales de la mazorca son los primeros y los estilos de los óvulos de la punta de la mazorca son los últimos en alargarse. El polen derramado por las flores masculinas es conducido por el viento, y se deposita en los estilos (Edicott, y otros, 2015).
- Estado R2: Grano en estado de ampolla, 12 días. Los granos en este estado son blancos por fuera y su contorno es similar a una ampolla. El endospermo y su fluido interno es de color claro y el embrión es diminuto (Medina D. , 2014).
- Estado R3: Grano en estado lechoso, 24 días. Mazorca en máximo tamaño. Acumulación de almidón en el endospermo. Los estilos han completado su función y ahora se secan y se tornan de color café. Contiene una sustancia lechosa con gran cantidad de azúcares, principios de cuerpos de almidón y proteínas (Edicott, y otros, 2015).
- Estado R4: Grano pastoso, 36 días. Desaparecen azúcares reemplazados por dextrinas y luego por almidón. Se acumulan en la corona. Crecimiento rápido del embrión, hojas embrionarias totalmente diferenciadas y raíces seminales iniciando. Algunos granos dentados (Edicott, y otros, 2015).
- Estado R5: “Todos los granos dentados, 48 días. Embrión maduro con cinco hojas diferenciadas, acumulación de materia seca, las condiciones ambientales determinan el tamaño

del grano” (Medina D. , 2014).

- Estado R6: Madurez fisiológica, 60 días. “La acumulación de la materia seca ha cesado, el hilio se torna negro, el grano pierde humedad y alcanza su peso seco máximo cuando la humedad llega a menos del 35%. El grano entra en etapa de inactividad” (Medina D. , 2014).

2.4.3 Ciclo vegetativo

- Germinación: comprende el período que transcurre desde la siembra hasta la aparición del coleótilo, cuya duración aproximada es de 6 a 8 días (Rojas, 2010).
- Crecimiento: una vez nacido el maíz, aparece una nueva hoja cada tres días si las condiciones son normales. A los 15-20 días siguientes a la nacencia, la planta debe tener ya cinco o seis hojas, y en las primeras 4-5 semanas la planta deberá tener formadas todas sus hojas (Rojas, 2010).
- Floración: a los 25-30 días de efectuada la siembra se inicia la panoja en el interior del tallo y en la base de éste. Transcurridas 4 a 6 semanas desde este momento se inicia la liberación del polen y el alargamiento de los estilos. Se considera como floración el momento en que la panoja se encuentra emitiendo polen y se produce el alargamiento de los estilos. La emisión de polen dura de 5 a 8 días, pudiendo surgir problemas si las temperaturas son altas o se provoca en la planta una sequía por falta de riego o lluvias (Rojas, 2010).
- Fructificación: con la fecundación de los óvulos por el polen se inicia el fructificación. Una vez realizada la fecundación, los estilos de la mazorca, vulgarmente llamados sedas, cambian de color, tomando un color castaño (Rojas, 2010).
- Maduración y secado: hacia el final de la octava semana después de la polinización, el grano alcanza su máximo de materia seca, pudiendo entonces considerarse que ha llegado a su madurez fisiológica. Entonces suele tener alrededor del 35% de humedad (Rojas, 2010).

2.5 Biofertilizantes

Los biofertilizantes son insumos orgánicos teniendo como ingredientes activos uno o varios microorganismos, los cuales ayudan a mejorar la disponibilidad de nutrientes cuando son aplicados en los cultivos en el momento oportuno (Acuña, 2011).

Los biofertilizantes tienen como función principal el favorecer la absorción y mejorar el desarrollo radicular y se puede decir que se explota a la planta en su mayor expresión en una superficie determinada (SAGARPA, 2009).

2.5.1 Ventajas del uso de biofertilizantes.

- Disminuyen el uso de fertilizantes químicos.
- Provee protección al medio ambiente
- Ayuda a mantener la conservación del suelo incluyendo la fertilidad y biodiversidad.
- Mejora la productividad de los cultivos y se pueden usar en la mayoría de los suelos.
- Extienden la vida útil del suelo y lo conserva en condiciones de cultivo.

2.5.2 Desventajas del uso de biofertilizantes

- Son más costosos
- A corto plazo la productividad se ve disminuida, pero a largo plazo la inversión se ve compensada por el aumento en la productividad.
- Problemas al almacenar.
- Para mejorar su efectividad deben ser aplicados a ciertas horas y el suelo debe tener cierta humedad todo el tiempo para que los microorganismos puedan seguir vivos.

2.5.3 Clasificación de los biofertilizantes:

- Acción directa: Agrupan microorganismos que habitan en algún componente de los tejidos vegetales, y por ello la acción benéfica se realiza en la planta y no en su medio circundante (Gonzalez & Sarmiento, 2014).
- Acción indirecta: La biofertilización es aprovechada primero por el suelo y lo transmite hacia los cultivos (Gonzalez & Sarmiento, 2014).

2.6 Balance hormonal

Para que una planta tenga un normal funcionamiento se requiere de un conjunto de mecanismos que le permitan regular y/o coordinar las diferentes actividades de todos los órganos que conforman la planta, lo que conlleva a que la planta pueda ser capaz de percibir y responder a todos los cambios del medio ambiente, entre los posibles mecanismos de regulación, el más conocido es el sistema de señales químicas el mismo que se establece fundamentalmente a través de hormonas vegetales o fitohormonas (Frichet, 2017).

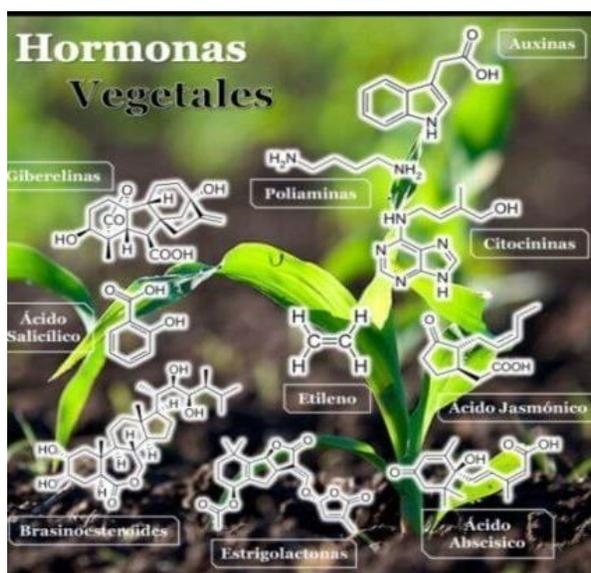


Figura 3 Presencia hormonal en las plantas

Fuente: (Díaz D. , Nutrición Vegetal, 2017)

Una hormona vegetal o fitohormona es una sustancia orgánica que puede ser producida en determinados tejidos y puede ser transportada a otros tejidos donde ejerce sus efectos (Frichet, 2017).

Las hormonas tienen la capacidad de actuar solas o en conjunto para regular los distintos eventos fisiológicos, y para lograr el perfecto funcionamiento de dichos eventos fisiológicos es necesario lograr un balance entre las hormonas vegetales ya que algunas hormonas son “protagónicas” de los eventos y necesitan de otras para lograr la eficiencia en los procesos y de este hecho proviene el término “bioactividad hormonal”, que indica la capacidad que tiene una fitohormona para regular un evento fisiológico de la mejor manera (Díaz D. , Nutrición Vegetal, 2017).

A continuación se presenta el gráfico donde se encuentra el ciclo hormonal de la planta dependiendo de la etapa de crecimiento y de las necesidades que se presentan, además se encuentra el posible desequilibrio de nutrientes para cada etapa:

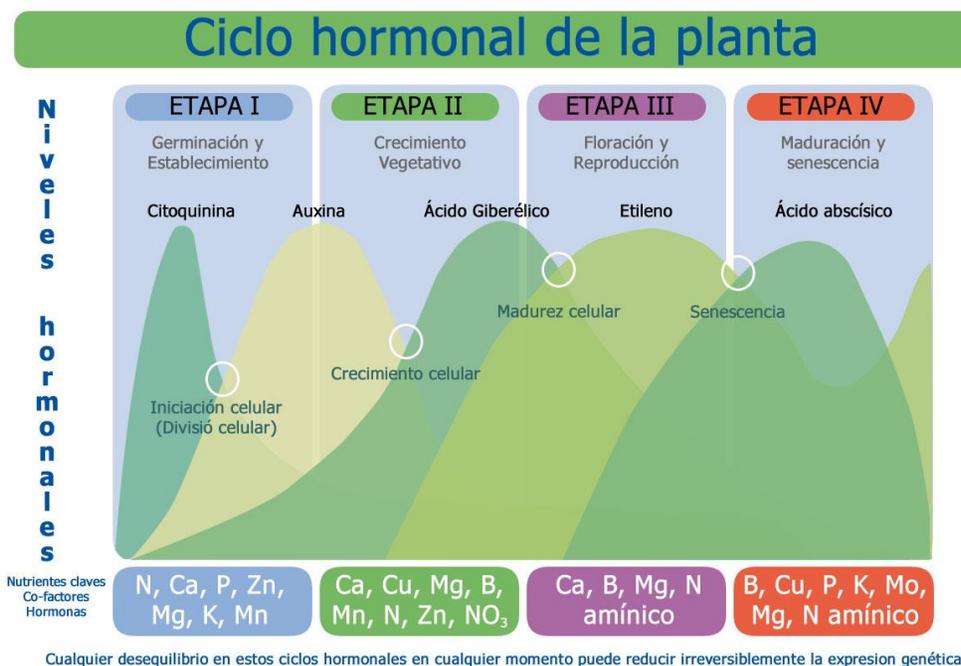


Figura 4 Equilibrio hormonal de la planta

Fuente: (Rosas, 2013)

El balance hormonal en la planta es controlado principalmente por las raíces en el cual los pelos radiculares son considerados como nuevos tejidos meristemáticos ya que en las puntas de las raíces reside el centro de control de crecimiento de la planta. En el equilibrio hormonal las auxinas, citoquininas y giberelinas son encargadas de inhibir y/o retardar los procesos de senescencia, mientras que el etileno y el ácido abscísico son los encargados de favorecer a la senescencia. Durante el desarrollo vegetativo y/o reproductivo la síntesis de auxinas, citoquininas y giberelinas se activan manteniendo el equilibrio hormonal a favor de la etapa de crecimiento. Cuando la planta entra en los procesos de maduración la síntesis de estas hormonas baja y comienza a predominar el ABA y etileno haciendo que la planta llegue a sus procesos terminales (Rosas, 2013).

2.7 Biorreguladores

Los biorreguladores son compuestos formulados con ingredientes iguales o similares a las fitohormonas, o tener ingredientes activos sin ninguna similitud y tener ingredientes una bioactividad reguladora específica; sin embargo deben tener un uso adecuado para una mejor efectividad ya que la función principal de los Biorreguladores es de regular los procesos biológicos de crecimiento (Díaz D. , Nutrición Vegetal, 2017).



Figura 5 Reguladores de crecimiento

Fuente: (Marassi, 2007)

Según (Marassi, 2007), para la comercialización de los biorreguladores se debe cumplir con regulaciones para su registro y principalmente el no tener riesgos toxicológicos. Entre los principales Biorreguladores se tiene:

2.7.1 Auxinas

Agrupar a una serie de compuestos químicos naturales o sintéticos que causan diversos efectos biológicos a las diferentes especies vegetales o variados efectos en una misma especie, dependiendo de la etapa fenológica en que se efectúe su aplicación. Entre algunas respuestas

fisiológicas, provoca estimulación del crecimiento del tallo, estimulación de la división celular, inhibición del crecimiento radical, control sobre la diferenciación del sistema vascular y sobre la dominancia apical, retraso en la senescencia, promoción de la floración, así como amarre y maduración de frutos (FAGRO, 2008)

2.7.2 Giberelinas

Son el grupo más numeroso de hormonas vegetales que se conoce en la actualidad; existen más de 100 giberelinas en plantas superiores, pero unas pocas tienen actividad biológica. La mejor conocida del grupo, es el ácido giberélico GA₃, producido por el hongo *Giberella fujikuroi*. Las giberelinas son sintetizadas en los primordios apicales de las hojas, en puntas de las raíces, en los frutos, tejidos jóvenes y semillas en desarrollo. Algunos de los efectos que induce esta hormona es la inducción del crecimiento del tallo, regulación de la transición entre la fase juvenil y el adulto, inducción de la floración y la determinación sexual de la flor, inducción de la germinación además de promover la elongación intermodal (FAGRO, 2008).

2.7.3 Citocininas

Son los compuestos que promueven la división de la célula en tejidos no meristemáticos. Estos compuestos se han encontrado en todas las plantas, particularmente en los tejidos que se dividen en forma activa como meristemas, semillas en germinación, frutos en maduración y raíces en desarrollo. Las citoquininas se han detectado en concentraciones generalmente inferiores a las restantes fitohormonas. Los efectos fisiológicos causados por la citoquininas varían dependiendo del tipo de citoquinina y la especie de la planta: estimulan la división celular y el crecimiento de yemas laterales, formación de callos en presencia de auxinas, retrasan la senescencia e inhiben la dominancia apical entre otros efectos (FAGRO, 2008).

2.7.4 Ácido abscísico

El (ABA) se caracteriza por inhibir muchos fenómenos de crecimiento en las plantas superiores (antagonista de auxinas, citoquininas y giberelinas), y por estar asociada a la dormición de yemas y semillas; y como su nombre lo indica, a la abscisión de hojas, tolerancia al estrés ambiental principalmente al estrés hídrico promoviendo la síntesis de proteínas protectoras, promueve el crecimiento de la raíz y el cierre de estomas. Esta hormona juega un papel regulador en respuestas fisiológicas como el letargo, abscisión de hojas. La biosíntesis tiene lugar en semillas, frutos, tallos y raíces (FAGRO, 2008).

2.7.5 Etileno

Es una hormona natural de la planta que se conoce desde hace muchísimos años, fue usado en Egipto en donde se trataban con gas los higos para estimular su maduración. Se produce en casi todos los órganos de las plantas superiores, aunque la tasa de producción depende del tipo de tejido y su estadio de desarrollo. Promueve la maduración de los frutos (climatéricos) y la senescencia (flores y hojas), induce la abscisión de las hojas y promueve el crecimiento lateral (pérdida de gravitropismo) la cual es importante durante la germinación (FAGRO, 2008).

2.7.6 Brasinoesteroides

Favorecen el crecimiento de los tubos polínicos, la germinación, el desarrollo de las hojas, el crecimiento del tallo (elongación y división celular) y la diferenciación del xilema, al tiempo que inhiben el crecimiento de las raíces y retardan la abscisión de las hojas (Pilar, 2011).

2.7.7 Jasmonatos

Son hormonas fundamentalmente inhibitoras: inhiben la germinación y el desarrollo de las semillas y la elongación de las raíces. Además promueven la degradación de la clorofila, la senescencia y abscisión de las hojas y la síntesis de etileno, además provocar el cierre de estomas en condiciones adversas (Pilar, 2011).

2.7.8 Ácido salicílico

Induce la floración e incrementa la resistencia a patógenos (Pilar, 2011).

2.7.9 Poliaminas

Favorecen la floración, estimula la senescencia en hojas cortadas, promueven la división celular e incrementa la tolerancia al estrés (Pilar, 2011).

2.7.10 Óxido nítrico

Favorece con la germinación de las semillas, que conjuntamente con el ácido salicílico actúa en la respuesta contra patógenos y en la apoptosis celular (Pilar, 2011)

2.8 Auxinas

Según (Basantes, 2010), asegura que las auxinas son el primer grupo de hormonas vegetales que se descubrieron, y su conocimiento data de la época de Charles Darwin.

Las auxinas son un grupo de hormonas vegetales naturales que regulan muchos aspectos del desarrollo y crecimiento de plantas (Jordan & Casaretto, 2006)

Auxina es un sinónimo de Ácido Indol Acético (AIA) que son un grupo de compuestos caracterizados por tener la capacidad de inducir a la extensión de células ubicadas en los brotes, además ayuda a mantener el control del crecimiento en general de la planta (Basantes, 2010).

Las auxinas se encuentran en toda la planta, pero la más alta concentración se encuentra localizada en regiones meristemáticas en crecimiento y se puede encontrar como molécula libre o en forma conjugada inactiva. Al encontrarse en forma conjugada las auxinas se unen metabólicamente a otros compuestos de bajo peso molecular y puede ser un proceso reversible. En las plantas la concentración de auxinas varía de 1 a 100 mg/kg peso fresco. Las auxinas se caracterizan principalmente por la fuerte polaridad exhibida en su transporte a través de la planta. La auxina es transportada por medio de un mecanismo dependiente de energía, alejándose en forma basipétala desde el punto apical de la planta hacia su base. Este flujo de auxina disminuye el desarrollo de brotes axilares laterales a lo largo del tallo, para así mantener la dominancia apical (Gonzalez, Raisman, & Aguirre, 1999).

Dentro de las prácticas culturales realizadas por los agricultores al eliminar el ápice principal de una planta, empiezan a crecer los brotes secundarios para formar varios tallos principales y esto se debe a que las auxinas producidas en los meristemas apicales reprimen el crecimiento y desarrollo de los brotes laterales. Por otra parte las auxinas también son las responsables de la formación de células de la raíz y gracias a esta propiedad son utilizadas por los viveristas para la producción de esquejes, donde se aplica una cantidad de auxinas en el corte de la base del tallo para favorecer la formación de nuevas raíces, esta rizogénesis ocurre a concentraciones muy bajas de auxinas, ya que a concentraciones superiores las auxinas reprimen el desarrollo y crecimiento radicular (CANNA, 2008).

Las auxinas son responsables de la dominancia del brote principal e inhibición de la ramificación lateral, estimula el crecimiento apical de toda la planta, ayuda a la diferenciación de los vasos conductores (Xilema y Floema), inhibe la caída de las hojas y frutos, estimula la formación de raíces adventicias importante para la plantación de esquejes y la absorción de agua (Basantes, 2010).

Las auxinas al ser aplicadas en concentraciones altas pueden actuar como herbicidas y su función biológica básica es la de regular el crecimiento y desarrollo vegetal. En la planta el lugar de producción de las auxinas es en los meristemos de los tallos, hojas jóvenes y frutos y su origen es el Triptófano, el mismo que es el producto de la respiración y son transportadas por el parénquima de floema, corteza y medula (Basantes, 2010).

2.8.1 Síntesis de las auxinas

Las auxinas se derivan del aminoácido L-Triptófano ya que son químicamente similares. Las enzimas que se necesitan para la conversión del Triptófano en AIA son más activas en tejidos jóvenes y en estos se encuentran mayor cantidad de auxinas como los meristemos de tallos, hojas y frutos en crecimiento (Basantes, 2010) (Figura 6).

Las auxinas se sintetizan casi continuamente en algunos tejidos vegetales sin embargo no se acumulan en grandes cantidades, eso significa que deben ocurrir procesos de inactivación o de destrucción para mantener el desarrollo de la planta. Los mecanismos de control de la planta son: el control de la velocidad de la producción de la hormona y la desactivación temporal mediante la formación de conjugados auxínicos o antiauxinas. Las antiauxinas son compuestos que inhiben exclusivamente el transporte de las auxinas pero no impiden el metabolismo energético.

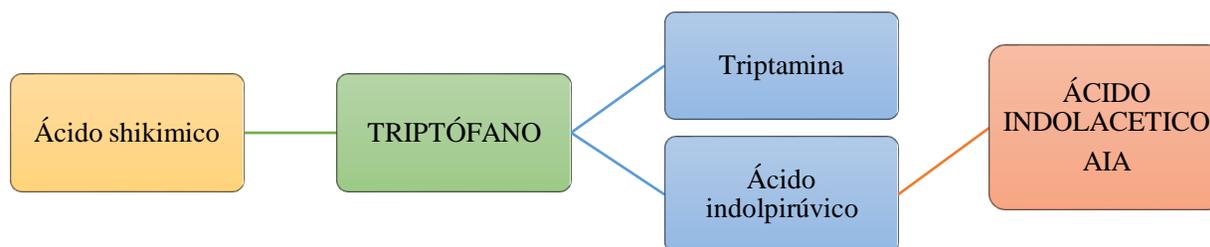


Figura 6 Síntesis de las auxinas

Fuente: (Basantes, 2010)

Las auxinas pueden existir en forma libre: las mismas que promueven el crecimiento y en forma conjugada, es decir que la hormona natural puede conjugarse con otro compuesto para formar una molécula exacta. Sin embargo, las hormonas sintéticas tienen una estructura muy larga y al momento de conjugarse les sobra un pedazo y no pueden hacerse una molécula completa, quedando esa molécula libre. Esa molécula libre al ser ingerida, se acumula y puede ser nociva en el hombre, esto sucede cuando se ocupan productos comerciales que tienen efectos hormonales como los herbicidas 2, 4-D; 2, 4, 5-T en bajas concentraciones (Basantes, 2010).

2.8.2 Transporte de las auxinas

El transporte de las auxinas es sistémico y polar, esto es a través del parénquima, corteza y medula; el transporte polar de la auxina se debe en gran parte a su especificidad de acción y está relacionado con los gradientes iónicos, eléctricos y a la permeabilidad de la auxina. El movimiento de la auxina es lento, el transporte generalmente es basipétalo (hacia abajo), pero también existe un sentido acropétalo (hacia los ápices) que tiene una velocidad considerable (Basantes, 2010).

Las auxinas no suelen moverse a través de los tubos cribosos del floema o xilema, sino principalmente a través de las células parenquimatosas que se encuentran en contacto con los

haces vasculares. El AIA se moverá a través de tubos cribosos cuando se aplica en la superficie de una hoja vieja para exportar azúcares, pero el transporte normal en tallos y peciolo es de tejidos jóvenes hacia abajo y requiere de energía química (ATP), este proceso incluye la actividad de la ATPasa, la misma que se da por una diferencia de potencial entre el pH de la membrana con el exterior. La pared celular tiene un pH 5 y mantiene al grupo carboxilo de una auxina menos disociado que en el citoplasma donde el pH es de 7 o superior. La diferencia de pHs entre la pared y citoplasma crea una diferencia potencial que hace que la ATPasa bombee H^+ del citoplasma a la pared dejando momentáneamente alcalino el medio citoplasmático y las auxinas si carga se mueven de la pared al citosol por simporte con iones H^+ . El simporte es el regreso de los protones al citosol, vía portadores. En el citosol, el pH mayor hace que el grupo carboxilo de la auxina se disocie y la auxina adquiera carga negativa; a medida que aumenta la concentración de auxina cargada negativamente en el citosol, su movimiento hacia fuera se ve más favorecido en términos termodinámicos, ya que su permeabilidad aumenta al actuar como ion (Basantes, 2010).

2.9 Relación fuente demanda

La relación fuente-demanda es la capacidad de la planta para proveer asimilados a los frutos (Uhart & Echeverría, 2013).

La fuente se refiere a los tejidos de la planta que son productores netos de carbono, generalmente son tejidos verdes fotosintéticos que son los exportadores de los asimilados; por otro lado los tejidos vertedero o demanda son importadores de los netos asimilados y son los órganos que crecen rápidamente como los meristemos, hojas inmaduras y tejidos de almacenamiento como los frutos, tubérculos o raíces (Segura, Santos, & Núñez, 2010).

Un vertedero es un usuario neto de carbono, para los procesos de respiración, crecimiento y almacenamiento de compuestos de carbono. La potencia de demanda se refiere a la habilidad de los órganos vertedero para atraer o acumular compuestos de carbono (Segura, Santos, & Núñez, 2010).

El metabolismo de la fuente y la demanda están estrechamente acoplados porque la información de disponibilidad de asimilados en cada órgano, es percibida y usada para orquestar la expresión de genes. Esta coordinación es necesaria para evitar amplias fluctuaciones y desbalances entre el abastecimiento y la demanda. Bajas demandas de fotosintatos pueden acumular asimilados en las hojas fuente, causando la represión de genes que codifican para componentes fotosintéticos y resulta en una disminución de la capacidad fotosintética, por consiguiente, la capacidad de la demanda puede regular la actividad de la fuente (Segura, Santos, & Núñez, 2010).

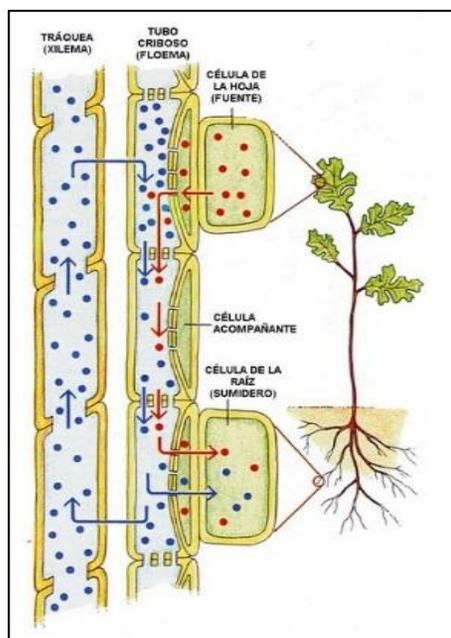


Figura 7 Relación fuente – demanda
Fuente: (Caballero, 2017)

- Potencia de fuente y demanda: Según Segura, Santos & Núñez (2010) aseguran que a partir del trabajo de Wilson (1981) surgieron los conceptos de potencia de la fuente y potencia de la demanda, donde:

$$PF = AF * TAN$$

Donde:

PF: Potencia de la fuente

AF: Tamaño de la fuente

TAN: Actividad de la fuente

$$PD = PS * TRC$$

Donde:

PD: Potencia de la demanda

PS: Tamaño de la demanda

TRC: Actividad de la demanda

- Interacciones fuente-demanda: Se ha demostrado que incrementos en la demanda pueden aumentar la salida de fotosintatos de la fuente, mientras que decrementos en la demanda a su vez disminuyen la salidas de estos compuestos de la fuente, y una remoción parcial de las hojas fuente puede producir incrementos en las salidas de las hojas remanentes (Segura, Santos, & Núñez, 2010).

2.10 Aplicaciones de biofertilizantes

Dentro de las aplicaciones de los biofertilizantes se puede destacar el uso extractos botánicos como Eucalipto, Ajo y Crisantemo, los mismos que fueron aplicados a diferentes dosis (25, 50, 75, 100%) *in vitro* para conocer el control de diferentes hongos como *Botrytis cinérea*, *Phragmidium mucronatum* y *Sphaerotheca pannosa* que afectan a los cultivos de rosa. En este

estudio se encontró que para *Botrytis cinérea* tuvo mejor resultado al ser tratado con el extracto alcohólico de Eucalipto al 100%, extracto alcohólico de ajo al 100% y 75% y extracto alcohólico de Crisantemo al 25% y 50%; mientras que los fungicidas que trataron con mayor eficiencia a *Phragmidium mucronatum* fueron extractos hidrodestilados de Eucalipto al 25%, 50% y 75%, extracto alcohólico de ajo al 50% y 100%, los extractos hidrodestilados de ajo al 35%, 50%, 75% y 100%, extracto alcohólico de Crisantemo al 100% e hidrodestilados al 75%. En cuanto a la eficiencia fungicida de *Sphaerotheca pannosa* fueron los extractos hidrodestilados de eucalipto al 50% y 75%, alcohólico de eucalipto al 100%, el extracto alcohólico de ajo al 100% y el extracto alcohólico de crisantemo al 100% (Díaz N. A., 2012).

2.11 Tecnologías aplicadas con maíz.

La utilización de fermento de maíz en la agricultura no ha sido muy explotada pero una de las principales investigaciones fue realizada por Araujo y Flores en el 2015, que consistía en la aplicación de extractos botánicos en Tomate de Árbol (*Solanum betaceum Cav.*) para conocer el efecto que tiene sobre el crecimiento y desarrollo en dos localidades del cantón Patate. Entre estos extractos botánicos utilizaron Ajo, Arrayán, Apio, Maíz, Chochos, Nabo y Biorreguladores sintéticos, donde se demostró que las plantas donde se aplicaron los extractos de Maíz y de Chochos presentaron un mayor crecimiento a comparación de los otros extractos.

El maíz también ha tenido una gran acogida en cuanto a la realización de bebidas alcohólicas o fermentadas. Por ejemplo una bebida fermentada muy conocida es la elaboración de chicha de jora la misma que se encuentra en este estudio, por otro lado en cuanto a las bebidas alcohólicas es la destilación de licor de whisky de maíz, que se realiza a base de maíz ligeramente germinado

para luego ser fermentado durante 15 días con levadura para posteriormente ser destilado y obtener como producto final el licor de whisky de maíz (De la Borda, 2017).

El uso del maíz depende de la variedad en estudio, existe un estudio en habla acerca del aprovechamiento de pigmentos antociánicos del maíz morado para la elaboración de una bebida alcohólica tipo vino, donde se ocuparon diferentes dosis de granos malteados, los mismos que fueron molidos y cocinados con diferentes dosis de agua para conocer el valor final de antocianinas en comparación con el valor inicial (Cerro, 2015).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del lugar de investigación

3.1.1 Ubicación política

HACIENDA “EL PRADO”-IASA I

Provincia: Pichincha

Cantón: Sangolquí

Parroquias: San Fernando

HACIENDA “SAN JOSÉ”-NONO

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

Parroquias: Nono

3.1.2 Ubicación geográfica

HACIENDA “EL PRADO”

Norte: Población San Fernando

Sur: Montaña Pasochoa

Este: Población de Loreto

Oeste: Río Pita

HACIENDA “SAN JOSÉ”

Norte: Parroquia Calacalí

Sur: Parroquias Lloa y Mindo

Este: Parroquia Cotocollao

Oeste: Parroquia Nanegalito y Mindo

3.1.3 Ubicación ecológica

Según la estación meteorológica (MA-56) ubicada en la hacienda “El Prado” los factores y variables agroclimáticos son:

Zona de vida: Bosque húmedo

Altitud: 2 850 m

Temperatura Promedio: 14° C

Precipitación Anual: 1200 mm

Suelos: Suelo franco arenoso, apto para agricultura.

Según el GAD del cantón de Nono, los factores agroclimáticos son los siguientes:

Zona de vida: Bosque vegetación protectora.

Altitud: 2724 m.s.n.m

Temperatura promedio: 16,6°C

Precipitación: 1092 mm

Suelos: Tiene un pH neutro, retención de humedad entre el 20-50%, suelos francos, muy húmedos aptos para la agricultura.

3.2 Materiales

3.2.1 Materiales de campo

3.2.1.1 Herramientas y equipos

- Cámara fotográfica
- 120 Fundas de plástico para vivero de 40 cm*50 cm
- Fundas de papel
- Bolsas de Nylon
- Selladora
- Etiquetas
- Tijera de podar
- Cinta métrica
- Bomba de aplicación
- 2 libretas de campo
- Carteles de identificación
- Bandejas plásticas
- Papel filtro
- Poma de 20 L.
- Balanza digital
- Piola
- Marcador Indeleble

3.2.1.2 Fuentes naturales

- Maíz (*Zea mays L.*)
- Panela
- Semilla Ray grass perenne. Var. Alto
- Semilla Ray grass perenne. Var. Bealey
- Semilla Ray grass anual. Var. Lonestar
- Semilla Trébol blanco.

3.2.2 Materiales de laboratorio

3.2.2.1 Equipos

- Digestor InKjel
- Destilador VELP
- Mufla
- Estufa
- Plancha calentadora
- Molino Thomas Scientific
- Espectrofotómetro

- Refractómetro
- pH-metro HANNA

3.2.2.2 Reactivos

- Agua destilada
- Agua bi-destilada
- Hidróxido de sodio
- Ácido Sulfúrico
- Ácido Bórico
- Ácido Clorhídrico 1N
- Ácido Clorhídrico 1M
- Pastilla de Kjendhal
- Kit de análisis de potasio (Spectroquant)

3.3 Métodos

3.3.1 Fase de campo

3.3.1.1 Implantación del experimento

La investigación se realizó en dos localidades de la Provincia de Pichincha, en la Hcda. “El Prado” (San Fernando) y en la Hcda. “San José” (Nono), donde se asignó un invernadero para cada ensayo.

3.3.1.2 Llenado de fundas

El llenado de las fundas se realizó hasta el 90% de su capacidad con una mezcla de tierra, arena y gallinaza en una relación 9:3:1. Esta mezcla proporcionó las condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo del pasto.

3.3.1.3 Siembra

Para el cálculo de la cantidad de semilla tanto del Ray grass como del trébol blanco se utilizó el área del experimento y la recomendación de semilla citada por la literatura. La empresa

PICASSO recomienda que al utilizar Rye grass y trébol blanco se debe ocupar la cantidad de 8 a 12 kg.ha⁻¹ de rye grass y de 2 a 3 kg.ha⁻¹ de trébol blanco, en base a estas recomendaciones se calculó la cantidad necesaria de semilla para el experimento obteniendo los siguientes resultados:

$$Rye\ grass = 20 \frac{Kg}{ha} * \frac{1\ ha}{10000\ m^2} * \frac{1000\ gr}{1\ Kg} = 2 \frac{g}{m^2}$$

$$Trébol\ blanco = 2 \frac{Kg}{ha} * \frac{1\ ha}{10000\ m^2} * \frac{1000\ gr}{1\ Kg} = 0,2 \frac{g}{m^2}$$

Con estos resultados se obtuvo que para cada repetición se utilizó 0,66 g de rye grass y 0,06 g de trébol blanco.

3.3.1.4 Elaboración del fermento de Maíz

Para la elaboración del fermento de maíz, se utilizó 2 kg de grano germinado, deshidratado y molido, junto con 2 litros de agua y 400 g de panela, esta mezcla se dejará hervir por 1 hora y por último se hizo reposar en un recipiente de plástico completamente cerrado durante 2 días.

3.3.1.5 Aplicación del Fermento de Maíz

Después de la siembra cuando el pasto llegó a su tamaño ideal de consumo animal, se realizó una evaluación visual del mismo, luego se procedió a realizar un corte de igualación para promover el nuevo crecimiento, después se inició con los tratamientos de acuerdo con la metodología propuesta, es decir la primera y segunda aplicación se realizó al apareamiento de la primera y la segunda hoja respectivamente en cada tratamiento.

3.3.1.6 Digestibilidad *in situ*

Se usaron fundas de nylon de 20*10 cm, las mismas que fueron selladas, etiquetadas y secadas durante 24 horas a una temperatura de 60°C, donde se colocó 5 gr de materia seca del forraje con duplicado y fueron incubadas en el rumen de los animales fistulados a diferentes horas (6, 12, 24, 48).

3.3.2 Fase de laboratorio

3.3.2.1 Análisis preliminares

Se realizó un análisis del contenido nutricional del fermento de maíz. Para estos análisis se tomó en consideración las necesidades nutricionales del pasto como es la presencia de Nitrógeno, Fosforo y Potasio, además de la cantidad de azúcares (grados Brix) y el pH. Para los análisis preliminares se siguió la siguiente metodología:

3.3.2.1.1 Determinación de grados Brix

Para obtener el porcentaje de grados Brix se colocó 5 gotas del fermento de maíz en el prisma del refractómetro digital (ATAGO) y se procedió a la medición.

3.3.2.1.2 Determinación de pH, conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos

Se colocó 20 ml de fermento de maíz en un vaso de precipitación y se midió el pH, Conductividad eléctrica y ppt con el pH-metro.

3.3.2.1.3 Determinación de Nitrógeno

Para obtener el porcentaje de nitrógeno se utilizó el método de Kjendhal, que comprende 3 fases:

Digestión: se pesó 1.5 g de muestra envuelta en papel parafina, el cual se colocó en un tubo Kjendhal. Después se colocó 13 ml de H₂SO₄ al 98% y ¼ de pastilla Kjendhal, por cada muestra. Se ubicó los tubos en el digestor InKjel dentro de la cámara de flujo y se dejó reaccionar por 1 hora. Finalmente se dejó enfriar y se colocó 75 ml de agua por cada muestra para proceder a la destilación.

Destilación: en un Erlenmeyer se preparó la solución indicadora con 30 ml de ácido bórico al 4% y 2 gotas de colorante. Se mezcló y colocó en el destilador VELP, luego de lo cual se configuró el equipo para una destilación de 5.30 minutos, se conectaron las mangueras indicadas a un tanque de agua destilada y a un envase con hidróxido de sodio al 32% y se procedió a la destilación.

Titulación: una vez transcurrida la destilación, se tituló la muestra con ácido clorhídrico 0.1N hasta que el viraje de verde a rosa, y se registró el volumen del titulante. Al finalizar el proceso se utilizó la siguiente fórmula para obtener el porcentaje de nitrógeno.

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{0,014 (v1-v2)N}{m} * 100$$

En donde: V1 = Volumen de ácido clorhídrico utilizado en la titulación.

V2 = Volumen de ácido clorhídrico utilizado en la titulación del blanco.

N = Normalidad del ácido clorhídrico.

m = Muestra en gramos.

3.3.2.1.4 Determinación de Fósforo

Se secó, se trituro y se pesó 3 gr de fermento de maíz en un crisol, luego se colocó en la mufla durante 4 horas a 600 °C.

La muestra se puso en ebullición con 2 ml de agua destilada y con 10 ml de Ácido Clorhídrico 2 M, se puso en la estufa y se dejó hervir durante 2 minutos, esta muestra se sacó y se filtró en balones y se aforó a 50 ml con agua bi-destilada y por último se leyó en el espectrofotómetro a 466 nm.

3.3.2.1.5 Determinación de Potasio

El fermento de maíz fue filtrado y se realizó una dilución 1 en 10. Se colocó en tubos de ensayo 2,0 ml de la dilución + 6 gotas del reactivo K-1K y una cucharadita del reactivo K-2K (Spectroquant). Se analizó en el espectrofotómetro.

3.3.2.2 Análisis nutricional

Para la determinación de proteína cruda, fibra detergente neutra y nitrógeno se procedió de la siguiente manera.

3.3.2.2.1 Determinación de proteína cruda y nitrógeno

Para obtener el porcentaje de nitrógeno se aplicó la metodología utilizada en el literal 5.3.2.1.3 y para la determinación de la cantidad de proteína se multiplicó el contenido de nitrógeno por 6.25.

3.3.2.2.2 Determinación de fibra detergente neutra

Primero se pesaron 3 g de la muestra y se colocó en un Erlenmeyer de 250 ml, con 100 ml de ácido clorhídrico 1 N (83,4 ml ácido clorhídrico + 916,5 ml de agua destilada). Luego se cocinó la muestra por 2 horas a 200 °C, y una vez transcurrido este tiempo se hizo el lavado con 100 ml de hidróxido de sodio 1N (40 gr hidróxido de sodio + 1000 ml de agua destilada). Se cocinó

nuevamente la muestra por 2 horas a 200 °C, y previamente para el segundo filtrado, se recortó papel filtro para los embudos, los cuales se secaron en la estufa a 80 °C por 1 hora y se pesó. Finalmente se hizo el lavado de las muestras con agua destilada, se colocaron la muestra y el papel filtro por 2 horas a 130 °C y se pesó.

$$\% \text{ FIBRA} = \frac{A-B}{C} * 100$$

En donde: A= Peso papel + muestra

B= Peso papel

C= Peso muestra

3.3.2.3 Porcentaje de digestibilidad

Se extrajo las fundas de la vaca al tiempo ya establecido, luego se procedió a lavar las fundas, se secó y se pesó.

$$\% \text{ DIGESTIBILIDAD} = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Peso final}} * 100$$

3.3.3 Diseño experimental

3.3.3.1 Tipo de diseño

El experimento se dispuso bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones.

$$Y_{ij} = \mu + F_i + B_j + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Productividad de Ray grass y trébol blanco

μ = media general

F_i = efecto de la i-ésima dosis de fermento de maíz

B_j = efecto de la j-ésima funda

E_{ij} = error experimental

Las variables fueron analizadas en el programa estadístico INFOSTAT, además fueron analizadas con pruebas estadísticas de significancia DUNCAN al 5%, contrastes y polinomios ortogonales para encontrar diferencias significativas entre tratamientos y efectos. Regresión y correlación entre los niveles del fermento de maíz con las diferentes variables en estudio.

3.3.3.2 Tratamientos

Tabla 4

Esquema de tratamientos

Tratamientos	Codificación de tratamientos	Descripción
T1	1L.25L ⁻¹	Fermento de maíz
T2	1L.50L ⁻¹	Fermento de maíz
T3	1L.75L ⁻¹	Fermento de maíz
T4	1L.100L ⁻¹	Fermento de maíz
T5	Testigo	Gallinaza

Según Araujo y Flores (2015), comprobaron que las mejores dosis fueron entre los 40 y 90 mL.L⁻¹ aplicadas en Frutales. Con esta información se realizó un pre-ensayo en los potreros de la Hacienda “El Prado” IASA I.

3.3.3.3 Parcelas

Tabla 5

Esquema de parcelas

Unidades experimentales	15 parcelas de 4 fundas (5 Kg)
Tratamientos	5
Área total de parcela	1 m ²
Forma de cada unidad experimental	Parcela: Cuadrada con 4 fundas Funda: Redonda de 5 Kg

3.3.3.4 Área total del ensayo

Tabla 6

Esquema del área total del ensayo

Total	16,00 m ²
Parcela neta	Cuatro fundas para cada tratamiento (0,36 m ²)
Camino	1 m

3.3.3.5 Esquema de análisis de varianza para cada localidad

Cada ensayo será evaluado en base a este esquema de análisis de varianza:

Tabla 7

Análisis de varianza para cada localidad

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	14
Repeticiones	2
Tratamientos	(4)
Testigo vs Resto	1
F. Maíz Lineal	1
F. Maíz Cuadrático	1
F. Maíz Cúbico	1
Error	8

A continuación se presenta la gráfica de la distribución de los tratamientos en campo para la localidad de NONO y la distribución de los tratamientos en la localidad IASA:

3.3.3.6 Croquis del diseño

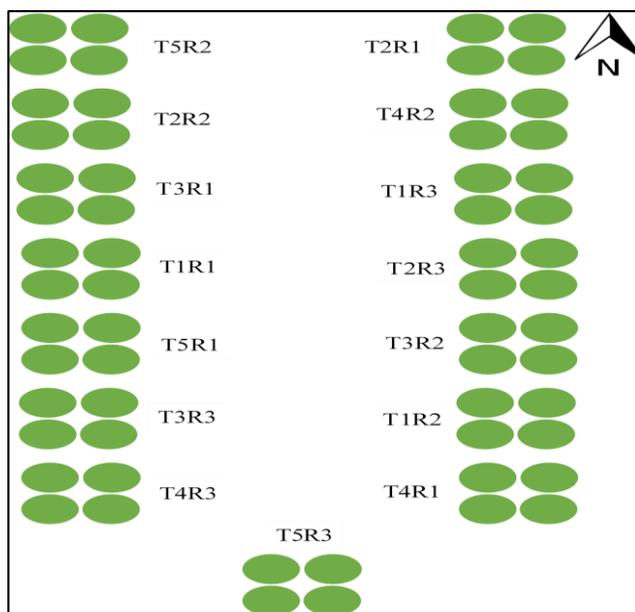


Figura 8 Distribución de tratamientos – NONO

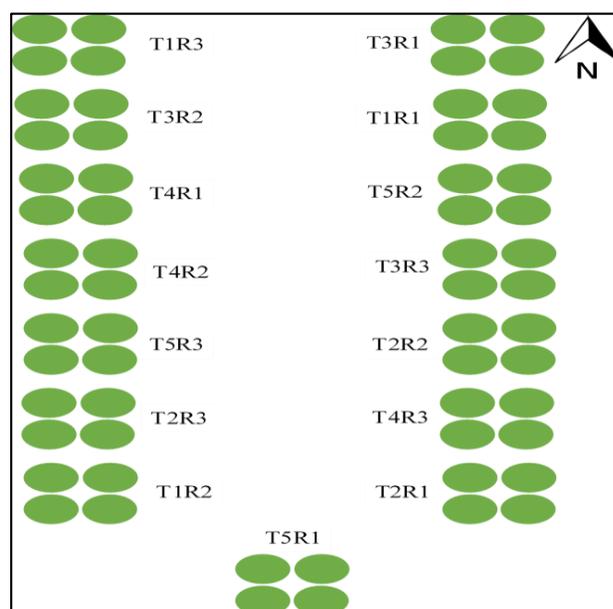


Figura 9 Distribución de tratamientos – IASA

3.3.3.7 Esquema de análisis de varianza combinado localidad x tratamientos

Tabla 8

Análisis de varianza localidad x tratamientos

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	29
Localidades	1
Repeticiones/Localidades	4
Tratamientos	(4)
Testigo vs Resto	1
F. Maíz Lineal	1
F. Maíz Cuadrático	1
F. Maíz Cúbico	1
Error	16

Para tratamientos e interacción (Localidad x Tratamientos) se realizó la prueba estadística de significancia DUNCAN al 5%, y DMS al 5% para localidades, dentro de tratamientos se realizaron contrastes y polinomios ortogonales para encontrar diferencias significativas entre tratamientos y efectos. Regresión y correlación entre los niveles del fermento de maíz con las diferentes variables en estudio.

3.3.4 Variables evaluadas

3.3.4.1 Velocidad de Crecimiento

Después de realizar el corte de igualación o de cosecha de cada rebrote se contó los días que se demoró para llegar al estado fisiológico óptimo para el uso del pasto. Para esta variable se tuvo en cuenta la fecha de aplicación del fermento de maíz y la fecha de cosecha.

3.3.4.2 Materia verde

Después de la aplicación del fermento de maíz, se realizaron evaluaciones visuales hasta que el pasto llegó a su etapa fisiológica de cosecha donde se cortó y se pesó en campo con una balanza digital para evitar la pérdida de humedad del mismo. Cada una de las muestras fue guardadas en bolsas de papel con su respectiva etiqueta. Estos datos se anotaron en el libro de campo. Esta variable fue medida en tres cortes de cosecha que se realizaron durante el crecimiento de pasto.

3.3.4.3 Materia seca

Las muestras guardadas y etiquetadas fueron llevadas a la estufa, donde se secaron durante un lapso de 24 horas a 60°C. Después de las 24 horas de secado del pasto se pesó las muestras y por diferencias de pesos se determinó el porcentaje de materia seca presente en el pasto y los datos fueron anotados en el libro de campo. Esta variable fue medida en los tres cortes de igualación que se realizaron durante el crecimiento de pasto.

3.3.4.4 Análisis nutricional

Según (LAVET, 2015), se considera realizar un Análisis proximal del pasto para conocer los grupos nutritivos que son: Proteína Cruda (PC), Fibra Cruda (FC), Lignina, Fibra Detergente Neutra (FDN), Fibra Detergente Ácida (FDA) y Nitrógeno Total (NT). Para el ensayo sólo se utilizó el porcentaje de Proteína cruda (PC), Fibra Detergente Neutra (FDN) y Nitrógeno Total (NT). Esta variable fue medida en los tres cortes de cosecha que se realizó durante el crecimiento de pasto.

3.3.4.5 Digestibilidad *in situ*

Para el análisis de digestibilidad *in situ* se tomó una muestra de 5 g de pasto seco, molido y por duplicado se colocaron en fundas nylon de 20 x 10 cm las mismas que fueron selladas, etiquetadas y secadas durante 24 horas a una temperatura de 60°C y fueron incubadas en el rumen de los animales fistulados a diferentes horas (6, 12, 24, 48), para observar el efecto de la eficiencia ruminal de la mezcla forrajera (Roa, 2012). Esta variable fue medida con el pasto resultante de los tres cortes de cosecha que se realizaron durante el crecimiento de pasto.

3.3.4.6 Vigor de la planta

El vigor fue analizado de forma visual según la escala de INIAP (2011) dependiendo de la uniformidad de las plantas. La uniformidad se da a partir de los espacios vacíos que se encuentran en la parcela, si es poblada y tiene buen macollaje la parcela está en una escala de 9-10 calificado como “Muy Bueno”. La escala que se utilizó fue:

Tabla 9
Escala de vigor de rebrote

VALOR	SIGNIFICADO
9 – 10	Muy Bueno
7 – 8	Bueno
5 – 6	Regular
0 - 4	Deficiente

Fuente: INIAP (2011).

3.3.4.7 Análisis Económico (para cada localidad)

Se realizó un análisis con un presupuesto parcial según Perrin *et al*, (1981) para lo cual se obtuvo los beneficios brutos y los costos variables de cada uno de los tratamientos en estudio, de cuya diferencia se obtuvo el beneficio neto.

Colocando los beneficios netos en orden decreciente acompañado de sus costos variables, se realizó el análisis de dominancia, donde el tratamiento dominado, es aquel que es igual o menor al beneficio neto y presenta un mayor costo variable.

Con los tratamientos no dominados se estableció el análisis marginal mediante el cual se obtuvo el o los tratamientos más económicos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

Para facilitar la presentación y comprensión de este estudio se presentan los resultados de las variables estudiadas por cada localidad:

4.1.1 Análisis del fermento de maíz

Se realizaron análisis para conocer la composición del fermento de maíz, cuyos resultados se presentan a continuación:

Tabla 10

Composición nutricional del fermento de maíz

Nitrógeno (%)	0,24
Nitrógeno (mg.L ⁻¹)	144,36
Fósforo (%)	0,148
Fósforo (mg.L ⁻¹)	89,024
Potasio (%)	0,08
Potasio (mg.L ⁻¹)	51,5
pH	3,36
Cantidad de azúcares (% Brix)	8,8
Conductividad Eléctrica (S.m ⁻¹)	0,91
Sólidos disueltos (ppt)	0,44

Para las variables: Velocidad de crecimiento, Materia verde, Materia seca, Proteína cruda, Nitrógeno total, Fibra y Digestibilidad *in situ* fueron medidas en dos localidades por lo que la interpretación de los resultados se realizó por separado para IASA y NONO, además para observar el efecto de la localidad, se realizó el análisis de la interacción Localidad * Dosis.

4.1.2 Velocidad de crecimiento

4.1.2.1 IASA

Para la variable velocidad de crecimiento en la localidad IASA el análisis de varianza demostró que para repetición ($p=0,0002$) y dosis ($p=0,0026$) presentaron un efecto altamente significativo (Tabla 11).

Por otro lado la fuente de variación testigo vs el resto presentó un efecto altamente significativo ($p=0,0002$), mientras que el resto de fuentes de variación no presentaron diferencias significativas (Tabla 11).

Tabla 11

Análisis de varianza para la velocidad de crecimiento de Ray grass y trébol blanco bajo el efecto de diferentes dosis de Fermento de Maíz para la localidad IASA

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	F-valor	p-valor
Repetición	2	29,73	14,87	27,88	0,0002**
Dosis	(4)	22,93	5,73	10,75	0,0026**
0 vs 25, 50, 75, 100	1	21,60	21,60	40,50	0,0002**
Lineal	1	0,27	0,27	0,60	0,4680 ^{ns}
Cuadrático	1	0,00	0,00	0,00	>0,9999 ^{ns}
Cúbico	1	1,07	1,07	2,40	0,1723 ^{ns}
Error	8	4,27	0,53		
Total	14	56,93			

* efecto significativo; ** efecto altamente significativo; ^{ns} no significativo

Al realizar la comparación de medias de DUNCAN ($p=0,05$), se encontraron dos categorías estadísticas, donde en la primera categoría estadística se encuentra el tratamiento 5 que presentó mayor velocidad de crecimiento, mientras que el resto de los tratamientos se encontraron en la segunda categoría estadística que presentaron valores menores en la velocidad de crecimiento (Tabla 12).

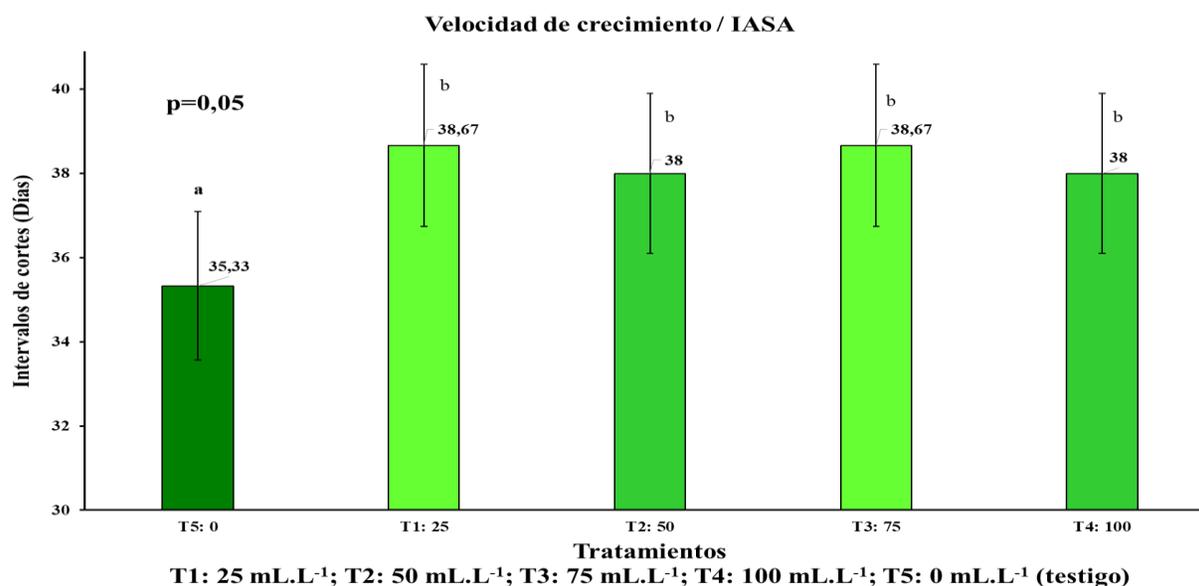
Tabla 12

Promedio \pm e.e de la velocidad de crecimiento de la mezcla forrajera de Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de diferentes dosis de fermento de maíz para la localidad IASA medida en días al corte

Tratamiento	Dosis de Fermento de Maíz (mL.L ⁻¹)	Promedio \pm e.e	
T5	0	35,33 \pm 1,45	a
T1	25	38,67 \pm 0,67	b
T2	50	38,00 \pm 1,15	b
T3	75	38,67 \pm 0,67	b
T4	100	38,00 \pm 1,15	b

Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), mientras que medias con diferente letra son significativamente diferente al 5% según la prueba de significancia de Duncan.

En la figura 10 se puede determinar que el tratamiento sin fermento de maíz (T5), presentó una mayor velocidad de crecimiento respecto al resto de tratamientos en la mezcla forrajera.



Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), mientras que medias con diferente letra son significativamente diferente al 5% según la prueba de significancia de Duncan.

Figura 10 Prueba de significancia de Duncan (5%) de la velocidad de crecimiento de Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de diferentes dosis de Fermento de Maíz en la localidad de IASA



Figura 11 a. Tratamiento 5 (testigo). b. Tratamiento 4 (100 mL.L^{-1} de fermento de maíz) a los 23 días del corte de igualación y con una aplicación del fermento de maíz

4.1.2.2 NONO

En la localidad Nono los datos obtenidos al realizar el análisis estadístico no presentó diferencias significativas entre tratamientos.



Figura 12 a. Tratamiento 1 (25 mL.L^{-1} de fermento de maíz); b. Tratamiento 5 (testigo) a los 21 días del corte de igualación y con una aplicación del fermento de maíz

Para la interacción Localidad * Dosis, el análisis de varianza presentó un efecto significativo sobre la variable velocidad de crecimiento ($p=0,0234$), mientras que el resto de fuentes de variación no presentaron diferencias significativas (Tabla 13).

Tabla 13

*Análisis de varianza para la velocidad de crecimiento de Rye grass y trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO)*

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	F-valor	p-valor
Localidad	1	276,03	276,03	12,74	0,0234*
Localidad > Repetición	4	86,67	21,67	3,88	0,0218*
Dosis	(4)	50,47	12,62	2,26	0,1081 ^{ns}
0 vs 25, 50, 75, 100	1	5,63	5,63	1,01	0,3301 ^{ns}
Lineal	1	3,33	3,33	0,50	0,4943 ^{ns}
Cuadrático	1	0,67	0,67	0,10	0,7580 ^{ns}
Cúbico	1	40,83	40,83	6,09	0,0296*
Localidad * Dosis	4	43,80	10,95	1,96	0,1493 ^{ns}
Error	16	89,33	5,58		
Total	29	546,33			

*efecto significativo; **efecto altamente significativo; ^{ns} no significativo

Al realizar la comparación de medias de DUNCAN ($p=0,05$), se encontraron siete categorías estadísticas, donde los tratamientos de la localidad NONO se ubicaron en las primeras 4 categorías estadísticas donde el T2 presentó una mayor velocidad de crecimiento, mientras que el T3 presentó menor velocidad de crecimiento. Los tratamientos de la localidad IASA se ubicaron en las tres categorías estadísticas restantes, siendo el testigo (T5) el que presentó mayor velocidad de crecimiento y los T1 y T3 los que presentaron menor velocidad de crecimiento (Tabla 14).

La tabla que se presenta a continuación se muestra los resultados de la aplicación de la prueba de comparación de medias, con los promedios de la velocidad de crecimiento medida en días de crecimiento de la mezcla forrajera bajo el efecto de la interacción dosis de fermento de maíz y localidad (IASA y NONO):

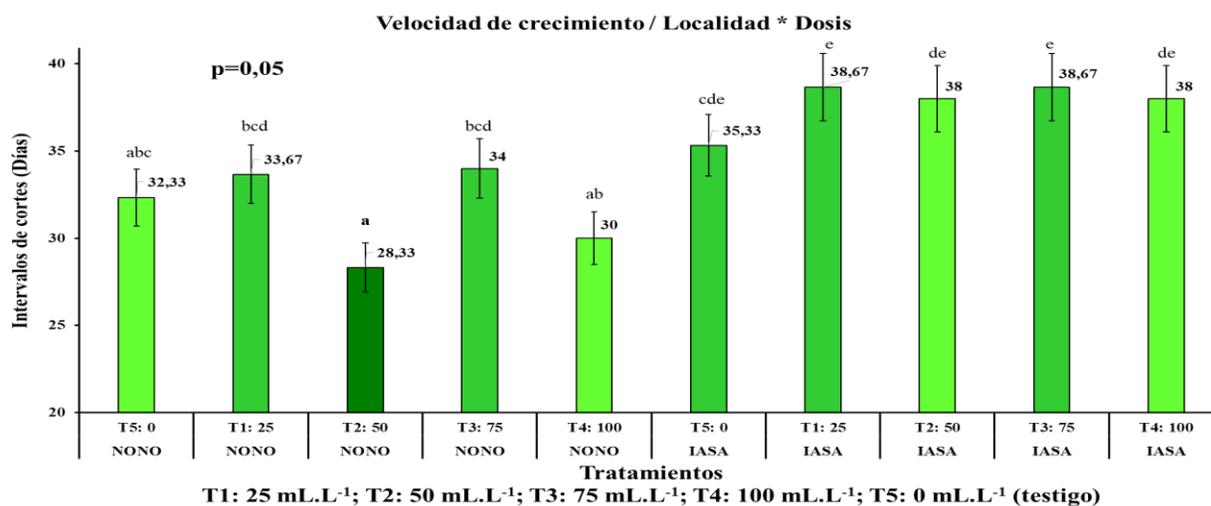
Tabla 14

*Promedio ± e.e de la velocidad de crecimiento de la mezcla forrajera de Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO) medida en días al corte.*

Localidad	Tratamiento	Dosis de Fermento de Maíz (mL.L ⁻¹)	Promedio ± e.e	
NONO	T5	0	32,33 ± 2,33	abc
NONO	T1	25	33,67 ± 2,85	bcd
NONO	T2	50	28,33 ± 0,88	a
NONO	T3	75	34,00 ± 3,00	bcd
NONO	T4	100	30,00 ± 0,58	ab
IASA	T5	0	35,33 ± 1,45	cde
IASA	T1	25	38,67 ± 0,67	e
IASA	T2	50	38,00 ± 1,15	de
IASA	T3	75	38,67 ± 0,67	e
IASA	T4	100	38,00 ± 1,15	de

Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ($p>0,05$), mientras que medias con diferente letra son significativamente diferente al 5% según la prueba de significancia de Duncan.

En la figura 13 se puede determinar que al aplicar 50 mL.L⁻¹ de fermento de maíz (T2) en la localidad NONO se obtuvo una mayor velocidad de crecimiento de la mezcla forrajera mientras que en la localidad IASA al no aplicar fermento de maíz (T5) presentó mayor velocidad de crecimiento.



Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ($p>0,05$), mientras que medias con diferente letra son significativamente diferente al 5% según la prueba de significancia de Duncan.

Figura 13 Prueba de significancia de Duncan (5%) de la velocidad de crecimiento de Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO)

4.1.3 Materia verde

4.1.3.1 IASA

Para la variable materia verde de la localidad IASA el análisis de varianza no presentó diferencias significativas entre los tratamientos.

4.1.3.2 NONO

El análisis de varianza para la localidad NONO no presentó diferencias significativas entre los niveles de las dosis aplicadas de fermento de maíz sobre la cantidad de Materia Verde.

En el análisis de varianza, la interacción Localidad * Dosis, el análisis de varianza presentó un efecto altamente significativo de la Localidad sobre la cantidad de materia verde ($p=0,0002$), el resto de fuentes de variación no presentaron diferencias significativas (Tabla 17).

Tabla 15

*Análisis de varianza para cantidad de Materia Verde de Ray grass y trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO)*

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	F-valor	p-valor
Localidad	1	10290163,33	10290163,33	171,61	0,0002**
Localidad > Repetición	4	239853,33	59963,33	0,16	0,9569 ^{ns}
Dosis	(4)	1726186,67	431546,67	1,13	0,3772 ^{ns}
0 vs 25, 50, 75, 100	1	205840,83	205840,83	0,54	0,4734 ^{ns}
Lineal	1	848400,83	848400,83	2,94	0,1123 ^{ns}
Cuadrático	1	630504,17	630504,17	2,18	0,1654 ^{ns}
Cúbico	1	41440,83	41440,83	0,14	0,7115 ^{ns}
Localidad * Dosis	4	139053,33	34763,33	0,09	0,9839 ^{ns}
Error	16	6107680	381730		
Total	29	18502936,67			

*efecto significativo; **efecto altamente significativo; ^{ns} no significativo

Al realizar la comparación de medias de DUNCAN ($p=0,05$), se encontraron cinco categorías estadísticas, donde los T1, T2 y T5 de la localidad IASA se encontraron en la primera categoría

estadística siendo los tratamientos que obtuvieron menor cantidad de materia verde, en la segunda categoría estadística se ubicó el T3 y en la tercera categoría estadística se encontró el T4. Mientras que los T2, T3 y T5 de la localidad NONO ubicaron en la cuarta categoría estadística y los T1 y T4 se ubicaron en la quinta categoría estadística siendo estos tratamientos los que obtuvieron mayor cantidad de materia verde (Tabla 16).

Tabla 16

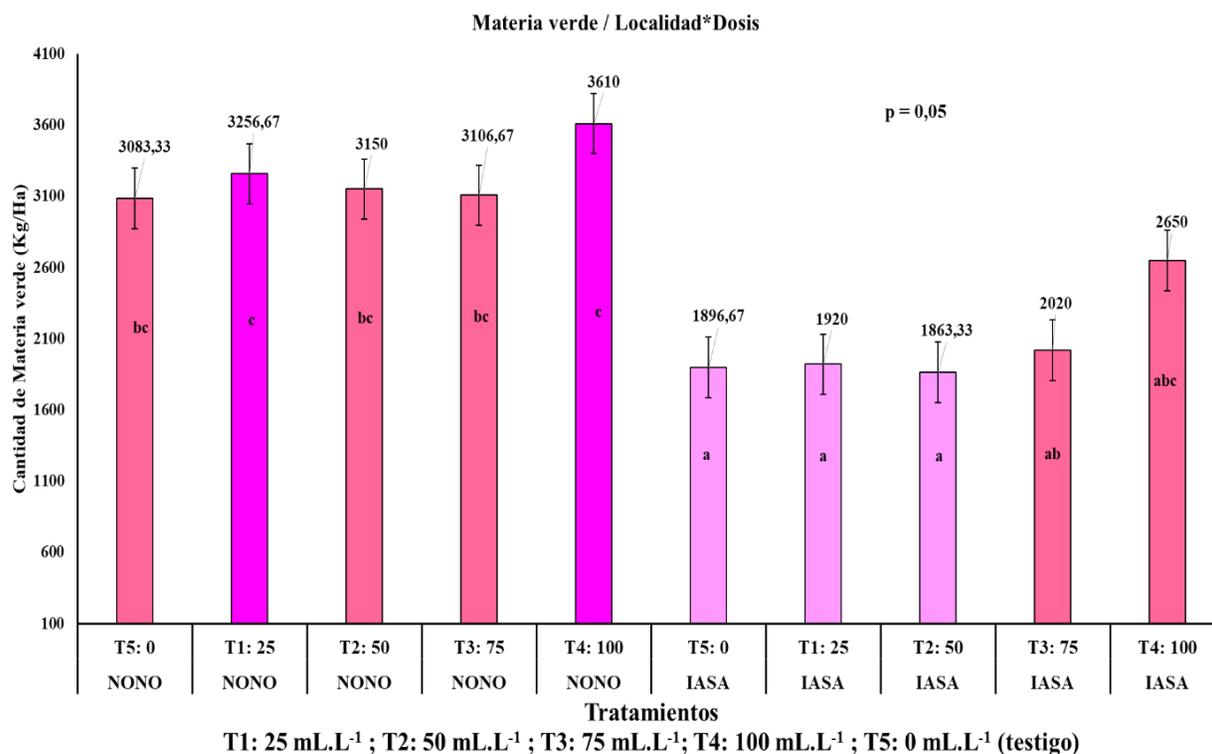
*Promedio \pm e.e de la cantidad de Materia Verde de la mezcla forrajera de Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO), expresada en Kg.ha⁻¹.*

Localidad	Tratamiento	Dosis de Fermento de Maíz (mL.L ⁻¹)	Promedio \pm e.e	
NONO	T5	0	3083,33 \pm 482,85	bc
NONO	T1	25	3256,67 \pm 298,68	c
NONO	T2	50	3150,00 \pm 366,65	bc
NONO	T3	75	3106,67 \pm 222,59	bc
NONO	T4	100	3610,00 \pm 346,55	c
IASA	T5	0	1896,67 \pm 382,99	a
IASA	T1	25	1920,00 \pm 253,25	a
IASA	T2	50	1863,33 \pm 270,88	a
IASA	T3	75	2020,00 \pm 210,71	ab
IASA	T4	100	2650,00 \pm 320,78	abc

Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), mientras que medias con diferente letra son significativamente diferente al 5% según la prueba de significancia de Duncan.

En la figura 14 se pudo determinar que al aplicar 100 mL.L⁻¹ de fermento de maíz (T4) en la localidad NONO y IASA se obtuvo una mayor producción de materia verde de mezcla forrajera, en comparación del resto de tratamientos que obtuvieron valores menores de producción de materia verde.

A continuación se presenta el gráfico que presenta la interacción de localidad*dosis (IASA/NONO) lo que corrobora con lo establecido en la tabla 16:



Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), mientras que medias con diferente letra son significativamente diferente al 5% según la prueba de significancia de Duncan.

Figura 14 Prueba de significancia de Duncan (5%) de la cantidad de Materia verde en Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO)

4.1.4 Materia seca

4.1.4.1 IASA

El análisis de varianza no presentó diferencias significativas entre tratamientos para la cantidad de Materia seca medida en la mezcla forrajera de la localidad IASA. Sin embargo al realizar la comparación de medias de DUNCAN ($p=0,05$), se encontraron tres categorías estadísticas, donde en la primera categoría estadística se encuentran los T1 y T2 con menor cantidad de materia seca, en la segunda categoría estadística se encontraron los T3 y T5, mientras que el T4 se ubicó en la tercera categoría estadística siendo el tratamiento que obtuvo mayor producción de materia seca (Tabla 17).

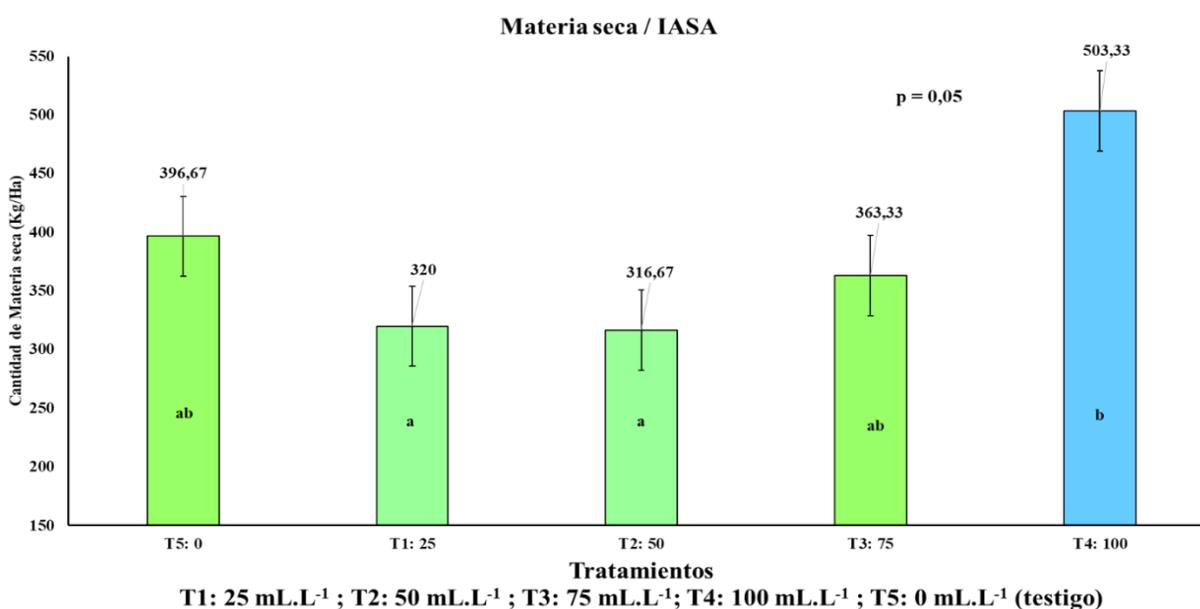
Tabla 17

Análisis de varianza para la cantidad de Materia seca de Ray grass y trébol blanco bajo el efecto de diferentes dosis de Fermento de Maíz para la localidad IASA expresada en Kg.Ha⁻¹

Tratamientos	Dosis de Fermento de Maíz (mL.L ⁻¹)	Promedio ± e.e	
T5	0	396,67 ± 49,98	ab
T1	25	320,00 ± 61,10	a
T2	50	316,67 ± 8,82	a
T3	75	363,33 ± 23,33	ab
T4	100	503,33 ± 46,67	b

Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), mientras que medias con diferente letra son significativamente diferente al 5% según la prueba de significancia de Duncan.

En la figura 15 se pudo determinar que al aplicar 100 mL.L⁻¹ de fermento de maíz (T4) en la localidad IASA se obtuvo una mayor producción de materia seca de la mezcla forrajera, en comparación del resto de tratamientos que obtuvieron valores menores de producción de materia seca.



Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), mientras que medias con diferente letra son significativamente diferente al 5% según la prueba de significancia de Duncan.

Figura 15 Prueba de significancia de Duncan (5%) de la materia seca de Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de diferentes dosis de Fermento de Maíz en la localidad de IASA

4.1.4.2 NONO

Para la variable de Materia seca el análisis de varianza no presentó diferencias significativas para las diferentes dosis de fermento de maíz.

Para la interacción Localidad * Dosis, el análisis de varianza presentó un efecto significativo de la Localidad sobre la cantidad de materia seca ($p=0,0112$). Por otra parte las demás fuentes de variación no presentaron diferencias significativas (Tabla 18).

Tabla 18

*Análisis de varianza para cantidad de Materia Seca de Ray grass y trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO)*

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	F-valor	p-valor
Localidad	1	44083,33	44083,33	19,83	0,0112*
Localidad > Repetición	4	8893,33	2223,33	0,28	0,8874 ^{ns}
Dosis	(4)	62733,33	15683,33	1,97	0,1485 ^{ns}
0 vs 25, 50, 75, 100	1	2520,83	2520,83	0,32	0,5818 ^{ns}
Lineal	1	47600,83	47600,83	7,88	0,0158*
Cuadrático	1	12604,17	12604,17	2,09	0,1741 ^{ns}
Cúbico	1	7,50	7,50	0,0012	0,9725 ^{ns}
Localidad * Dosis	4	16266,67	4066,67	0,51	0,7294 ^{ns}
Error	16	127640,00	7977,50		
Total	29	259616,67			

*efecto significativo; **efecto altamente significativo; ^{ns} no significativo

Al realizar la comparación de medias de DUNCAN ($p=0,05$), se encontraron tres categorías estadísticas, donde los T1 y T2 de la localidad IASA se encontraron en la primera categoría estadística siendo los tratamientos que presentaron menor cantidad de materia seca, mientras que el T4 se ubicó en la tercera categoría estadística siendo el tratamiento que presentó mayor producción de materia seca y el resto de tratamientos se ubicaron en la segunda categoría estadística (Tabla 19).

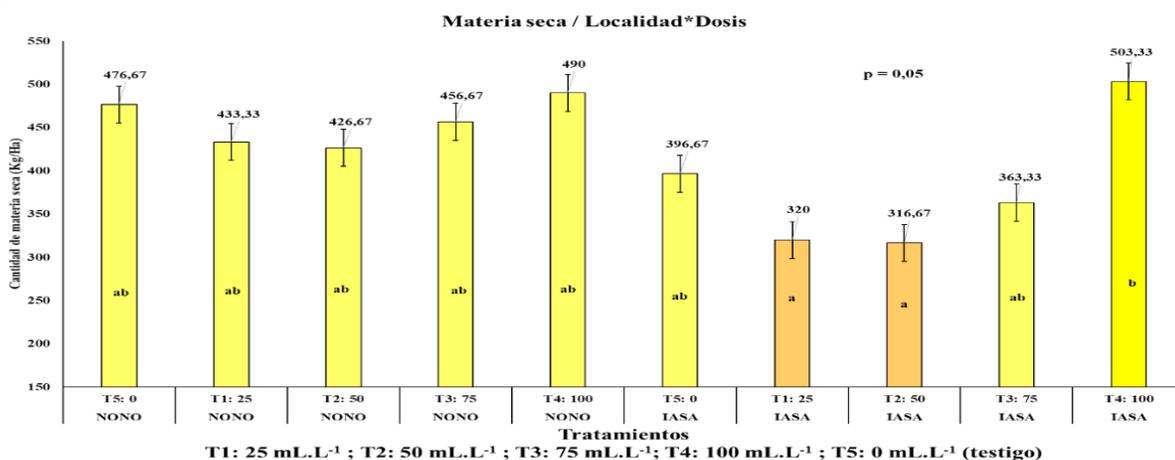
Tabla 19

*Promedio ± e.e de la cantidad de Materia Seca de la mezcla forrajera de Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO) expresada en Kg.ha⁻¹.*

Localidad	Tratamientos	Dosis de Fermento de Maíz (mL.L ⁻¹)	Promedio ± e.e	
NONO	T5	0	476,67 ± 76,88	ab
NONO	T1	25	433,33 ± 23,33	ab
NONO	T2	50	426,67 ± 38,44	ab
NONO	T3	75	456,67 ± 52,07	ab
NONO	T4	100	490,00 ± 55,68	ab
IASA	T5	0	396,67 ± 49,78	ab
IASA	T1	25	320,00 ± 61,10	a
IASA	T2	50	316,67 ± 8,82	a
IASA	T3	75	363,33 ± 23,33	ab
IASA	T4	100	503,33 ± 46,67	b

Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ($p>0,05$), mientras que medias con diferente letra son significativamente diferente al 5% según la prueba de significancia de Duncan.

En la figura 16 se pudo determinar que al aplicar 100 mL.L⁻¹ de fermento de maíz (T4) en la localidad IASA se obtuvo una mayor producción de materia seca de la mezcla forrajera, en comparación del resto de tratamientos que obtuvieron valores menores de producción de materia seca.



Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ($p>0,05$), mientras que medias con diferente letra son significativamente diferente al 5% según la prueba de significancia de Duncan.

Figura 16 Prueba de significancia de Duncan (5%) de la cantidad de Materia seca en Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO)

4.1.5 Valor nutricional

Para esta variable se midió el porcentaje de proteína cruda (Nitrógeno) y fibra y se realizaron los análisis de varianza por separado y las pruebas de comparación de medias se las realizaron en conjunto, obteniendo los siguientes resultados:

4.1.5.1 Proteína cruda (Nitrógeno) y Fibra

4.1.5.1.1 IASA

Para la variable *Proteína cruda* el análisis de varianza presentó un efecto significativo para las diferentes dosis de fermento de maíz ($p < 0,0001$), además la fuente de variación testigo vs el resto presentó diferencias altamente significativas ($p = 0,0005$) (Tabla 20). Mientras que para la variable *porcentaje de fibra* el análisis de varianza no presentó diferencias significativas entre tratamientos.

Tabla 20

Análisis de varianza para el porcentaje de Proteína cruda en Ray grass y trébol blanco bajo el efecto de diferentes dosis de Fermento de Maíz para la localidad IASA

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	F-valor	p-valor
Repetición	2	0,38	0,19	1,85	0,2187 ^{ns}
Dosis	(4)	18,01	4,50	43,39	<0,0001 ^{**}
0 vs 25, 50, 75, 100	1	3,24	3,24	31,26	0,0005 ^{**}
Lineal	1	7,53	7,53	65,73	0,0002 ^{**}
Cuadrático	1	0,27	0,27	2,33	0,1776 ^{ns}
Cúbico	1	6,97	6,97	60,88	0,0002 ^{**}
Error	8	0,83	0,10		
Total	14	19,22			

* efecto significativo; ** efecto altamente significativo; ^{ns} no significativo

Al realizar la comparación de medias de DUNCAN ($p = 0,05$) para la variable proteína cruda, se encontraron tres categorías estadísticas, donde el T1 y T3 se encontraron en la primera categoría estadística, en la segunda categoría estadística se encontró el T2 y los T4 y T5 se

encontraron en la tercera categoría estadística, siendo estos tratamientos los que presentaron mayor porcentaje de proteína cruda (Tabla 21).

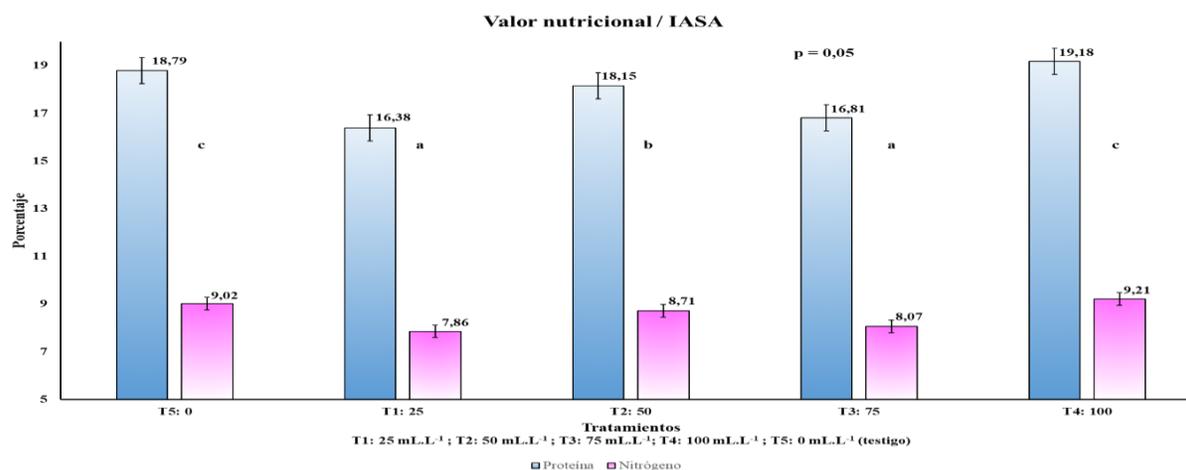
Tabla 21

Promedio \pm e.e del porcentaje de Proteína cruda (Nitrógeno) en Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de diferentes dosis de fermento de maíz para la localidad IASA

Tratamiento	Dosis de Fermento de Maíz (mL.L ⁻¹)	Promedio \pm e.e Proteína cruda	Promedio \pm e.e Nitrógeno	
T5	0	18,79 \pm 0,09	9,02 \pm 0,04	c
T1	25	16,38 \pm 0,34	7,86 \pm 0,16	a
T2	50	18,15 \pm 0,14	8,71 \pm 0,07	b
T3	75	16,81 \pm 0,18	8,07 \pm 0,09	a
T4	100	19,18 \pm 0,17	9,21 \pm 0,08	c

Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), mientras que medias con diferente letra son significativamente diferente al 5% según la prueba de significancia de Duncan.

En la figura 17 se pudo determinar que al aplicar 0 mL.L⁻¹ y 100 mL.L⁻¹ de fermento de maíz (Testigo y T4) en la localidad IASA se obtuvo una mayor porcentaje de proteína cruda (Nitrógeno) en la mezcla forrajera, en comparación del resto de tratamientos que obtuvieron valores menores en cuanto a la variable medida.



Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), mientras que medias con diferente letra son significativamente diferente al 5% según la prueba de significancia de Duncan.

Figura 17 Prueba de significancia de Duncan (5%) del porcentaje de Proteína cruda (Nitrógeno) en Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de diferentes dosis de Fermento de Maíz en la localidad de IASA



Figura 18 Análisis de Nitrógeno – Proteína

4.1.5.1.2 NONO

Para la variable *proteína cruda* (Nitrógeno) el análisis de varianza presentó un efecto significativo sobre las diferentes dosis de fermento de maíz ($p < 0,0001$), además presentó diferencias altamente significativas en la fuente de variación testigo vs el resto de los tratamientos ($p < 0,0001$) (Tabla 22).

Tabla 22

Análisis de varianza para el porcentaje de Proteína cruda (Nitrógeno) en Ray grass y trébol blanco bajo el efecto de diferentes dosis de Fermento de Maíz para la localidad NONO

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	F-valor	p-valor
Repetición	2	0,16	0,08	1,36	0,3104 ^{ns}
Dosis	(4)	9,40	2,35	40,77	<0,0001 ^{**}
0 vs 25, 50, 75, 100	1	4,50	4,50	78,16	<0,0001 ^{**}
Lineal	1	3,23	3,23	50,84	0,0004 ^{**}
Cuadrático	1	1,06	1,06	16,63	0,0065 ^{**}
Cúbico	1	0,61	0,61	9,57	0,0213 [*]
Error	8	0,46	0,06		
Total	14	10,02			

^{*} efecto significativo; ^{**} efecto altamente significativo; ^{ns} no significativo

Por otra parte el análisis de varianza de la variable *porcentaje de Fibra* no presentó diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,0952$), sin embargo la fuente de variación testigo vs el resto ($p=0,0229$) presentó un efecto significativo (Tabla 23).

Tabla 23

Análisis de varianza para el porcentaje de Fibra en Ray grass y trébol blanco bajo el efecto de diferentes dosis de Fermento de Maíz para la localidad NONO

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	F-valor	p-valor
Repetición	2	1,75	0,87	0,25	0,7825 ^{ns}
Dosis	(4)	39,72	9,93	2,87	0,0952 ^{ns}
0 vs 25, 50, 75, 100	1	27,24	27,24	7,88	0,0229 [*]
Lineal	1	2,15	2,15	0,74	0,4226 ^{ns}
Cuadrático	1	1,00	1,00	0,35	0,5778 ^{ns}
Cúbico	1	9,32	9,32	3,21	0,1231 ^{ns}
Error	8	27,64	3,46		
Total	14	69,10			

^{*} efecto significativo; ^{**} efecto altamente significativo; ^{ns} no significativo

Al realizar la comparación de medias de DUNCAN ($p=0,05$) para las dos variables analizadas, se encontraron dos categorías estadísticas para la variable proteína cruda (nitrógeno), donde el T1, T2 y T3 se encontraron en la primera categoría estadística y en la segunda categoría estadística se encontraron los T4 y T5, siendo los tratamientos que presentaron mayores valores de esta variable. Mientras que para la variable porcentaje de fibra se encontró tres categorías estadísticas, donde el T2 se encontró en la primera categoría estadística, en la segunda categoría estadística se encontraron los T1, T3 y T4, mientras que el T5 se encontró en la tercera categoría estadística, siendo el tratamiento que presentó mayor porcentaje de fibra en la mezcla forrajera (Tabla 24).

A continuación se presenta la tabla con los promedios de los porcentajes de proteína cruda (Nitrógeno) y fibra de la mezcla forrajera de la localidad NONO:

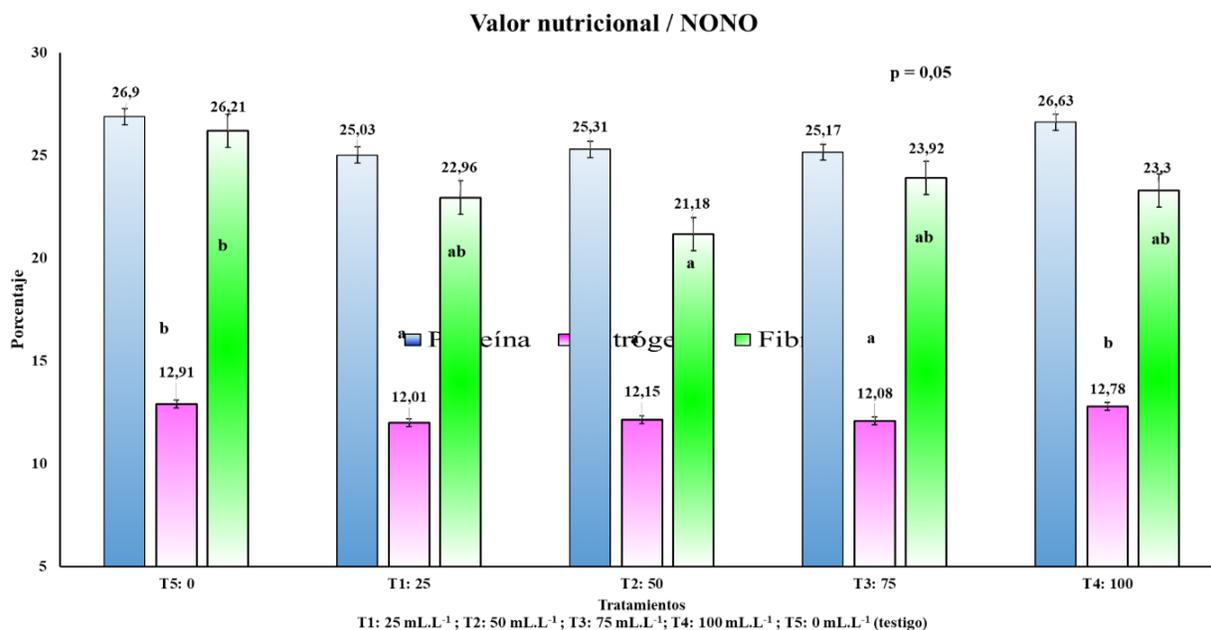
Tabla 24

Promedio ± e.e del porcentaje de Proteína cruda (Nitrógeno) y fibra en Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de diferentes dosis de fermento de maíz para la localidad NONO

Tratamientos	Dosis de Fermento de Maíz (mL.L ⁻¹)	Promedio ± e.e Proteína cruda	Promedio ± e.e Nitrógeno	Promedio ± e.e Fibra
T5	0	26,90 ± 0,17	12,91 ± 0,08	26,21 ± 1,41
T1	25	25,03 ± 0,12	12,01 ± 0,05	22,96 ± 0,80
T2	50	25,31 ± 0,15	12,15 ± 0,07	21,18 ± 0,43
T3	75	25,17 ± 0,09	12,08 ± 0,04	23,92 ± 1,22
T4	100	26,63 ± 0,17	12,78 ± 0,08	23,30 ± 0,77

Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), mientras que medias con diferente letra son significativamente diferente al 5% según la prueba de significancia de Duncan.

En la figura 19 se pudo determinar que al aplicar 0 mL.L⁻¹ de fermento de maíz (Testigo: T5) en la localidad NONO se obtuvo un mayor porcentaje de proteína cruda (Nitrógeno) y de fibra en la mezcla forrajera, en comparación del resto de tratamientos que obtuvieron valores menores en cuanto a las variables medidas.



Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), mientras que medias con diferente letra son significativamente diferente al 5% según la prueba de significancia de Duncan.

Figura 19 Prueba de significancia de Duncan (5%) del porcentaje de Proteína cruda (Nitrógeno) y Fibra en Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de diferentes dosis de Fermento de Maíz, en la localidad de NONO

Para la interacción Localidad * Dosis, el análisis de varianza presentó un efecto significativo de Localidad ($p < 0,0001$) y dosis ($p < 0,0001$) sobre la cantidad de proteína cruda (Nitrógeno). Además se encontró que la fuente de variación testigo vs el resto de tratamientos presentó un efecto altamente significativo ($p < 0,0001$) (Tabla 25).

Tabla 25

*Análisis de varianza para cantidad de Proteína cruda de Ray grass y trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO)*

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	F-valor	p-valor
Localidad	1	473,30	473,30	3503,70	<0,0001**
Localidad > Repetición	4	0,54	0,14	1,67	0,2050 ^{ns}
Dosis	(4)	25,04	6,26	77,59	<0,0001**
0 vs 25, 50, 75, 100	1	7,70	7,70	95,38	<0,0001**
Lineal	1	10,31	10,31	115,80	<0,0001**
Cuadrático	1	1,19	1,19	13,40	0,0033**
Cúbico	1	5,85	5,85	65,70	<0,0001**
Localidad * Dosis	4	2,36	0,59	7,31	0,0015**
Error	16	1,29	0,08		
Total	29	502,54			

* efecto significativo; ** efecto altamente significativo; ^{ns} no significativo

Por otra parte el análisis de varianza presentó un efecto altamente significativo de Localidad ($p = 0,0002$) sobre la variable *porcentaje de Fibra*, además el resto de las fuentes de variación no presentaron diferencias significativas (Tabla 26).

Tabla 26

*Análisis de varianza para el porcentaje de Fibra de Ray grass y trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO)*

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	F-valor	p-valor
Localidad	1	88,07	88,07	155,97	0,0002**
Localidad > Repetición	4	2,26	0,56	0,18	0,9448 ^{ns}
Dosis	(4)	27,47	6,87	2,20	0,1147 ^{ns}
0 vs 25, 50, 75, 100	1	5,05	5,05	1,62	0,2213 ^{ns}
Lineal	1	5,36	5,36	3,15	0,1013 ^{ns}
Cuadrático	1	0,02	0,02	0,01	0,9086 ^{ns}
Cúbico	1	17,03	17,03	10,00	0,0082**
Localidad * Dosis	4	28,06	7,01	2,25	0,1090 ^{ns}
Error	16	49,85	3,12		
Total	29	195,70			

* efecto significativo; ** efecto altamente significativo; ^{ns} no significativo

Al realizar la comparación de medias de DUNCAN ($p=0,05$), se encontró de forma general que los tratamientos de la localidad NONO, presentaron los más altos valores promedios en cuanto a proteína cruda (Nitrógeno) y fibra en comparación a los tratamientos de la localidad IASA que presentaron valores promedios menores. Siendo el T5 de la localidad NONO el que presentó el valor promedio más alto en el porcentaje de proteína cruda y fibra (Tabla 27).

Tabla 27

*Promedio \pm e.e de la cantidad de Proteína cruda de la mezcla forrajera de Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO)*

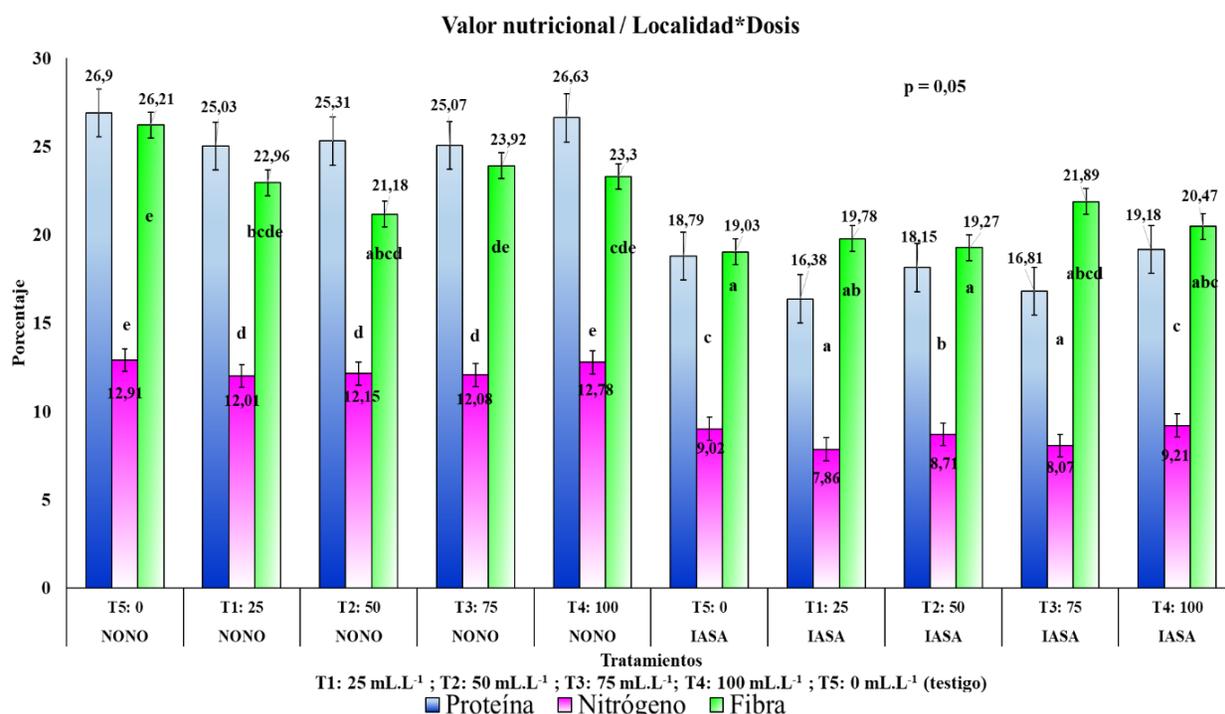
Localidad	Tratamiento	Dosis de Fermento de Maíz (mL.L ⁻¹)	Promedio \pm e.e Proteína	Promedio \pm e.e Nitrógeno	Promedio \pm e.e Fibra
NONO	T5	0	26,90 \pm 0,17	12,91 \pm 0,08	e 26,21 \pm 1,41 e
NONO	T1	25	25,03 \pm 0,12	12,02 \pm 0,05	d 21,96 \pm 0,80 bcde
NONO	T2	50	25,31 \pm 0,15	12,15 \pm 0,07	d 21,18 \pm 0,43 abcd
NONO	T3	75	25,07 \pm 0,09	12,08 \pm 0,04	d 23,92 \pm 1,22 de
NONO	T4	100	26,63 \pm 0,17	12,78 \pm 0,08	e 23,30 \pm 0,77 cde
IASA	T5	0	18,79 \pm 0,09	9,02 \pm 0,04	c 19,03 \pm 1,73 a
IASA	T1	25	16,38 \pm 0,34	7,86 \pm 0,16	a 19,78 \pm 0,21 ab
IASA	T2	50	18,15 \pm 0,14	8,71 \pm 0,07	b 19,27 \pm 0,25 a
IASA	T3	75	16,81 \pm 0,18	8,07 \pm 0,09	a 21,89 \pm 0,60 abcd
IASA	T4	100	19,18 \pm 0,17	9,21 \pm 0,08	c 20,47 \pm 0,59 abc

Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ($p>0,05$), mientras que medias con diferente letra son significativamente diferente al 5% según la prueba de significancia de Duncan.

En la figura 21 se pudo demostrar que el T5 de la localidad NONO obtuvo mayor porcentaje de proteína cruda y fibra respecto al resto de tratamientos.



Figura 20 Análisis de fibra



Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), mientras que medias con diferente letra son significativamente diferente al 5% según la prueba de significancia de Duncan.

Figura 21 Prueba de significancia de Duncan (5%) de la cantidad de Proteína cruda (Nitrógeno) y fibra medida en Ray grass y Trébol blanco bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO)

4.1.6 Digestibilidad *in situ*

Para esta variable se realizaron los análisis de varianza por separado de cada hora de incubación para las interacciones Localidad*Dosis y las pruebas de comparación de medias se presentaron en conjunto, obteniendo los siguientes resultados:

Para la interacción Localidad*Dosis, el análisis de varianza presentó un efecto altamente significativo de la Dosis ($p = 0,0021$) sobre el porcentaje de Digestibilidad *in situ* medido a las 6 horas (Tabla 28).

Tabla 28

*Análisis de varianza para el porcentaje de Digestibilidad in situ de Ray grass y trébol blanco medidas a las 6 horas bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO)*

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	F-valor	p-valor
Localidad	1	0,84	0,84	0,01	0,9301 ^{ns}
Localidad > Repetición	4	384,20	96,05	0,82	0,5324 ^{ns}
Dosis	(4)	3216,54	804,13	6,85	0,0021 ^{**}
0 vs 25, 50, 75, 100	1	965,83	965,83	8,22	0,0112 [*]
Lineal	1	1560,82	1560,82	18,95	0,0009 ^{**}
Cuadrático	1	602,40	602,40	7,31	0,0192 [*]
Cúbico	1	87,48	87,48	1,06	0,3231 ^{ns}
Localidad * Dosis	4	690,12	172,53	1,47	0,2579 ^{ns}
Error	16	1879,22	117,45		
Total	29	6170,91			

* efecto significativo; ** efecto altamente significativo; ^{ns} no significativo

Para la variable porcentaje de Digestibilidad *in situ* medido a las 12 horas, el análisis de varianza presentó un efecto altamente significativo para la interacción Localidad*Dosis ($p=0,0044$), el resto de las fuentes de variación no presentaron un efecto significativo (Tabla 29).

Tabla 29

*Análisis de varianza para el porcentaje de Digestibilidad in situ de Ray grass y trébol blanco medidas a las 12 horas bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO)*

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	F-valor	p-valor
Localidad	1	0,75	0,75	0,01	0,9388 ^{ns}
Localidad > Repetición	4	447,47	111,87	1,12	0,3837 ^{ns}
Dosis	(4)	537,36	134,34	1,34	0,2984 ^{ns}
0 vs 25, 50, 75, 100	1	34,80	34,80	0,35	0,5641 ^{ns}
Lineal	1	3,63	3,63	0,04	0,8531 ^{ns}
Cuadrático	1	434,52	434,52	4,29	0,0606 ^{ns}
Cúbico	1	64,42	64,42	0,64	0,4408 ^{ns}
Localidad * Dosis	4	2330,81	582,70	5,81	0,0044 ^{**}
Error	16	1605,03	100,31		
Total	29	4921,41			

* efecto significativo; ** efecto altamente significativo; ^{ns} no significativo

Para la variable porcentaje de Digestibilidad *in situ* medido a las 24 y 48 horas, el análisis de varianza no presentó diferencias significativas entre tratamientos.

Al realizar la prueba de comparación de medias de DUNCAN ($p=0,05$), se encontró que todos los tratamientos al pasar distintas horas de incubación la degradabilidad de la materia seca fue cambiando al pasar el tiempo. Sin embargo se encontró que el testigo (T5) al iniciar la incubación tuvo la mejor degradabilidad, al finalizar la prueba de digestibilidad los T1, T2, T3 y T4 presentaron mayor degradabilidad ruminal en comparación con el testigo (Tabla 30)

Tabla 30

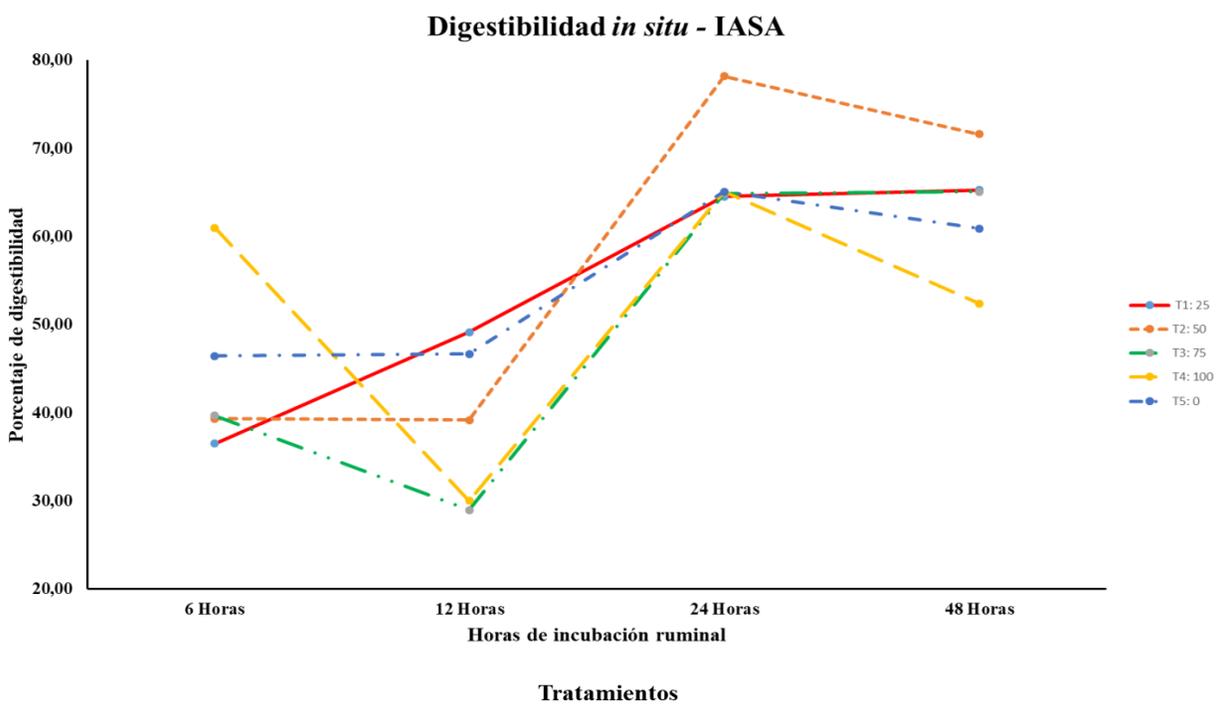
*Promedio \pm e.e del porcentaje de Digestibilidad in situ de Ray grass y trébol blanco medidas a las 6, 12, 24 y 48 horas bajo el efecto de la interacción Dosis (Fermento de Maíz)*Localidad (IASA/NONO)*

Localidad	Tratamiento	Dosis de Fermento de Maíz (mL.L ⁻¹)	Promedio \pm e.e 6 hora	Promedio \pm e.e 12 horas	Promedio \pm e.e 24 horas	Promedio \pm e.e 48 horas
NONO	T5	0	65,08 \pm 12,40 c	26,30 \pm 3,87 a	42,06 \pm 4,83 a	32,94 \pm 12,34 a
NONO	T1	25	33,33 \pm 3,21 a	35,18 \pm 1,85 abc	61,11 \pm 5,56 ab	61,11 \pm 5,56 ab
NONO	T2	50	31,74 \pm 1,59 a	34,72 \pm 1,39 abc	63,49 \pm 3,18 ab	55,56 \pm 5,56 ab
NONO	T3	75	35,55 \pm 2,22 ab	36,82 \pm 10,86 abc	61,51 \pm 9,63 ab	47,78 \pm 7,78 ab
NONO	T4	100	55,56 \pm 11,11 bc	59,37 \pm 9,78 d	54,82 \pm 11,85 ab	44,81 \pm 10,69 ab
IASA	T5	0	46,46 \pm 2,94 abc	46,67 \pm 3,33 bcd	65,08 \pm 4,20 ab	60,91 \pm 17,25 ab
IASA	T1	25	36,51 \pm 5,74 ab	49,17 \pm 6,51 cd	64,55 \pm 2,92 ab	65,28 \pm 9,72 b
IASA	T2	50	39,31 \pm 3,55 ab	39,17 \pm 0,83 abc	78,18 \pm 2,78 b	71,63 \pm 7,14 b
IASA	T3	75	39,68 \pm 1,65 ab	28,97 \pm 2,41 ab	64,88 \pm 11,50 ab	65,08 \pm 1,59 b
IASA	T4	100	60,98 \pm 5,04 c	30,00 \pm 6,94 abc	65,08 \pm 4,20 ab	52,38 \pm 12,60 ab

Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ($p>0,05$), mientras que medias con diferente letra son significativamente diferente al 5% según la prueba de significancia de Duncan.

Con la figura 22 se pudo determinar que el pasto que fue aplicado con 50 mL.L⁻¹ (T2) de fermento de maíz en la localidad IASA presentó mayor degradabilidad ruminal al finalizar las 48 horas de incubación en comparación del resto de tratamientos.

A continuación se presenta la curva de degradabilidad de la mezcla forrajera medida desde las 6 horas hasta las 48 horas de incubación ruminal



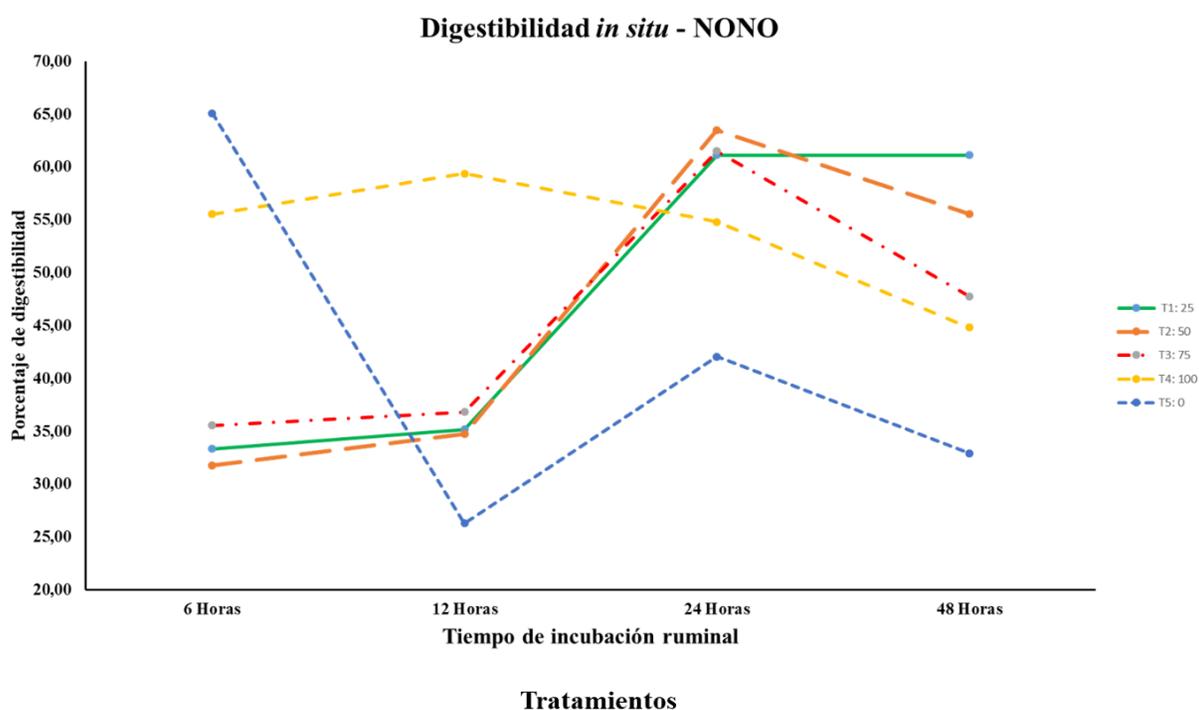
T1: 25 mL.L⁻¹; T2: 50 mL.L⁻¹; T3: 75 mL.L⁻¹; T4: 100 mL.L⁻¹; T5: 0 mL.L⁻¹ (testigo)

Figura 22 Digestibilidad *in situ* de la mezcla forrajera medida a las 6, 12, 24 y 48 horas de la localidad IASA bajo el efecto de diferentes dosis de Fermento de Maíz



Figura 23 Incubación ruminal de la mezcla forrajera

Con la figura 24 se pudo determinar que el pasto que fue aplicado con 25 mL.L⁻¹ (T1) de fermento de maíz presentó mayor degradabilidad ruminal al finalizar las 48 horas de incubación en comparación del resto de tratamientos.



T1: 25 mL.L⁻¹; T2: 50 mL.L⁻¹; T3: 75 mL.L⁻¹; T4: 100 mL.L⁻¹; T5: 0 mL.L⁻¹ (testigo)

Figura 24 Digestibilidad *in situ* de la mezcla forrajera medida a las 6, 12, 24 y 48 horas de la localidad NONO bajo el efecto de diferentes dosis de Fermento de Maíz.

4.1.7 Vigor – Evaluación visual

El análisis de varianza para la variable Vigor no mostró diferencias significativas entre las localidades ($p=0,7761$) (Tabla 31).

A continuación se presenta la tabla del análisis de varianza para el vigor de germinación realizado mediante una evaluación visual:

Tabla 31

Análisis de varianza para el vigor de la germinación de las semillas de Ray grass y trébol blanco sembradas en dos localidades de Pichincha.

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	F-valor	p-valor
Localidad	1	0,10	0,10	0,08	0,7761 ^{ns}
Error	28	32,71	1,17		
Total	29	32,81			

* efecto significativo; ** efecto altamente significativo; ^{ns} no significativo



Figura 25 Prueba de vigor a. espacios más pronunciados correspondiente a un valor de 4. b. menor cantidad de espacios correspondiente a un valor de 8.

4.1.8 Análisis económico

El análisis económico se realizó considerando los rendimientos por corte estimados por la realización de la presente investigación y el costo de producción donde varía el costo de la mano de obra y el costo del fertilizante en base a los gastos por la compra o por la elaboración del fermento de maíz para cada localidad.

4.1.8.1 Análisis económico IASA

Para el análisis económico de la localidad IASA se presenta a continuación la Tabla 32, donde se encuentran los cálculos de los beneficios netos al adquirir el fermento de maíz.

Tabla 32
Cálculo de los beneficios brutos al comprar fermento de maíz para localidad IASA

	Unidades	Tratamiento				
		T 5	T 1	T 2	T 3	T 4
Rendimiento promedio	Kg/ha	1756,17	1777,78	1725,31	1870,37	2453,70
Rendimiento ajustado	Kg/ha	1580,56	1600,00	1552,78	1683,33	2208,33
Beneficios brutos en Campo	Dólares/ha	79,03	80,00	77,64	84,17	110,42
Costo del Fertilizante	Dólares/ha	360	100,00	200,00	300,00	400,00
Costo de la mano de obra	Dólares/ha	60	30	30	30	30
Costos Totales que varían	Dólares/ha	420,0	130,0	230,0	330,0	430,0
Beneficio Neto	Dólares/ha	-341,0	-50,0	-152,4	-245,8	-319,6

En la Tabla 33 se encuentra el análisis económico del rendimiento en materia verde de la mezcla forrajera, donde se encontró que el valor más alto de beneficio/costo fue el T1 con 0,62 en comparación con el testigo que presentó un valor de 0,19, por otra parte el tratamiento 3 y 4 presentaron un menor valor de beneficio/costo que fue de 0,26.

Tabla 33
Análisis económico del rendimiento de rye grass y trébol blanco bajo el efecto de la aplicación de Fermento de maíz (comprado) en la localidad IASA

Tratamiento	Rendimiento Kg/ha/corte	Beneficio bruto Dólares/ha	Costo de Producción Dólares/ha	Beneficio neto Dólares/ha	Beneficio/Costo	Tasa de retorno marginal %
T 5	1580,56	79,03	420,00	-340,97	0,19	0,00
T 1	1600,00	80,00	130,0	-50,00	0,62	102,36
T 2	1552,78	77,64	230,0	-152,36	0,34	93,47
T 3	1683,33	84,17	330,0	-245,83	0,26	73,75
T 4	2208,33	110,42	430,0	-319,58	0,26	-213,89

Tratamientos

T1: 25 mL.L⁻¹; T2: 50 mL.L⁻¹; T3: 75 mL.L⁻¹; T4: 100 mL.L⁻¹; T5: 0 mL.L⁻¹ (testigo)

En la localidad IASA también se realizó el análisis económico cuando el fermento de maíz es elaborado y en la Tabla 34 se muestran los cálculos de los beneficios netos.

A continuación se presenta la tabla donde se presenta los beneficios netos y beneficios brutos en campo al elaborar fermento de maíz para la localidad IASA:

Tabla 34
Cálculo de los beneficios brutos al elaborar el fermento de maíz para localidad IASA

	Unidades	Tratamiento				
		T 5	T 1	T 2	T 3	T 4
Rendimiento promedio	Kg/ha	1756,1728	1777,77778	1725,30861	1870,37042	2453,7037
Rendimiento ajustado	Kg/ha	1580,56	1600,00	1552,78	1683,33	2208,33
Beneficios brutos en Campo	Dólares/ha	79,03	80,00	77,64	84,17	110,42
Costo del Fertilizante	Dólares/ha	360	30,00	60,00	90,00	120,00
Costo de la mano de obra	Dólares/ha	60	45	45	45	45
Costos Totales que varían	Dólares/ha	420,0	75,0	105,0	135,0	165,0
Beneficio Neto	Dólares/ha	-341,0	5,0	-27,4	-50,8	-54,6

En la Tabla 35 se encuentra el análisis económico del rendimiento en materia verde de la mezcla forrajera, donde se encontró que el valor de mejor beneficio/costo fue el T1 con 1,07 siendo un valor más alto que el testigo que presentó un valor de 0,19, por otra parte el tratamiento 3 presentó un menor valor de beneficio/costo que fue de 0,62.

Tabla 35
Análisis económico del rendimiento de rye grass y trébol blanco bajo el efecto de la aplicación de Fermento de maíz (elaborado) en la localidad IASA

Tratamiento	Rendimiento (Kg/ha/corte)	Beneficio bruto Dólares/ha	Costo de Producción Dólares/ha	Beneficio neto Dólares/ha	Beneficio/Costo	Tasa de retorno marginal %
T 5	1580,56	79,03	420,00	-340,97	0,19	0,00
T 1	1600,00	80,00	75,0	5,00	1,07	107,87
T 2	1552,78	77,64	105,0	-27,36	0,74	78,24
T 3	1683,33	84,17	135,0	-50,83	0,62	12,50
T 4	2208,33	110,42	165,0	-54,58	0,67	-112,31

Tratamientos

T1: 25 mL.L⁻¹; T2: 50 mL.L⁻¹; T3: 75 mL.L⁻¹; T4: 100 mL.L⁻¹; T5: 0 mL.L⁻¹ (testigo)

4.1.8.2 Análisis económico NONO

Para el análisis económico de la localidad NONO, se presenta a continuación la Tabla 36 donde se encuentran los cálculos de los beneficios netos al adquirir el fermento de maíz.

Tabla 36
Cálculo de los beneficios brutos al adquirir el fermento de maíz para localidad NONO

	Unidades	Tratamiento				
		T 5	T 1	T 2	T 3	T 4
Rendimiento promedio	Kg/ha	2854,94	3015,43	2916,67	2876,54	3342,59
Rendimiento ajustado	Kg/ha	2569,44	2713,89	2625,00	2588,89	3008,33
Beneficios brutos en Campo	Dólares/ha	128,47	135,69	131,25	129,44	150,42
Costo del Fertilizante	Dólares/ha	360	100,00	200,00	300,00	400,00
Costo de la mano de obra	Dólares/ha	60	30	30	30	30
Costos Totales que varían	Dólares/ha	420,0	130,0	230,0	330,0	430,0
Beneficio Neto	Dólares/ha	-291,5	5,7	-98,8	-200,6	-279,6

En la Tabla 37 se encuentra el análisis económico del rendimiento en materia verde de la mezcla forrajera, donde se encontró que el valor de mejor beneficio/costo fue el T1 con 1,04 siendo un valor más alto que el testigo que presentó un valor de 0,31, por otra parte el tratamiento 4 presentó un menor valor de beneficio/costo que fue de 0,35.

Tabla 37
Análisis económico del rendimiento de rye grass y trébol blanco bajo el efecto de la aplicación de Fermento de maíz (adquirir) en la localidad NONO

Tratamiento	Rendimiento Kg/ha/corte	Beneficio bruto Dólares/ha	Costo de Producción Dólares/ha	Beneficio neto Dólares/ha	Beneficio/Costo	Tasa de retorno marginal %
T 5	2569,44	128,47	420,00	-291,53	0,31	0,00
T 1	2713,89	135,69	130,0	5,69	1,04	104,44
T 2	2625,00	131,25	230,0	-98,75	0,57	101,81
T 3	2588,89	129,44	330,0	-200,56	0,39	79,03
T 4	3008,33	150,42	430,0	-279,58	0,35	-119,44

Tratamientos

T1: 25 mL.L⁻¹; T2: 50 mL.L⁻¹; T3: 75 mL.L⁻¹; T4: 100 mL.L⁻¹; T5: 0 mL.L⁻¹ (testigo)

En la localidad NONO también se realizó el análisis económico cuando el fermento de maíz es elaborado y en la Tabla 38 se muestran los cálculos de los beneficios netos.

Tabla 38

Cálculo de los beneficios brutos al elaborar el fermento de maíz para localidad NONO

	Unidades	Tratamiento				
		T 5	T 1	T 2	T 3	T 4
Rendimiento promedio	Kg/ha	2854,94	3015,43	2916,67	2876,54	3342,59
Rendimiento ajustado	Kg/ha	2569,44	2713,89	2625,00	2588,89	3008,33
Beneficios brutos en Campo	Dólares/ha	128,47	135,69	131,25	129,44	150,42
Costo del Fertilizante	Dólares/ha	360	30,00	60,00	90,00	120,00
Costo de la mano de obra	Dólares/ha	60	45	45	45	45
Costos Totales que varían	Dólares/ha	420,0	75,0	105,0	135,0	165,0
Beneficio Neto	Dólares/ha	-291,5	60,7	26,3	-5,6	-14,6

En la Tabla 39 se encuentra el análisis económico del rendimiento en materia verde de la mezcla forrajera, donde se encontró que el valor de mejor beneficio/costo fue el T1 con 4,40 siendo un valor más alto que el testigo que presentó un valor de 2,11, por otra parte el tratamiento 4 presentó un menor valor de beneficio/costo que fue de 1,25.

Tabla 39

Análisis económico del rendimiento de rye grass y trébol blanco bajo el efecto de la aplicación de Fermento de maíz (elaborar) en la localidad NONO

Tratamiento	Rendimiento (Kg/ha/corte)	Beneficio bruto Dólares/ha	Costo de Producción Dólares/ha	Beneficio neto Dólares/ha	Beneficio/Costo	Tasa de retorno marginal %
T 5	2569,44	128,47	420,00	-291,53	0,31	0,00
T 1	2713,89	135,69	75,0	60,69	1,81	114,81
T 2	2625,00	131,25	105,0	26,25	1,25	106,02
T 3	2588,89	129,44	135,0	-5,56	0,96	30,09
T 4	3008,33	150,42	165,0	-14,58	0,91	108,61

Tratamientos

T1: 25 mL.L⁻¹; T2: 50 mL.L⁻¹; T3: 75 mL.L⁻¹; T4: 100 mL.L⁻¹; T5: 0 mL.L⁻¹ (testigo)

4.2 Discusión

4.2.1 Análisis inicial del fermento de maíz

En el presente estudio se realizó un análisis preliminar para conocer la composición nutricional del fermento de maíz para lo cual los resultados se presentan en la *Tabla 10*, pero para

la realización de esta investigación fue de suma importancia conocer el contenido de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) ya que son los tres minerales más importantes en la nutrición vegetal. En el fermento de maíz se encontró: nitrógeno 0,24 % equivalente a 144,36 (mg.L⁻¹), fósforo 0,148 % equivalente a 89,024 (mg.L⁻¹) y potasio 0,08 % equivalente a 51,5 (mg.L⁻¹). El complejo NPK constituye el abono primario para la fertilización de todo tipo de cultivos incluyendo los pastos, además son elementos de rápido movimiento por lo cual en ocasiones se lixivian o no se encuentran disponibles para la absorción de la planta (Bidwell, 1990). Según la literatura el nitrógeno es necesario para la síntesis de clorofila por lo cual es el responsable de favorecer el color verde en las plantas y en cantidades adecuadas las hojas se tornan de color verde oscuro por su alto contenido de clorofila y esto es benéfico para la planta ya que la clorofila participa en el proceso de conversión del Carbono, Hidrógeno y Oxígeno en azúcares simples los mismos que son utilizados en el crecimiento y desarrollo de la planta (Projar, 2015), el nitrógeno también se encuentra involucrado en el proceso de fotosíntesis además se encuentra encargado del aumento del contenido de proteico de las plantas (Bidwell, 1990). El fósforo por otro lado tiene una función indispensable en el metabolismo de la planta ya que desempeña un papel importante en la fotosíntesis, respiración, en el almacenamiento y transferencia de energía y en la división y el crecimiento celular (Projar, 2015), el fósforo además captura la luz para luego convertirla en componentes esenciales para el desarrollo de la planta, promueve el crecimiento de la raíz y fortalece el tallo (Bidwell, 1990). Por otra parte el potasio es fundamental para la fotosíntesis porque mejora la acción de las enzimas, es determinante para descomponer carbohidratos y por lo tanto en proveer energía para el crecimiento de la planta, proporciona vigorosidad a la planta y resistencia a enfermedades o condiciones climáticas extremas (Projar, 2015), el potasio se enlaza iónicamente al pirúvico quinasa que es esencial en la respiración y el

metabolismo de carbohidratos, no tiene función estructural pero es importante para el metabolismo de la planta (Bidwell, 1990). Según la literatura, una hoja de cualquier tipo de cultivo puede llegar a tener concentraciones de nitrógeno que va de 2 a 3% (Torres, 2016), fósforo de 0,1 a 0,5% (Mite , Carrillo, & Espinosa, 1999) y potasio de 1 a 2% (Hirzel & Rodríguez, 2005), por lo que el análisis de contenido nutrimental del fermento de maíz para el contenido de fósforo concuerda con lo citado por la literatura mientras que la cantidad de nitrógeno y potasio en el fermento de maíz se encuentra por debajo del rango del análisis de una hoja, por lo cual se podría decir que al consumir chicha de jora (fermento de maíz) se está implementando una gran fuente de fósforo el mismo que vita para el funcionamiento de las neuronas, para mejorar la digestión, para el crecimiento y mantenimiento de los huesos y dientes.

4.2.2 Velocidad de crecimiento

Al aplicar el fermento de maíz sobre el pasto estudiado en la localidad IASA se pudo encontrar que al no aplicar fermento de maíz se pudo reducir el tiempo entre cortes del pasto, por otra parte en la localidad NONO no se encontró un tratamiento que representativo que ayude a disminuir el tiempo entre cortes, pero en el análisis de la interacción localidad *dosis se encontró que la localidad NONO el tratamiento 2 que fue al aplicar 50 mL.L^{-1} de fermento de maíz se redujo el tiempo entre cortes del pasto que presentó un promedio de 28 días al corte y los tratamientos 1 y 3 (25 mL.L^{-1} y 75 mL.L^{-1} de fermento de maíz) de la localidad IASA presentaron intervalos más largos entre cortes que fueron de 38 días, con esto se demostró que al aplicar las dosis ya mencionadas de fermento de maíz y con el efecto de la localidad se podría aumentar la velocidad de crecimiento del pasto también se puede decir que esta respuesta se debe a la acción de la temperatura y la luz de cada localidad ejercida sobre el pasto, además de que

puede haber un efecto de la cantidad de azúcares presente en el fermento de maíz que fue de 8,8 % Brix. Según (Taiz & Zeiger, 2006) manifiestan que la velocidad de elongación celular se debe a la cantidad de luz que puede absorber una molécula de clorofila para realizar la fotosíntesis y proveer a la planta de alta energía y alimento para su metabolismo, además según (Almorox, 2007) asegura que la velocidad de crecimiento tiene una relación estricta con la temperatura siendo la ideal para la realización de la fotosíntesis de 25 a 30°C, temperatura a la cual estuvo sometido el pasto durante la investigación que fue en NONO 27°C y IASA 25°C. Según (Basantes, 2010), manifiesta que el fotoperiodo y termoperiodo son procesos esenciales para el crecimiento de la planta y al mismo tiempo ayuda al almacenaje de fitocromos los mismos que son importantes para que la planta llegue a su estado de madurez. Por otro lado, la velocidad de crecimiento del pasto se puede ver afectado por la aplicación del fermento de maíz por la cantidad de azúcares como se mencionó anteriormente con lo que concuerda con la literatura de (Bidwell, 1990), donde asegura que la planta aumenta la velocidad de crecimiento al obtener o producir mayor cantidad de azucares ya que aumentan la cantidad de energía (ATP) y por ende la cantidad de alimento para el crecimiento de la planta.

4.2.3 Materia verde

La materia verde de un forraje o pasto cultivado se mide al finalizar su periodo vegetativo o de crecimiento, esta materia verde en su composición celular contiene en su mayoría agua que tomó del suelo durante su crecimiento y maduración (Arenas, 2011). Según el INATEC (2016), la cantidad de materia verde depende de la especie forrajera, condiciones climáticas (temperatura, rayos de sol, precipitación, etc.) y condiciones del suelo (pH, textura, fertilidad, drenaje, etc.). El presente estudio se realizó bajo condiciones similares en las dos localidades y se obtuvo una

interacción positiva de la localidad sobre la dosis, donde se encontró que la mayor producción de materia verde se dio en la localidad NONO al aplicar 25 mL.L⁻¹ (T1) y 100 mL.L⁻¹ (T4) de fermento de maíz teniendo como resultado 3256,7 Kg.ha⁻¹ por corte y 3610 Kg.ha⁻¹ por corte respectivamente, lo que no concuerda con lo citado por Vargas (2011), donde afirma que la producción de materia verde de rye grass puede ser entre 4000 a 5000 Kg.ha⁻¹ por corte ya que los resultados obtenidos se encuentran por debajo del rango de producción y esto se puede deber al porcentaje de germinación, al riego y al manejo del pasto (Vargas Velasco, 2011).

4.2.4 Materia seca

Para el análisis de esta variable también se demostró un efecto positivo de la localidad sobre la dosis, donde se encontró que el mayor rendimiento de materia seca se obtuvo en la localidad IASA al aplicar 100 mL.L⁻¹ de fermento de maíz (T4) teniendo como resultado 503,3 Kg MS.ha⁻¹ por corte siendo un valor menor en comparación con lo citado por Vargas (2011), donde afirmó que este tipo de pasto puede llegar a producir entre 2000 y 3000 Kg MS.ha⁻¹ por corte. El contenido materia seca se ve influenciado directamente por la cantidad de nitrógeno que puede absorber la planta y al aplicar este elemento en cantidades idóneas y en un momento oportuno puede ayudar al incremento de la producción (YARA, 2017).

4.2.5 Valor nutricional

Los análisis proximales son aplicados a los materiales o insumos que van a ser usados para formular una dieta como fuente de proteína o energía, también se pueden aplicar estos análisis a los alimentos terminados para verificar que cumplen con los requerimientos establecidos de la formulación (Olvera, Martínez , & Real de León, 1993). En esta investigación al realizar el

análisis proximal se evaluó tres variables que fueron: Proteína Cruda (PC), Nitrógeno Total (NT) y Fibra Cruda (FC), teniendo el valor más alto para la proteína la localidad NONO el testigo (T5) que no se aplicó fermento de maíz y el tratamiento 4 que fue la aplicación de 100 mL.L⁻¹ de fermento de maíz que obtuvieron 26,90% y 26,63% de PC respectivamente para cada corte siendo valores superiores al encontrado por Villalobos y Sánchez (2010) que fue de 25,21% al analizar rye grass perenne tetraploide, el porcentaje de proteína es de suma importancia para los rumiantes, ya que con un 6% mínimo de PC los animales pueden tener una normal digestión caso contrario se debe implementar un suplemento rico en proteína para favorecer a los requerimientos del animal (Villalobos & Sánchez, 2010). Por otra parte el NT según Villalobos & Sánchez (2010) los productos proteicos llegan a tener del 15 al 16% de nitrógeno, además afirman que en el laboratorio se mide la cantidad de nitrógeno mas no la cantidad de proteína; en la investigación el T5 (testigo) y el T4 (100 mL.L⁻¹ de fermento de maíz) de la localidad NONO presentaron 12,91% y 12,78% de NT respectivamente, los mismos que se encuentra por debajo de lo citado por la literatura.

La fibra por otra parte es necesaria para la fermentación ruminal y al encontrar una disminución de fibra puede causar una disfunción metabólica que maten a los microorganismos ruminales que alimentan a las vacas (Angeles, 2014). Según Villalobos & Sánchez (2010) demostraron que el Rye grass puede llegar a tener de 25,57% de fibra siendo un valor menor en comparación del encontrado en esta investigación que fue de 26,21% del T5 de la localidad NONO, siendo un factor positivo para la digestibilidad.

4.2.6 Digestibilidad *in situ*

El rumen es el sitio donde se lleva a cabo la fermentación del alimento que es ingerido por el animal, por esta razón se realizó pruebas de digestibilidad *in situ* en animales fistulados con diferentes horas de incubación (6, 12, 24, 48 horas), donde se encontró que la digestibilidad del pasto del testigo (T5) presentó altos porcentajes de digestibilidad en las primeras 6 horas de incubación pero a las 48 horas de incubación terminó con bajos porcentajes de digestibilidad, mientras que el resto de tratamientos comenzaron con bajos porcentajes de digestibilidad pero al pasar el tiempo de incubación aumentó el porcentaje de digestibilidad como el tratamiento 2 que fue la aplicación de 50 mL.L⁻¹ de fermento de maíz en la localidad IASA que obtuvo una digestibilidad de 39,31% a 71,63% entre las 6 y 48 horas, mientras que en la localidad NONO el T1 que fue la aplicación de 25 mL.L⁻¹ de fermento de maíz que obtuvo una digestibilidad de 33,33% a 61,11% entre 6 a 48 horas de incubación lo que concuerda con la literatura de Verdecia *et al.* (2008) donde afirman que a las 48 horas se puede encontrar una degradabilidad de 67% a 71% en *Brachiaria* y *Saboya* respectivamente, además mencionan que durante el proceso de digestibilidad puede existir una disminución de la degradabilidad y esto puede ser explicado por el aumento de fracciones indigeribles en los pastos siendo factores el tipo de especie, tipo de suelo, madurez y nivel de fertilización. Según Verdecia *et al.* (2008) afirma que la reducción de la degradabilidad se ve influenciada por el aumento de la edad de la planta lo que conlleva a un engrosamiento de la pared celular y con eso se reduce el espacio intracelular donde se encuentran los nutrientes.

4.2.7 Vigor de crecimiento.

Según el programa de pastos de la Estación experimental “Santa Catalina” del INIAP (2008), indica que existen calificaciones que son de “Deficiente-Regular-Bueno-Muy Bueno” con valores que son 0 a 4, 5 a 6, 7 a 8 y 9 a 10 respectivamente para evaluar el vigor de una parcela de pastos, esta calificación se asigna por la evaluación visual en la cual se aprecia los espacios sin cobertura del suelo, en esta investigación en las dos localidades se obtuvo un valor promedio de 5,99 y 5,88 para IASA y NONO respectivamente por lo cual se asigna una calificación de Regular, esto se puede deber a que esta variable fue medida al inicio de la investigación y hubo pérdidas de semilla por el riego y por la presencia de aves dentro de los invernaderos.

4.2.8 Análisis económico

El análisis económico es un procedimiento simple para asistir a los investigadores en la toma de decisiones, en la investigación realizada se analizó los costos de las dos localidades con el fermento de maíz comprado y elaborado por lo que se pudo encontrar que en la localidad IASA al comprar el fermento de maíz se encontró que los beneficios netos de todos los tratamientos fueron negativos, por lo cual los beneficios/costos no llegan a ser rentables ya que los rendimientos estimados de los tratamientos no cubren los costos de producción, mientras que al elaborar el fermento de maíz el tratamiento 1 (25 mL.L⁻¹) obtuvo un beneficio neto positivo (5 Dólares /ha) en comparación del resto de tratamientos que presentaron beneficios netos negativos, con lo que se observó que el beneficio/costo del tratamiento 1 fue de 1,07 con una tasa de retorno marginal (TRM) de 107,87% es decir, que por cada dólar invertido se recupera la inversión y queda 0,07 dólares de ganancia. Por otro lado en la localidad NONO al comprar el fermento de maíz el tratamiento 1 presentó un beneficio neto positivo (5,7 Dólares/ha) en comparación del resto de los tratamientos que presentaron beneficios netos negativos, con esto el

beneficio/costo del tratamiento 1 fue de 1,04 con una TRM de 104,44% es decir que por cada dólar de inversión se recupera lo invertido y queda de ganancia 0,04 dólares, mientras que al elaborar el fermento de maíz se encontró que el tratamiento 1 (25 mL.L⁻¹) y el tratamiento 2 (50 mL.L⁻¹) tienen beneficios netos positivos (60,7 y 26,3 dólares/ha respectivamente) en comparación del resto de tratamientos que presentaron beneficios netos negativos, con esto el beneficio/costo fue de 1,81 para T1 y 1,25 para T2 con una TRM de 114,81% y 106,02% respectivamente, es decir que por cada dólar invertido se recupera la inversión y queda 0,81 y 0,25 dólares para T1 y T2 respectivamente. Según Perrin *et al* (1988), asegura que para proyectos agropecuarios se debe aceptar una tasa de retorno mínima de 100% con lo cual la tasa de retorno marginal de la investigación realizada concuerda con lo citado en la literatura.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La velocidad de crecimiento o el tiempo entre corte para las dos localidades se vio afectado por las condiciones climáticas de cada localidad, además de que se presentó un efecto significativo de la interacción Localidad * Dosis de fermento de maíz, donde en la localidad NONO al aplicar 50 mL.L⁻¹ de fermento de maíz (Tratamiento 2) presentaron menor tiempo entre cortes, por otro lado en el rendimiento de materia verde el tratamiento 1 (25 mL.L⁻¹ de fermento de maíz) y tratamiento 4 (50 mL.L⁻¹ de fermento de maíz) de la localidad NONO presentó mejor resultado en comparación de los otros tratamientos y de la otra localidad.
- El uso de fermento de maíz no alteró de ninguna manera la producción de materia seca en la mezcla forrajera estudiada.
- Para el análisis nutricional, en el porcentaje de nitrógeno y proteína cruda, al aplicar 100 mL.L⁻¹ de fermento de maíz (Tratamiento 4) y el testigo (tratamiento 5) de las dos localidades presentaron valores altos en cuanto a las variables estudiadas, mientras que en el análisis de fibra se encontró que el testigo (T5) presentó valores mayores en el porcentaje de fibra en comparación del resto de tratamientos.
- En el porcentaje de digestibilidad se encontró que los tratamientos aplicados con las dosis de fermento de maíz presentaron mayor degradabilidad ruminal al término de las 48 horas de incubación en comparación con el testigo que presentó valores menores en la digestibilidad *in situ*.
- En el análisis económico, al aplicar el tratamiento 1 con el fermento de maíz elaborado de las

dos localidades tienen un valor alto de beneficio/costo que fue de 1,07 y 1,81 de la localidad IASA y NONO respectivamente teniendo una tasa de retorno mayor al 100% por lo cual son tratamientos rentables para el productor.

- Se difundió los resultados obtenidos a través de esta investigación a los productores de la parroquia de NONO en el cual se mostró al final de la exposición un gran interés acerca del uso de una nueva estrategia para manejo de pasturas del sector.

5.2 Recomendaciones

- Al realizar aplicaciones de fermento de maíz se recomienda utilizar la dosis de 100 mL.L^{-1} ya que en esta investigación fue la que mejores resultados presentó en la mayoría de las variables estudiadas, además se debe considerar que para la aplicación del fermento de maíz el pasto debe estar con material vegetal es decir con hojas ya que la aplicación es foliar.
- Realizar investigaciones para conocer la cantidad de fermento de maíz que es consumido por la planta y el tiempo de duración en el suelo
- Probar distintos tiempos de fermentación para conocer la respuesta del pasto.
- Realizar análisis de suelo al inicio y al final de la investigación para conocer si existe o no un cambio en la microbiota del suelo.
- Realizar la fase experimental en parcelas establecidas para conocer los rendimientos y la respuesta del fermento de maíz en campo.

5.3 Bibliografía

ABC de la destrucción. (5 de Agosto de 2012). Germinados y brotes: sus beneficios y como hacerlos en casa. Obtenido de <https://abcdeladestruccion.wordpress.com/2012/08/05/germinados-y-brotes-sus-beneficios-y-como-hacerlos-en-casa/>

Acuña, O. (2011). El uso de biofertilizantes en la agricultura. Recuperado el 7 de Enero de 2017, de Centro de investigaciones agroquímicas: <http://cep.unep.org/repcar/capacitacion-y-concienciacion/cenat/biofertilizantes.pdf>

Agronómicas, I. (s.f.). Funciones del fósforo en las plantas. Recuperado el 30 de Marzo de 2018, de [http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/7EFD356D05AA06EA05256A31007595F9/\\$file/Funciones+del+F%C3%B3sforo.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/7EFD356D05AA06EA05256A31007595F9/$file/Funciones+del+F%C3%B3sforo.pdf)

Almorox, J. (Abril de 2007). Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado el 21 de Abril de 2018, de Climatología aplicada a la ingeniería y Medioambiente: <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente>

Angeles, S. (12 de Mayo de 2014). Fermentación ruminal, tamaño de la partícula y efecto de la fibra en la alimentación de vacas lecheras. Recuperado el 22 de Abril de 2018, de UNAM: https://www.researchgate.net/publication/237315199_FERMENTACION_RUMINAL_TAMANO_DE_PARTICULA_Y_EFECTO_DE_LA_FIBRA_EN_LA_ALIMENTACION_DE_VACAS_LECHERAS

Arenas, J. G. (2011). Manual de Fertilización, manejo de forrajes y pastos cultivados.

Recuperado el 21 de Abril de 2018, de

http://www.perucam.com/perucam_new/pdf/bv/11.%20Manual%20t%C3%A9cnico%20en%20forrajes%20y%20pastos%20cultivados.pdf

Basantes, E. (2010). Producción y fisiología de cultivos (Primera ed.). Quito, Pichincha, Ecuador:

La Unión. Recuperado el 20 de Febrero de 2018

Benítez, A. (1980). Pastos y forrajes. Quito: Universitaria.

Bidwell, R. (1990). Fisiología Vegetal. México: A.G.T. Recuperado el 18 de Abril de 2018

Caballero, A. (8 de Noviembre de 2017). La llamada del crecimiento (Parte I). Recuperado el 5

de Febrero de 2018, de Stoller academy Blog: <http://fisiologiavegetal.es/2017/11/la-llamada-del-crecimiento-parte-1/>

Calsamiglia, S., & Ferret, B. (2016). Tablas FEDNA de valor nutritivo de forrajes en seco y

fresco. Recuperado el 31 de Marzo de 2018, de FEDNA:

<http://www.fundacionfedna.org/tablas-fedna-composicion-alimentos-valor-nutritivo>

CANNA. (2008). Reguladores de crecimiento vegetal.

Cerro, S. R. (2015). Aprovechamiento de pigmentos antociánicos. Recuperado el 6 de Febrero de

2018, de <http://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/CYD/article/viewFile/293/249>

Cordoba, E. (2011). Estudio del efecto de los azúcares en las planta. Recuperado el 21 de Abril

de 2018, de https://www.uaem.mx/estudiantes-y-egresados/servicio-social/files/azucares_plantas.pdf

De la Borda, L. (2017). Como preparar licor de maíz. Recuperado el 6 de Febrero de 2018, de VIX: <https://www.vix.com/es/imj/gourmet/3699/como-preparar-licor-de-maiz>

Díaz , D. (2017). Obtenido de Las Hormonas Vegetales en las Plantas:

<https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/las-hormonas-vegetales-en-las-plantas>

Díaz, D. (2017). Intagri. Recuperado el 10 de Diciembre de 2017, de Los Biorreguladores de Crecimiento en las Plantas: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/los-biorreguladores-de-crecimiento-en-las-plantas>

Díaz, D. (2017). Las Hormonas Vegetales en las plantas. Artículos técnicos de INTAGRI(88), 4. Recuperado el 10 de Diciembre de 2017, de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/las-hormonas-vegetales-en-las-plantas>

Díaz, N. A. (22 de Noviembre de 2012). Obtención y evaluación in vitro de la eficiencia de extractos con principios activos de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Ajo (*Allium sativum*) y Crisantemo (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) como fungicidas naturales para el control de *Botrytis cinerea*. Recuperado el 6 de Febrero de 2018, de <file:///F:/T-ESPE-034935.pdf>

EcuRed. (2017). Ecured. Obtenido de Infojardin:

https://www.ecured.cu/Raigr%C3%A1s_italiano

Edicott, S., Brueland, B., Keith, R., Schon, R., Bremer, C., Famhan, D., . . . Carter, P. (2015).

Maíz: Crecimiento y Desarrollo. Pioneer, 20. Recuperado el 25 de Enero de 2018, de

https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Latin_America_Central/Chile/Servicios/Informacion_tecnica/Corn_Growth_and_Development_Spanish_Version.pdf

Escudero, E. (2010). El mundo y sus planta. Obtenido de Lolium perenne:

<http://elmundoyusplantas.blogspot.com/2010/10/lolium-perenne-nombre-comun-raigras.html>

FAGRO. (2008). Bioestimuladores de crecimiento. Obtenido de

<http://www.fagro.mx/bioestimuladores-de-crecimiento.html>

FAO. (1993). El Maíz en la nutrición Humana. Obtenido de

<http://www.fao.org/docrep/T0395S/T0395S00.htm>

FAO. (4 de junio de 2006). Textura del Suelo. Obtenido de

ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training/FAO_training/general/x6706s/x6706s06.htm

FEDNA. (2017). Fundación española para el desarrollo de la nutrición animal. Obtenido de

<http://www.fundacionfedna.org/>

Frichet, T. (2017). Biosíntesis de las Fitohormonas y Modo de Acción de los Reguladores de

Crecimiento. Obtenido de Intagri: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/biosintesis-de-las-fitohormonas-y-reguladores-de-crecimiento>

Gonzalez, A. M., Raisman, J., & Aguirre, M. (Octubre de 1999). Hormonas de las plantas.

Obtenido de <http://www.efn.uncor.edu/departamentos/biologia/intrbiol/auxinas.htm>

Gonzalez, E., & Sarmiento, G. (2014). Biofertilizantes. Recuperado el 20 de Diciembre de 2017, de

http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/ifi/Biofertilizantes_Seminario_Final_Sarmiento_Edith.pdf

Hirzel, J., & Rodríguez, N. (2005). Diagnóstico del estado nutricional de los frutales. Recuperado el 5 de Mayo de 2018, de Bioleche - INIA Quilamapu:

<http://www2.inia.cl/medios/quilamapu/pdf/bioleche/BOLETIN53.pdf>

INATEC. (2016). Manual del protagonista: Pastos y Forrajes. Recuperado el 21 de Abril de 2018, de https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual_de_Pastos_y_Forrajes.pdf

INEC. (2011). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Obtenido de Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>

INEC. (Enero de 2016). Índices de precios al productor total nacional. Recuperado el 1 de Abril de 2018, de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/IPP/Publicaciones/IPP_Total_Nacional/ipp_total_nacional_2016/ipp_total_nacional_enero_2016.pdf

INEC. (2016). Información Ambiental en la agricultura. Recuperado el 1 de Abril de 2018, de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Informacion_ambiental_en_la_agricultura/2016/PRESENTACION_AGRO_AMBIENTE_2016.pdf

Intagri. (2016). La Fenología del Maíz y su Relación con la incidencia de Plagas. Artículos técnicos de INTAGRI(55), 3. Recuperado el 27 de Enero de 2018

- Jordan, M., & Casaretto, J. (2006). Hormonas y Reguladores de crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas. Obtenido de Universidad de La Serena, Chile:
<http://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Auxinasgiberelinasycitocininas.pdf>
- Lajas, I., Maillo, G., & Perez, P. (2011). Crecimiento de las plantas en diferentes condiciones. Recuperado el 21 de Abril de 2018, de
<http://www.laanunciataikerketa.com/trabajos/crecimientoplantas/crecimientoplantas.pdf>
- LAVET. (2015). LAVET . Obtenido de Analizando alimentos: Los análisis bromatológicos:
<http://www.lavet.com.mx/analizando-alimentos-analisis-bromatologicos/>
- Lideres. (2015). Los pastos cultivados son la mitad de los suelos. Obtenido de
<http://www.revistalideres.ec/lideres/pastos-cultivados-son-mitad-suelos.html>
- Lucas, E. (2010). Auxinas.
- MA-56 (Estación agrometeorológica IASA). 1998-2018 *Registros diarios de parámetros climáticos*. Base de datos. Sangolquí-Ecuador
- Marassi, M. A. (2007). Hormonas vegetales. Recuperado el 5 de Febrero de 2018, de Hipertextos del área de biología: <http://www.biologia.edu.ar/plantas/hormona.htm>
- Medina, D. (2014). El cultivo de maíz (*Zea mays*). Paria. Recuperado el 10 de Mayo de 2017
- Medina, L. (2014). Pasturas tropicales. Ray grass.
- Mite , F., Carrillo, M., & Espinosa, J. (Julio de 1999). Funciones del fósforo en la planta. Recuperado el 18 de Abril de 2018, de INPOFOS:

[http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/C4ECAD3EDEC69A2105256A31007503A9/\\$file/Inf-Agro36.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/C4ECAD3EDEC69A2105256A31007503A9/$file/Inf-Agro36.pdf)

Nisperuza, E., & Osorio, J. (Mayo de 1985). Fertilización de Pastos. Recuperado el 30 de Marzo de 2018, de Capacitación campesina:

http://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/450/12/vol8_fertilizacion_pastos_op.pdf

Olvera, M., Martínez, C., & Real de León, E. (Mayo de 1993). FAO. Recuperado el 22 de Abril de 2018, de Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos:

<http://www.fao.org/docrep/field/003/AB489S/AB489S03.htm#ch3>

Pilar, V. (2011). Auxinas.

Projar. (12 de Febrero de 2015). Productos de Jardinería. Recuperado el 18 de Abril de 2018, de

Abonos compuestos: https://www.projar.es/productos/productos-hortofruticultura-jardineria/fertilizantes/abonos_minerales/abonos-compuestos/abono-mineral-15-15-15/

Rodríguez, L., & Velásquez, J. (2008). Escala de valorización para el índice de rebrote. INIAP- Estación experimental "Santa Catalina". Recuperado el 1 de Mayo de 2018

Rojas, M. (2010). El maíz. Recuperado el 12 de Mayo de 2017

Rooney, L., & Serna Saldívar, S. (1987). Food uses of whole corn and drymilled fractions. St. Paul., Minn: Ramsted.

Rosas, C. (7 de Octubre de 2013). Cereales y extensivos. Recuperado el 5 de Febrero de 2018, de Stoller academy: <http://fisiologiavegetal.es/2013/10/cultivos-de-cereales-y-extensivos/>

- SAGARPA. (2009). Biofertilizantes, Alternativa para una producción agrícola sustentable: INIFAP agrícola sustentable: INIFAP. Recuperado el 5 de Febrero de 2018, de <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/campeche/Lists/Boletines/Attachments/25/300609%20biofertilizantes%20inifap.pdf>
- Salazar, J. (2013). mujerpandora.com. Recuperado el 5 de Enero de 2017, de Las bondades del Maíz: <https://mujerpandora.com/familia/las-bondades-del-maiz-8664/>
- Segura, M., Santos, M., & Nústez, C. (19 de Febrero de 2010). Análisis de Crecimiento y Relación Fuente-Demanda de Cuatro Variedades de Papa. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v63n1/a04v63n01.pdf>
- Sierra, J. O. (2005). Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros (Segunda ed.). Antioquia-Colombia: Universidad de Antioquia. Recuperado el 1 de Abril de 2018
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2006). Fisiología Vegetal (Vol. II). Los Angeles: Universitat Jaume. Recuperado el 21 de Abril de 2018
- Tinitana, D. (22 de Junio de 2015). Biomasa forrajera y degradabilidad in situ de los pastos Saboya (*Panicum maximum*) y Brachiaria (*Brachiaria decumbens*), en tres estados fenológicos, en el cantón La Concordia, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. Recuperado el 22 de Abril de 2018, de <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/biomasa-forrajera-degradabilidad-situ-t32345.htm>
- Torres, M. (2016). Fertilización nitrogenada del cultivo de maíz. Recuperado el 18 de Abril de 2018, de INTA:

<http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20Nitrogenada%20del%20Cultivo%20de%20Maiz.asp>

Uhart, S., & Echeverría, H. (2013). El rol del nitrógeno y del fósforo en la producción de maíz.

Obtenido de Semillas híbridas Morgan:

http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDAS/dh_0032/0901b8038003272b.pdf?filepath=ar/pdfs/noreg/013-53003.pdf&fromPage=GetDoc

Vargas Velasco, C. A. (2011). Evaluación de diferentes dosis de enmiendas húmicas en la producción primaria de forraje del *Lolium perenne* (RYE GRASS). Riobamba - Ecuador.

Velásquez, P. (Junio de 2009). Escuela Politécnica Nacional. Recuperado el 22 de Abril de 2018, de Evaluación morfoagronómica y nutricional de cinco variedades de ray grass bianual (*Lolium multiflorum*) en lugares representativos de las zonas de producción de leche de las provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha:

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1664/1/CD-2283.pdf>

Verdecia, D., Ramírez, J., Leonard, I., López, Y., & Pascual, Y. (01 de Mayo de 2008).

Rendimiento y componentes del valor nutritivo del *Panicum maximum* cv. Tanzania.

Recuperado el 22 de Abril de 2018, de

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63611397008>

Villalobos, L., & Sánchez, J. (26 de Febrero de 2010). Evaluación agronómica y nutricional del pasto ryegrass perenne tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. II. Valor nutricional. Recuperado el 22 de Abril de 2018, de

<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/6698/6387>

YARA. (2017). Nutrición vegetal. Recuperado el 21 de Abril de 2018, de Rendimiento de pastos:

<http://www.yara.com.co/crop-nutrition/crops/praderas/rendimiento/>

Zamudio, B. (2016). Predicción de la composición química de Rye grass mediante el uso de

espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS). Recuperado el 31 de

Marzo de 2018, de

http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/5541/Zamudio_bb.pdf?sequence=1

ce=1