



RED DE PASTIZALES ANDINOS
CONDESAN
CONSORCIO CARCHI

**FACTORES QUE DETERMINAN LA PRODUCCION
PRIMARIA DE LOS PASTIZALES EN EL
ECOSISTEMA HUMEDO ALTOANDINO DE LA
SIERRA EN ESPECIAL DE LA PROVINCIA DEL
CARCHI-ECUADOR.**

INFORME 1999

Oswaldo Paladines, PH.D.
Carlos Jácome, ING. AGR.

Proyecto con auspicio del Centro Internacional de la Papa, CIP, N° 5620

1. ANTECEDENTES.

Este proyecto tiene como objetivo identificar los factores que influyen sobre la producción de los pastizales en el ecosistema húmedo altoandino del Carchi, Ecuador.

El proyecto tiene dos etapas: la primera en la cual se estudiaron los factores primarios de acción sobre la producción primaria de los pastizales y la segunda en la cual se investigan factores individuales o en grupos que influyen sobre la producción de los pastizales, principalmente de las pasturas de mayor uso en la zona. La primera etapa duró dos años (Diciembre 1996 a Diciembre de 1998) y la segunda, iniciada luego de terminado el primer año de la primera, se prolongará por dos años, dando un total de 3 años al proyecto.

Este proyecto de investigación se realiza gracias a una donación concedida a la REPAAN por el Centro Internacional de la Papa.

2. PRIMERA ETAPA.

En el primer año se seleccionó, caracterizó y evaluó mediante cortes periódicos en jaulas de exclusión, 17 zonas agroecológicas (Sitios) localizadas en potreros de productores, distantes entre sí, de tal manera que sean representativas de la zona de estudio. La información se analizó estadísticamente para derivar un modelo de predicción de la producción primaria de los pastizales en base a las características de los Sitios evaluados. En el segundo año de investigación, se hizo lo mismo con 10 zonas agroecológicas diferentes a las anteriores, con la finalidad de buscar la validación de los resultados obtenidos en el primer año.

2.1. UBICACIÓN.

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la provincia del Carchi, al norte del Ecuador, dentro del área de influencia del Consorcio Carchi. Corresponde a la zona de vida denominada bosque húmedo montano de la clasificación de Holldridge.

2.2. METODOLOGIA UTILIZADA PARA LA MEDICION DE LA PRODUCCION PRIMARIA DE PASTOS.

Se ha utilizado la metodología descrita por Paladines (8). Contemplándose los siguientes pasos:

- **Selección de Sitios en los potreros.**

La selección inicial de Sitios se realizó en base a los siguientes criterios: pendiente del terreno, profundidad del suelo, hidromorfismo, tipo de pastizal y disponibilidad de riego.

- **Caracterización de Sitios.**

Una detallada caracterización de los Sitios evaluados ha permitido obtener amplia información, tanto de las características ambientales, de composición botánica, edáficas, así como del manejo de los potreros en estudio, tanto del primer año de investigación como del segundo, como consta en los cuadros 1 y 3.

- **Medición de la Producción primaria**

La producción primaria se midió en jaulas de exclusión colocadas dentro de los potreros en los sitios caracterizados, en los cuales se cortó y midió periódicamente la producción del pastizal.

2.3. ZONA DE ESTUDIO.

La zona de estudio, que corresponde al bosque húmedo montano de la clasificación de Holldridge, se caracteriza por tener una temperatura bastante uniforme a lo largo del año, variando entre los 6 y 12 °C. La precipitación no tiene patrones bien definidos entre años, aunque se estima que la época de mayores lluvias es entre Noviembre y Enero, y la de menor precipitación entre Junio y Septiembre denominándosele a ésta última como verano y al resto del año como invierno. Generalmente se registran precipitaciones mayores a los 600 mm, y menores a los 1000 mm al año.

La principal actividad productiva de la zona es la ganadería y el cultivo de papas, siendo menos importantes otros cultivos como cereales y leguminosas.

Los suelos son en su mayoría arenosos de origen volcánico, profundos, ricos en materia orgánica, con pHs bajos y fertilidad relativamente alta.

El relieve es bastante irregular, existiendo pocos lugares planos, ya que la mayoría tienen pendientes desde moderadas a pronunciadas, en donde se pueden notar incipientes procesos erosivos.

CARACTERISTICAS DE LOS SITIOS.

Tanto las características de los 17 sitios evaluados en el primer año del estudio, como de los 10 evaluados posteriormente son representativas de la zona gracias a su heterogeneidad y lejanía entre sí.

- Los sitios se encuentran comprendidos entre los 3080 y los 3480 metros sobre el nivel del mar.
- La pendiente de los sitios varía entre 0 y 34 por ciento, aunque la mayoría de los casos es de alrededor del 20 %.
- El pH del suelo varía entre 6.7 y 5.1, pero grados de acidez de 5.4 a 5.9 son los más frecuentes.
- La profundidad del suelo es considerable en todos los casos, existiendo sitios con alrededor de 60 cm de suelo hasta sitios con más de 100 cm.
- El contenido de Nitrógeno del suelo en ningún caso de los estudiados es bajo, y más bien la mayoría de suelos son ricos en este elemento.
- El potasio del suelo se encuentra deficiente tan solo en 4 de los 27 sitios, y no representa una limitante para el desarrollo de los pastizales.
- El contenido de Fósforo del suelo es un tanto más heterogéneo que en el caso del Nitrógeno y del Potasio, aunque se registran solo 4 sitios como deficitarios en este elemento.

- El contenido de materia orgánica del suelo es en general muy alto, con porcentajes desde 2.1 hasta 16.6, encontrándose la mayoría entre 7 y 13%.
- Los suelos son mayormente arenosos, debido a su origen volcánico.
- La densidad de los suelos varía entre 0.6 a 1.25 g/cc de suelo, pero la mayoría de suelos se encuentran entre densidades de 0.70 a 0.8 g/cc.

Con respecto a la composición botánica de los pastizales, existe una presencia importante de malezas, ya que se registran porcentajes mayores a los admisibles para considerar a un potrero como económicamente rentable. Las principales malezas que se encuentran son *Rumex crispus*, *Rumex acetocella* y *Holcus lanatus*. Existe presencia importante de *Pennisetum clandestinum*, especie que no ha sido considerada como maleza para este estudio, ya que en algunos sitios alcanza muy altas producciones y muestra su potencial como una especie forrajera valiosa si se le da el manejo adecuado.

La única leguminosa forrajera de importancia en la zona es *Trifolium repens*, la misma que tiene presencia importante en algunos sitios, con más del 20% del total de masa forrajera, mientras que en 2 sitios se encuentra totalmente ausente.

Las gramíneas sembradas más importantes, o mejor dicho, casi las únicas, son *Lolium perenne* y *Lolium multiflorum*, las cuales se adaptan muy bien a las condiciones del medio.

El manejo dado a los pastizales es muy diverso dentro de la zona, ya que existen extremos al respecto, desde minifundios de una agricultura de subsistencia con mínimos niveles de inversión hasta haciendas lecheras comerciales con manejo altamente técnico y planificado de sus potreros. Dichas haciendas representan los casos en donde se realizan fertilizaciones, labores de aireación del suelo, enclamiento y disponibilidad de riego.

En vista de la heterogeneidad de los casos tanto en sus condiciones ambientales y edáficas, así como de manejo se presentan también producciones de pasto diversas. Los minifundistas cuentan con potreros de baja producción, con rendimientos desde 2900 kg hasta los 9000 kgMS/ha/año. Muchos de ellos no tiene a la ganadería como su principal fuente de ingresos, sino que venden su fuerza de trabajo en las grandes fincas lechera o trabajan en los centros poblados. Los productores comerciales en cambio cuentan con producciones altas, de hasta 18000 kgMS/ha/año.

Cuadro 1. Base de datos ocupada para el análisis estadístico sobre los factores que determinan la producción primaria de pasto en el ecosistema húmedo altoandino de la provincia del Carchi, Ecuador. 1998.

Nº de exclusión	Altitud (m.s.n.m.)	Profundidad del suelo (cm)	Acidez del suelo (pH)	Pendiente del suelo del terreno (%)	Hidromorfismo (Categorías)	Fertilización Fósforo (kg/ha/año)	Fertilización nitrógeno (kg/ha/año)	Horas riego (h/mes)	Densidad del suelo (g/cc)	Lolium perenne (% en la composición botánica)
1	3190	60	5.6	22.2	5	62	24	7	0.73	49.9
2	3170	80	5.9	31.1	5	62	24	7	0.70	45.6
3	3160	60	5.9	15.6	5	0	21	0	1.20	37.9
4	3115	80	5.6	24.4	5	0	0	0	1.02	0.0
5	3110	80	5.9	20.0	5	0	21	6	0.99	56.0
6	3060	80	5.8	0.0	4	62	24	9	0.80	49.3
7	3080	80	6.3	2.2	4	0	0	0	1.10	0.0
8	3080	100	5.8	2.2	4	0	63	0	0.78	33.5
9	3060	80	6.0	0.0	3	34	34	11	0.62	64.7
10	3080	80	6.7	6.7	4	7	26	11	0.72	41.2
11	3220	100	5.8	18.9	4	82	32	11	0.66	79.0
12	3220	80	5.7	20.0	5	0	0	9	0.60	70.2
13	3390	80	5.5	13.3	5	0	0	0	0.70	59.9
14	3440	80	5.1	12.2	5	0	0	0	0.70	60.5
15	3360	80	5.5	15.6	5	0	0	0	0.68	58.3
16	3380	80	5.7	16.7	5	0	0	0	0.65	60.0
17	3220	80	6.3	16.7	5	0	0	0	0.72	45.6

Cuadro 1. Base de datos ocupada para el análisis estadístico sobre los factores que determinan la producción primaria de pasto en el ecosistema húmedo altoandino de la provincia del Carchi, Ecuador. 1998.

N° de exclusión	Lolium Multiflorum (% en la composición botánica)	Holcus lanatus (% en la composición botánica)	Pennisetum clandestinum (% en la composición botánica)	Trifolium repens (% en la composición botánica)	Malezas (% en la composición botánica)	Gramíneas (% en la composición botánica)	Edad del pastizal (años de establecido)	Nitrógeno del suelo (NH ₄ ug/ml)
1	8.0	7.7	0.6	23.5	18.1	58.5	3	99
2	15.9	11.4	0.0	25.0	13.5	61.5	2	128
3	31.4	8.9	0.0	16.7	13.9	69.4	2	39
4	53.9	26.7	0.0	19.4	26.7	53.9	2	45
5	6.9	6.2	0.0	23.4	13.5	63.2	4	91
6	7.6	7.3	26.3	6.9	9.9	16.8	10	50
7	13.9	12.1	56.5	5.0	16.5	21.5	10	138
8	13.6	8.8	32.2	6.7	11.2	18.0	6	58
9	12.7	6.1	0.9	12.0	9.7	21.7	3	91
10	9.4	1.0	42.9	2.5	3.0	6.5	6	61
11	3.1	0.0	0.0	12.4	5.5	18.0	4	121
12	13.9	6.7	0.0	6.2	9.8	16.0	2	58
13	14.4	13.1	0.0	13.1	19.5	25.7	1	108
14	15.4	12.4	0.0	12.4	18.7	24.1	1	195
15	18.8	12.5	0.0	12.5	14.9	22.9	2	40
16	17.3	6.1	0.0	6.1	12.2	22.7	1	104
17	14.2	2.4	0.0	2.4	8.0	12.5	4	63

Cuadro 1. Base de datos ocupada para el análisis estadístico sobre los factores que determinan la producción primaria de pasto en el ecosistema húmedo altandino de la provincia del Carchi, Ecuador. 1998.(continuación)

Nº de exclusión	Fósforo del suelo (ug/ml)	Potasio Del suelo (meq/100 ml)	Calcio del suelo (meq/100 ml)	M O del suelo del suelo (%)	C.I.C. (meq/100g)	Arcilla del suelo (%)	Proteína del pasto (% de la MS)	Producción del pasto (kg MS/ha/año)
1	14	0.52	10.9	6.4	14.77	20	13.09	17761
2	19	1.09	16.8	8.0	19.69	26	19.55	11226
3	5	1.00	17.8	5.4	18.58	20	10.08	3241
4	13	1.27	13.6	5.5	12.17	22	17.54	3692
5	24	0.47	12.1	4.9	15.55	28	11.12	10379
6	19	0.42	16.2	7.4	18.52	26	15.81	11792
7	35	1.41	13.3	6.5	18.61	26	7.46	6108
8	22	0.73	14.5	10.2	18.85	20	10.64	9427
9	24	0.27	17.6	11.9	18.90	32	14.39	17924
10	45	3.02	13.0	7.0	17.65	18	23.68	18077
11	22	0.84	17.8	10.6	18.09	36	12.88	17971
12	9	0.08	16.5	15.4	18.97	10	17.76	13391
13	15	0.67	3.8	16.6	13.25	10	17.11	8233
14	40	0.14	2.6	13.4	13.12	12	11.41	8442
15	5	0.19	2.5	16.5	12.99	6	14.48	9267
16	17	0.78	4.9	13.7	13.34	12	12.37	9853
17	10	0.55	12.8	11.1	18.58	12	12.15	8274

Cuadro 2. Base de datos ocupada para el análisis estadístico sobre los factores que determinan la producción primaria de pasto en el ecosistema húmedo altoandino de la provincia del Carchi, Ecuador. 1998.

Nº de exclusión	Altitud (m.s.n.m.)	Profundidad del suelo (cm)	Acidez del suelo (pH)	Pendiente del suelo del terreno (%)	Hidromorfismo (Categorías)	Fertilización Fósforo (kg/ha/año)	Horas Riego (h/mes)	Densidad del suelo (g/cc)	Lolium perenne (% en la composición botánica)
1	3180	80	5.5	24.4	5	0	0	0.77	0.0
2	3210	60	5.5	15.3	4	0	0	1.03	31.5
3	3100	60	5.4	0.0	4	0	0	0.98	0.0
4	3100	100	5.5	0.0	4	0	0	0.78	0.0
5	3480	100	5.1	23.0	4	0	0	0.60	0.0
6	3120	100	5.8	27.4	4	34	11	0.96	0.0
7	3080	100	5.5	0.0	3	7	11	0.69	7.6
8	3250	100	5.4	34.0	4	7	11	0.72	20.1
9	3180	60	5.6	14.4	5	0	0	1.25	0.0
10	3200	100	5.7	15.5	4	62	7	0.73	3.1

Cuadro 2. Base de datos ocupada para el análisis estadístico sobre los factores que determinan la producción primaria de pasto en el ecosistema húmedo altoandino de la provincia del Carchi, Ecuador. 1998.(continuación)

Nº de exclusión	Lolium Multiflorum (% en la composición Botánica)	Holcus lanatus (% en la composición botánica)	Pennisetum clandestinum (% en la composición botánica)	Trifolium Repens (% en la composición botánica)	Malezas (% en la composición botánica)	Gramíneas (% en la composición botánica)	Nitrógeno del suelo (NH4 ug/ml)
1	0.0	1.5	0.0	26.0	74.0	0.0	81
2	33.8	2.25	0.0	0.0	34.0	66.0	124
3	20.4	1.9	0.0	59.0	20.0	21.0	76
4	28.6	8.2	48.6	2.0	69.0	78.0	95
5	36.6	5.0	0.0	0.0	61.0	39.0	134
6	16.0	0.4	62.0	22.0	62.0	78.0	35
7	0.5	0.9	57.9	15.0	76.0	66.0	42
8	45.0	1.6	0.0	24.0	10.0	66.0	139
9	21.1	3.4	55.5	7.0	16.0	77.0	40
10	28.1	0.3	1.6	54.0	14.0	32.0	46

Cuadro 2. Base de datos ocupada para el análisis estadístico sobre los factores que determinan la producción primaria de pasto en el ecosistema húmedo altoandino de la provincia del Carchi, Ecuador. 1998.(continuación)

Nº de Exclusión	Fósforo del suelo (ug/ml)	Potasio del suelo (meq/100 ml)	Calcio del suelo (meq/100 ml)	M O del suelo del suelo (%)	C.I.C. (meq/100g)	Arcilla del suelo (%)	Producción del pasto (kg MS/ha/año)
1	11	0.67	16.6	2.60	19.40	24	2893
2	15	1.38	12.1	2.10	15.54	20	4270
3	8	0.41	14.0	4.22	17.03	24	2640
4	33	0.36	14.9	7.10	18.92	20	8279
5	27	0.44	3.4	7.90	7.24	8	5550
6	16	0.22	12.0	4.27	15.09	24	16999
7	27	0.22	21.3	8.40	25.34	20	9510
8	41	0.68	13.8	4.40	16.82	12	10254
9	12	0.49	13.4	3.58	15.53	22	3070
10	7	0.67	13.5	5.60	16.81	18	10605

RESULTADOS.

1. Análisis estadístico de los 17 sitios de la primera etapa.

La detallada caracterización de los Sitios evaluados se realizó con la finalidad de contar con un amplio número de variables que potencialmente podrían influir en la producción de los pastizales en el área de estudio.

Luego de correr la base de datos en el método de análisis estadístico de regresión múltiple Stepwise, y poniendo como condición una significancia de F de 5%, 2 variables ingresaron en el modelo, las cuales son: DENSISUE(densidad del suelo en gramos por centímetro cúbico) y HORASRIE(horas de riego mensuales)

CUADRO 3. Variables ingresadas en el modelo de regresión con una significancia de 5%, correspondiente a 17 Sitios con pastizales evaluados en el ecosistema húmedo altoandino de la provincia del Carchi, Ecuador. 1998.

Variable	R	r ²
1. HORASRIE	0.86	0.74
2. HORASRIE + DENSISUE	0.93	0.86

Como se observa en el Cuadro 3, a pesar de solo haber ingresado 2 variables en el modelo, éste alcanza una correlación de 93% y explicaría la producción primaria de los pastizales en un 86%. Debido a la alta significancia que alcanza ($P < 0.01$), el modelo de regresión es generalizable a toda el área de estudio, es decir, el ecosistema húmedo altoandino del Carchi.

El modelo de regresión es el siguiente:

$$\text{PRODUCC} = 15855 - 10115 (\text{DENSISUE}) + 715 (\text{HORASRIE})$$

Donde:

PRODUCC = Producción primaria de los pastizales (kg de materia seca/ha/año)

DENSISUE = Densidad del suelo (gramos/centímetro cúbico de suelo)

HORASRIE = Horas de riego (horas/mes)

Como se observa, el modelo contiene 2 variables independientes que influirían mayormente en la producción primaria de los pastizales.

La densidad del suelo tiene una correlación negativa, es decir, que mientras mayor es la densidad del suelo, menor es la producción de los pastizales, lo cual es lógico. A pesar de que la compactación de la capa arable no parecería ser una limitante de la producción en el caso

del área de estudio por las características de los suelos de páramo, aparece en el modelo como un factor influyente y merecería futuros estudios al respecto.

Las horas de riego mensuales que reciben los potreros evaluados están directamente relacionadas con la producción de los pastizales, lo cual es razonable, conociendo la importancia que tiene el agua, al ser el medio para las reacciones químicas y biológicas de las plantas.

2. Validación de los resultados.

Con la finalidad de comprobar la fiabilidad de la función obtenida, en un segundo año de estudio, se evaluaron otros 10 sitios diferentes y diversos entre sí, siguiendo la misma metodología. Sus características y su producción se pueden observar en el cuadro 2 .

Una vez concluido el segundo año de evaluación se aplicó la función de predicción a los 10 sitios, y se realizó una comparación estadística entre los valores reales de producción de los mismos, tomados por medición directa; y los valores estimados por la función. Dichos valores constan en el cuadro 4.

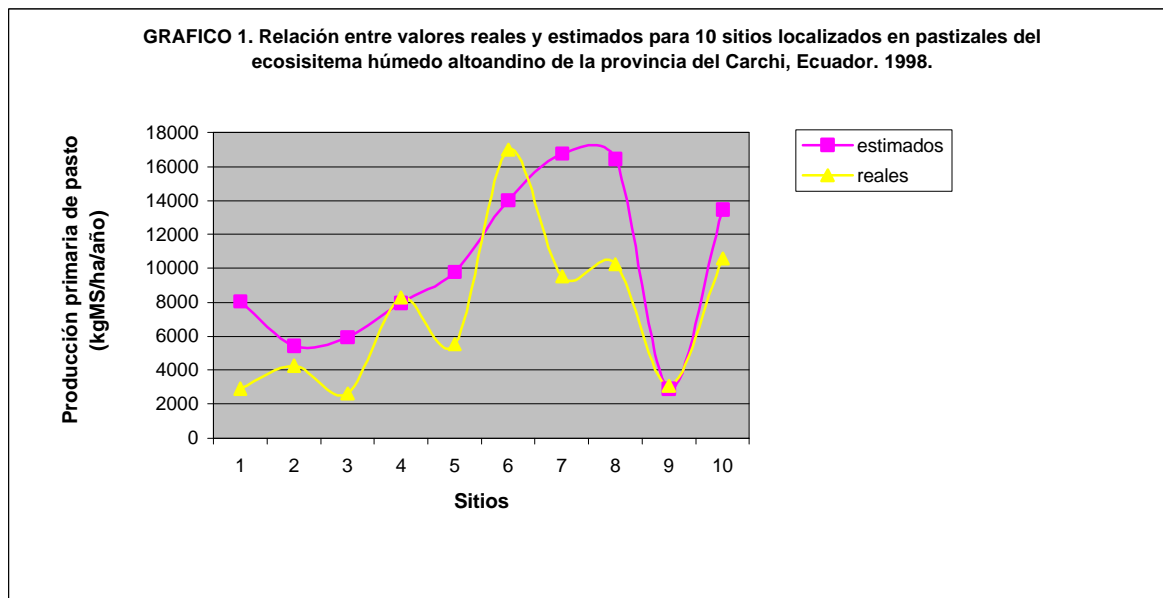
CUADRO 4. Valores estimados y reales para la producción primaria de los pastizales en el ecosistema húmedo altoandino del Carchi, Ecuador. 1998.

Sitios	Funciones	Valores estimados por las funciones	Valores reales por medición directa
1	$15855 - 10115(0.77) + 715(0)$	8066	2893
2	$15855 - 10115(1.03) + 715(0)$	5436	4270
3	$15855 - 10115(0.98) + 715(0)$	5942	2641
4	$15855 - 10115(0.78) + 715(0)$	7965	8279
5	$15855 - 10115(0.60) + 715(0)$	9786	5550
6	$15855 - 10115(0.96) + 715(11)$	14010	16999
7	$15855 - 10115(0.69) + 715(11)$	16741	9510
8	$15855 - 10115(0.72) + 715(11)$	16437	10255
9	$15855 - 10115(1.28) + 715(0)$	2908	3071
10	$15855 - 10115(0.73) + 715(7)$	13476	10606

Luego de realizar un análisis estadístico, se encuentra que existe alta significancia ($P < 0.01$) para la correlación entre valores estimados y valores reales de producción de los pastizales, alcanzando la misma un porcentaje de 77% . Esta alta correlación permite comprobar la

validez de la función de predicción y la hace generalizable para toda el área de estudio, el ecosistema húmedo altoandino de la provincia del Carchi.

En el gráfico 1 se puede apreciar que los datos reales de producción se ajustan bastante bien a los datos estimados por la función.



ANÁLISIS ADICIONALES.

Análisis de la producción estacional.

Con la finalidad de conocer si las variables que influyen en la producción de pasto por estaciones son las mismas que las que lo hacen en la producción total del año se corrió la base de datos mediante el mismo método Stepwise, pero haciendo un análisis separado tanto para la producción de invierno como para la de verano de los 17 sitios del primer año de estudios. Finalmente, las mismas 2 variables ingresaron en el modelo: DENSISUE(densidad del suelo en gramos por centímetro cúbico) y HORASRIE(horas de riego mensuales). Esto se puede observar en los cuadros 5 y 6.

CUADRO 5. Variables ingresadas en el modelo de regresión con una significancia de 5%, correspondiente a INVIERNO, en 17 Sitios con pastizales evaluados en el ecosistema húmedo altoandino de la provincia del Carchi, Ecuador. 1998.

Variable	R	r 2
1. HORASRIE	0.87	0.76
2. HORASRIE + DENISISUE	0.94	0.88

CUADRO 6. Variables ingresadas en el modelo de regresión con una significancia de 5%, correspondiente a VERANO, en 17 Sitios con pastizales evaluados en el ecosistema húmedo altoandino de la provincia del Carchi, Ecuador. 1998.

Variable	R	r 2
1. HORASRIE	0.87	0.76
2. HORASRIE + DENISISUE	0.94	0.88

Análisis de la producción estacional de los pastizales del primer año de evaluación.

Como se observa en el cuadro 5 y en el gráfico 2, la producción de invierno, que corresponde a los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril y mayo, es decir 243 días, representa el 72 por ciento de la producción total y la de verano, que corresponde a los meses de junio, julio, agosto y septiembre, es decir 122 días, representa el 28 por ciento. Respecto a las tasas de crecimiento diarias promedio, la de invierno es de 32.1 kgMS/ha y la de verano de 25.3 kgMS/ha.

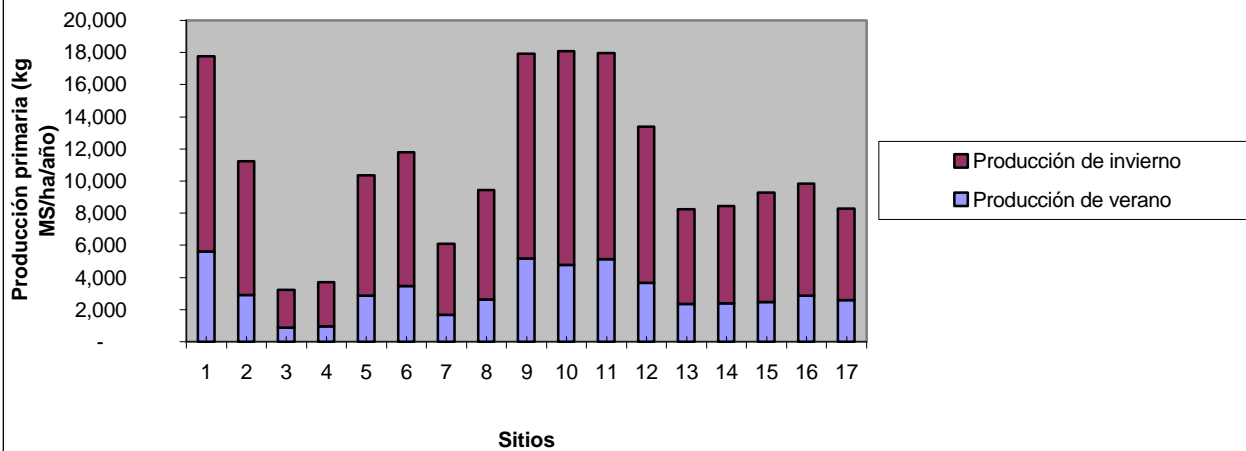
Análisis de la producción estacional de los pastizales del segundo año de evaluación.

Como se observa en el cuadro 6 y en el gráfico 4, la producción de invierno, que corresponde a los meses de diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo, octubre y noviembre es decir 243 días, representa el 75 por ciento de la producción total y la de verano, que corresponde a los meses de junio, julio, agosto y septiembre, es decir 122 días, representa el 25 por ciento. Respecto a las tasas de crecimiento diarias promedio, la de invierno es de 22.0 kgMS/ha y la de verano de 16.9 kgMS/ha.

CUADRO 7 . Producción estacional de los 17 sitios evaluados en el primer año de estudio. Carchi. Ecuador. 1997.

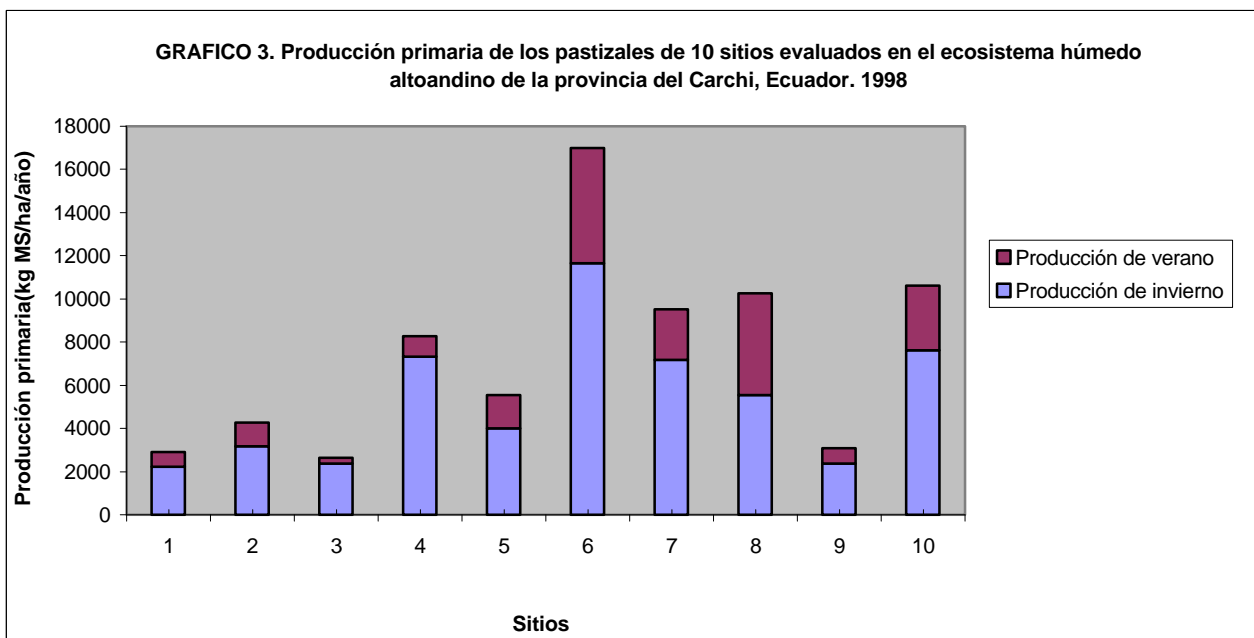
SITIO	Producción	VERANO	Tasa crecimiento diario	Producción	INVIERNO	Tasa crecimiento diario	PRODUCCION TOTAL
		Porcentaje del total anual			Porcentaje del total anual		
1	5603	31.5	45.9	12157	68.5	50.0	17761
2	2923	26.0	24.0	8303	74.0	34.2	11225
3	869	26.8	7.1	2372	73.2	9.8	3241
4	947	25.7	7.8	2744	74.3	11.3	3691
5	2884	27.8	23.6	7495	72.2	30.8	10378
6	3448	29.2	28.3	8343	70.8	34.3	11791
7	1682	27.5	13.8	4426	72.5	18.2	6108
8	2615	27.7	21.4	6812	72.3	28.0	9427
9	5193	29.0	42.6	12730	71.0	52.4	17923
10	4776	26.4	39.1	13300	73.6	54.7	18076
11	5153	28.7	42.2	12818	71.3	52.7	17971
12	3647	27.2	29.9	9744	72.8	40.1	13391
13	2337	28.4	19.2	5896	71.6	24.3	8233
14	2381	28.2	19.5	6061	71.8	24.9	8442
15	2488	26.9	20.4	6778	73.1	27.9	9266
16	2863	29.1	23.5	6990	70.9	28.8	9853
17	2578	31.2	21.1	5697	68.8	23.4	8274
TOTAL	52387	477.3	429.4	132666	1222.7	546.0	185051
PROMEDIO		28.1	25.3		71.9	32.1	10885.4

GRAFICO 2. Producción primaria de los pastizales de 17 sitios evaluados en el ecosistema húmedo altoandino de la provincia del Carchi, Ecuador. 1997.



CUADRO 8 . Producción estacional de los 10 sitios evaluados en el segundo año de evaluación. Carchi. Ecuador. 1998.

SITIO	Producción	VERANO Porcentaje del total anual	Tasa crecimiento diario	Producción	INVIERNO Porcentaje del total anual	Tasa crecimiento diario	PRODUCCION TOTAL
1	674	23.3	5.5	2219	76.7	9.1	2893
2	1086	25.4	8.9	3184	74.6	13.1	4270
3	272	10.3	2.2	2368	89.7	9.7	2640
4	941	11.4	7.7	7339	88.6	30.2	8279
5	1541	27.8	12.6	4010	72.3	16.5	5550
6	5358	31.5	43.9	11641	68.5	47.9	16999
7	2344	24.6	19.2	7166	75.4	29.5	9510
8	4711	45.9	38.6	5544	54.1	22.8	10254
9	700	22.8	5.7	2371	77.2	9.8	3070
10	2988	28.2	24.5	7617	71.8	31.3	10605
TOTAL	20615	251.3	169.0	53459	748.8	220.0	74070
PROMED		25.1	16.9		74.9	22.0	7407.0



Análisis estacional del contenido de proteína del pasto.

Durante el segundo año de estudio se tomaron muestras de pastos en invierno y en verano con la finalidad de conocer, mediante un análisis bromatológico, cómo varía el contenido de proteína entre estaciones.

CUADRO 9. Contenido de proteína de los pastos en invierno y verano de 10 sitios en potreros localizados en el ecosistema húmedo altoandina de la provincia del Carchi, Ecuador. 1998.

Sitio	Contenido de proteína (% de MS)	
	Verano	Invierno
1	9.9	11.3
2	12.2	16.4
3	13.2	15
4	12.6	18.7
5	12.3	18.2
6	14.4	20.5
7	20.4	17.8
8	13.0	22.4
9	9.9	17.2
10	19.9	20.7
Promedio	13.78	17.82

Como se observa, el contenido de proteína en la época de verano es menor a la de invierno.

Benítez (2) afirma que ocurre frecuentemente que el contenido de sales de las plantas disminuye en épocas de sequía, en consecuencia, al faltar calcio y fósforo el cultivo de las leguminosas es problemático. Como se conoce, las leguminosas son las que más aportan con proteína al valor nutritivo del pastizal.

ANÁLISIS DE RELACIONES ENTRE VARIABLES

La gran cantidad de información, recopilada a lo largo de 2 años de estudio de los pastizales de la zona húmeda altoandina del Carchi, permite la realización de estudios y observaciones adicionales al tema central de la investigación. Es importante saber los tipos de interacciones y relaciones que existen entre las variables que constan en las bases de datos.

Luego de efectuar un análisis de correlación entre todas las variables se han encontrado casos interesantes, los cuales se explican a continuación:

Correlaciones entre las variables de la base de datos del primer año de estudio (Cuadro 1).

Se destacan los siguientes casos estadísticamente significativos:

Producción del pastizal vs. Densidad del suelo ($r = -65\%$; $P = 0.4\%$)

Si la densidad del suelo es alta, se reduce el crecimiento de las plantas; tanto porque disminuye el agua disponible debido a una infiltración lenta, lo cual ocasiona bastante pérdida, como porque la disminución en el tamaño de los poros del suelo causa una gradiente mayor entre el suelo y el oxígeno atmosférico imposibilitando su correcta aereación.(7)

Producción del pastizal vs. Fertilización fosforada ($r = 61\%$; $P = 0.9\%$)

No es posible mantener pasturas de alta producción si no existe una provisión adecuada de fósforo. Cárdenas (4) afirma que en los climas fríos, el fósforo es especialmente limitante para las leguminosas y ha habido claras respuestas positivas de las gramíneas a su aplicación.

Producción del pastizal vs. Horas de riego al mes. ($r = 86\%$; $P = 0.01\%$)

El riego es fundamental para la obtención de rendimientos forrajeros satisfactorios, más aún si se toma en cuenta la progresiva disminución de las precipitaciones en los últimos años por efecto de los fenómenos climáticos y de la deforestación de las zonas altoandinas.

Producción del pastizal vs. *Lolium multiflorum* ($r = -68\%$; $P = 0.3\%$)

Esta relación inversa entre producción de los pastizales y porcentaje de *Lolium perenne* es un tanto inusual. Es probable que se deba a la especial susceptibilidad de la especie hacia los terrenos inundables o con agua estancada(3), los cuales son comunes en ciertas zonas planas ocupadas por las haciendas, que como se entenderá tienen una mejor producción que las propiedades pequeñas que se encuentran en terrenos más inclinados.

Producción del pastizal vs. *Lolium perenne* ($r = 58\%$; $P = 1.6\%$)

El *Lolium perenne* se desarrolla en buenas condiciones en las zonas de las praderas interandinas y páramos. Tiene amplia adaptación en cuanto a suelos. (2)

Producción del pastizal vs. Malezas. ($r = -61\%$; $P = 1.0\%$)

La producción del pastizal disminuye mientras mayor es el porcentaje de las malezas, ya que compiten por nutrientes, luz, espacio y agua con las especies sembradas deseables.

Altitud vs. Arcilla ($r = -68\%$; $P = 3.0\%$)

Cuando aumenta la altitud disminuye el porcentaje de arcilla en el suelo. En las regiones altoandinas, por encima de los 3000 m es evidente la presencia de suelos negros profundos, con poca arcilla y más arena media y fina. Conforme se asciende la proporción de arena va en aumento y la de arcilla en decremento. (1)

Altitud vs. Acidez del suelo ($r = 64\%$; $P = 0.5\%$)

Es característico en los suelos andinos el aumento de su acidez conforme aumenta la altitud.

Altitud vs. Calcio del suelo ($r = -81\%$; $P = 0.01\%$)

Conforme se asciende el pH baja, lo cual impide la retención del Ca en el suelo, y por tanto provoca su deficiencia(6)

Altitud vs. Capacidad de intercambio catiónico del suelo (r= -81%; P= 0.6%)

Como se menciona, mientras aumenta la altitud la acidez del suelo también sube, y esto es un factor determinante en la fertilidad de los suelos.(2)

Altitud vs. Edad (r= -67%; P= 0.3%)

Es interesante esta relación inversa, mientras más se asciende, menor es la edad de los porteros. La razón podría estar en que la distribución de la tierra en la zona está dada de tal manera que las haciendas se encuentran en las partes más bajas y planas y los minifundios se encuentran a mayor altitud. Las haciendas realizan prácticas de mantenimiento en sus potreros, lo que les permite dilatar el tiempo de uso de los mismos a lo largo de muchos años sin que esto vaya en detrimento de la producción. En cambio, los pequeños productores no están en capacidad de dar mantenimiento a sus potreros, por lo cual la vida útil de los mismos es muy corta y sus propietarios se ven obligados a renovarlos más frecuentemente para tratar de mantener la capacidad receptiva de la finca.

Altitud vs. *Pennisetum clandestinum* (r= -52% ; P= 3.2%)

La presencia de kikuyo *Pennisetum clandestinum* en los pastizales disminuye mientras la altitud aumenta. El kikuyo es una especie que se desarrolla bien hasta los 3000 m , ya que es poco resistente al frío, razón por la cual no se desarrolla en la zona de los páramos, además que no prospera bien en suelos ácidos y pobres. (3)

Altitud vs. Cantidad de materia orgánica del suelo (r=73% , P= 0.1%)

Conforme se asciende en las zonas altoandinas, características tales como la acidez del suelo, que impide el desarrollo de las bacterias que descomponen la materia orgánica, y las bajas temperaturas dan lugar a su acumulación en el suelo.(5)

Altitud vs. Fertilización nitrogenada (r= -58% ; P= 1.6%)

Esta relación inversa se explica probablemente en que los minifundios, que se encuentran en las partes más altas no se encuentran en posibilidades de aplicar fertilizantes, a diferencia de las haciendas, que generalmente se hallan en las partes bajas y sí fertilizan sus potreros.

Malezas vs. Capacidad de intercambio catiónico del suelo (r = -66% ; P= 0.4%)

Las malezas se caracterizan por su persistencia y adaptabilidad a suelos de baja fertilidad, en donde ganan terreno a los pastos sembrados. En una región dominan las especies altamente productivas si el nivel de fertilidad es elevado, y en cambio, los de bajo rendimiento en caso contrario. (2)

Malezas vs. Horas de riego al mes (r= -60% ; P= 1.2%)

Esta correlación inversa se debe a que las especies forrajeras sembradas generalmente son más susceptibles a la falta de agua que las malezas, las cuales más bien ganan terreno cuando las condiciones son adversas.

Malezas vs. acidez del suelo (r= -61% ; P= 1.0%)

Esta relación se debe a que la mayoría de las malezas encontradas en el área de estudio prefieren suelos más bien de pHs bajos, en donde crecen más agresivamente.

Acidez del suelo vs. Calcio del suelo (r= 51% ; P= 3.7%)

Cuando los suelos tienen pHs muy bajos existe menor retención de calcio. (6)

Acidez del suelo vs. Capacidad de intercambio catiónico del suelo (r= 62% ; 0.8%)

Una alta concentración del ion H⁺ imposibilita la disponibilidad y asimilación de nutrientes del suelo. (6)

Acidez del suelo vs. Edad del pastizal (r= 55% ; P= 2.3%)

Por lo general, la edad de los potreros es mayor en las haciendas, que es también donde existen menos problemas de acidez, debido tanto a su localización en las zonas más bajas como por sus prácticas de enclamiento del suelo.

Acidez del suelo vs. Potasio del suelo (r= 70% ; P= 0.2%)

Mientras menos ácido es un suelo más disponible se torna el potasio para las plantas. (6)

Correlaciones entre las variables de la base de datos del segundo año de estudio (Cuadro 3).

Se destacan los siguientes casos estadísticamente significativos:

Producción del pastizal vs. Horas de riego al mes (r= 83% ; P= 0.3%)

Esto hace la determinante influencia que el riego tiene sobre el crecimiento de los pastos.

Producción del pastizal vs. Fósforo mineral (r= 65% ; P= 4.2%)

Esta relación dice de la importancia que tiene la fertilización fosforada, más si consideramos la crónica deficiencia de fósforo que caracterizan a los suelos volcánicos andinos. El agregado de superfosfatos no solo beneficia a las leguminosas, sino que también aumenta el rendimiento de las gramíneas (2)

Producción del pastizal vs. Profundidad del suelo (r= 74% ; 1.5%)

Una profundidad adecuada del suelo garantiza un buen desarrollo radicular de las plantas, y por lo tanto el adecuado suministro de nutrientes y agua al pastizal.

Altitud vs. *Rumex acetocella* (r= 87%; P= 0.1%)

Mientras mayor es la altitud, mayor es el porcentaje que la maleza *Rumex acetocella* tiene en la composición botánica del pastizal, lo cual es explicable si tomamos en cuenta que esta especie prefiere suelos más bien ácidos, propios de las zonas más altas.

Altitud vs. Acidez del suelo (r= -67%; P= 3.3%)

Mientras mayor es la altitud menor es el pH. La naturaleza de los suelos altoandinos y las condiciones climáticas de los páramos ocasionan el aumento de la acidez del suelo conforme la altitud es mayor.

Contenido de materia orgánica del suelo vs. Densidad del suelo (r=-64% ; P= 4.4%)

Mientras mayor es el porcentaje de materia orgánica del suelo menor es su densidad, o grado de compactación. Precisamente, la materia orgánica mejora la estructura y capacidad de retención de agua de los suelos, lo cual evita su compactación.

Contenido de materia orgánica del suelo vs. Hidromorfismo (r= -65% ; P= 4.1%)

El hidromorfismo se refiere a la capacidad del suelo para entregar agua. En el presente estudio se consideraron 6 categorías de hidromorfismo, que van desde los suelos cubiertos permanentemente con agua, con categoría 1, hasta los suelos de drenaje rápido, con categoría 6. La relación inversa que muestra hidromorfismo con materia orgánica es racional, si consideramos que generalmente, mientras mayor es el porcentaje de materia orgánica de un suelo, mayor es la retención de agua por parte del mismo y menor es el drenaje

Gramíneas vs. Fertilización nitrogenada ($r= 65\%$; $P= 4.1\%$)

Es conocida la reacción positiva que experimentan las gramíneas a la fertilización nitrogenada, lo cual se evidencia en esta oportunidad. En los pisos térmicos fríos, las gramíneas muestran deficiencia de nitrógeno y responden favorablemente a su aplicación (4)

BIBLIOGRAFIA:

1. Acosta M. Los bosques del Ecuador y sus productos. Editorial Ecuador. Quito. 1969.
2. Benítez, A. Pastos y Forrajes. Editorial Universitaria. Quito. 1980. 356 p.
3. Berlijn, J. y Bernardón, A. Pastizales naturales. México. Quinta reimpresión, 1987. 80 p.
4. Cardenas, A. Ministerio de Agricultura-Instituto Colombiano Agropecuario. Curso de Pastos y Forrajes. 245 p.
5. Donahue, R., Evans, E. Y Jones, L. Explotación racional de los pastos y praderas artificiales. Compañía Editorial Continental. México, 1962.
6. Melo, G. Evaluación de tecnologías agronómicas para el mejoramiento de praderas. Machachi, Pichincha. Tesis Ing. Agr. Quito, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1997. 148 p.
7. Paladines, O. Centro de Investigación y Enseñanza para la zona templada del IICA. Empleo de animales en las investigaciones sobre pasturas. Uruguay, 1964.
8. Paladines. O. Proyecto de Fomento Ganadero- MAG, GTZ. Metodología de Pastizales para trabajar en Fincas y Proyectos de Desarrollo Agropecuario. Quito, Ediciones PROFOGAN, 1992.
9. Yamane, T. Estadística. Tercera edición. Editorial Harla, Buenos Aires, Argentina.

3. SEGUNDA ETAPA

En esta etapa se estudian en detalle algunos factores que aparecieron como importantes en la primera etapa. Para facilidad en la conducción de los trabajos y para aprovechar el apoyo de los estudiantes de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador, en esta etapa algunos de los trabajos no se han realizado en la Provincia del Carchi, sino en otras regiones de la Sierra del Ecuador, con condiciones agroecológicas iguales. En el marco de esta etapa se están realizando 9 investigaciones sobre los siguientes temas:

- Respuesta de pasturas de gramínea sola y gramínea+leguminosa (*Lolium perenne* + *Trifolium repens*) a la aplicación de N - S -Ca y determinación del nivel de N fijado por la leguminosa .
- Efecto de aplicación de materia orgánica y fertilizante químico a suelos arenosos degradados sobre subsuelo de materiales ígneos andinos (cangahua) sobre la producción de pasturas de gramínea+leguminosa
- Efecto de aplicación de materia orgánica y fertilizante químico a suelos andinos derivados de ceniza volcánica sobre la producción de pasturas de gramínea+leguminosa
- Adaptación de 3 especies de gramínea a suelos andinos derivados de ceniza volcánica y respuesta a la aplicación estratégica de nitrógeno
- Capacidad de fijación de nitrógeno del trébol blanco (*Trifolium repens*) en suelos arenosos degradados sobre subsuelo de materiales ígneos andinos
- Efecto de la aplicación de N en 3 gramíneas forrajeras en comparación con la mezcla de las gramíneas con trébol blanco, en suelos andinos
- Métodos de renovación de pastizales de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) solo y en mezcla con trébol blanco
- Determinación de la capacidad de crecimiento de las gramíneas forrajeras en relación a su contenido de nitrógeno en la hojas, en suelos arenosos degradados sobre subsuelo de materiales ígneos andinos
- Establecimiento de un sistema de evaluación de la digestibilidad de los forrajes en el laboratorio

Hasta el momento ha terminado el trabajo de campo de la primera investigación, luego de 12 meses de observaciones de campo. Las restantes investigaciones culminarán en el período de los próximos 12 meses.

RESPUESTA DE PASTURAS DE GRAMINEA SOLA Y GRAMINEA+LEGUMINOSA (*Lolium perenne* + *Trifolium repens*) A LA FERTILIZACION CON NITROGENO, AZUFRE Y CALCIO Y NIVEL DE FIJACIÓN DE NITROGENO DE LA LEGUMINOSA.

Este trabajo de investigación corresponde a la Tesis de Grado de Ing. Agrónomo de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador del Sr. Edison Buitrón.

1. ANTECEDENTES.

La producción de leche en la Sierra del Ecuador se hace a base de pasturas. Son componentes de las pasturas especies de gramíneas y leguminosas que por muchos años han sido encontradas como las más adaptadas. Entre ellas destacan los ryegrasses (*Lolium sp.*) y el trébol blanco (*Trifolium repens*). La mezcla de los dos ha probado ser poco estable en condiciones en que la fertilización y el manejo del pastoreo no son los más adecuados (desconociéndose en efecto cual es el manejo óptimo en las condiciones locales). Esto ha estimulado la fertilización nitrogenada como fuente de N en reemplazo del fijado por la leguminosa. Se considera de importancia determinar en que medida la leguminosa aporta N para el crecimiento de la mezcla en comparación con la gramínea pura fertilizada .

2. OBJETIVO

- 2.1 Determinar la respuesta del ryegrass perenne (*Lolium perenne*) a la fertilización nitrogenada
- 2.2 Determinar cuantitativamente el aporte de la leguminosa (*Trifolium repens*) a la mezcla con ryegrass perenne.
- 2.3 Determinar la respuesta de la gramínea sola y la mezcla a la aplicación de S, Ca y del riego estacional

3. UBICACIÓN

La prueba se ubicó en la zona de Pintag de la Provincia de Pichincha, sobre un suelo volcánico franco arenoso con pH 6,9, a 2900 msnm y en una región de marcada variación estacional de la lluvia, con 4 meses de precipitación pluvial cercana 0 mm.

4. METODOLOGIA

La prueba se estableció en parcelas de 4 x 6 m c/u, con 4 repeticiones en diseño de bloques completos al azar. Se midió la producción primaria por medio de cortes periódicos de la vegetación cuando esta alcanzaba una altura de 0,20-0,25 cm y a una distancia del suelo de 3 - 5 cm. Dos veces en el año de duración se realizó la composición botánica de las pasturas una en época de lluvia y otra en época seca. En las mismas fechas la vegetación se analizó en el laboratorio para Proteína Cruda y Digestibilidad in vitro.

5. RESULTADOS

5.1 PRODUCCION PRIMARIA

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de producción primaria .

CUADRO 1. Producción primaria de los tratamientos del experimento para medir la respuesta del ryegrass perenne (*Lolium perenne*) a la aplicación de N , S y Ca y al riego y de la mezcla de ryegrass + trébol blanco (*Trifolium repens*) al S. Ca y riego. En TM de Materia Seca (MS)/ha

TRATAMIENTO	LLUVIA	SECA	TOTAL
GRAMINEA TESTIGO	5,6 c	0,6 e	6,2 c
GRAMINEA + 150 KG N/HA/AÑO	10,0 b	1,1 d	11,1 b
GRAMINEA + 300 KG N	13,2 b	1,3 d	14,5 b
GRAMINEA + 450 KG N	14,1 a	1,5 c	15,5 a
GRAMINEA + 600 KG N	17,4 a	2,2 bc	19,6 a
GRAMINEA + 40 KG S/HA/AÑO	15,9 a	1,8 c	17,6 a
GRAMINEA + 100 KG Ca/HA/AÑO	13,7 ab	1,5 cd	15,2 b
GRAMINEA+40 S+ 100 KG Ca	15,6 a	1,6 c	17,1 a
GRAMINEA + RIEGO	15,1 a	4,4 a	19,5 a
MEZCLA TESTIGO	11,9 b	0,6 e	12,5 b
MEZCLA + 40 KG S/HA/AÑO	14,6 a	0,7 e	15,4 ab
MEZCLA + 100 KG Ca/HA/AÑO	12,3 b	0,6 e	12,8 b
MEZCLA +40 KG S +100 KG Ca	14,8 a	0,8 de	15,6 a
MEZCLA + RIEGO	16,7 a	2,6 b	19,3 a
PROMEDIOS	13,6	1,5	15,1

La producción de MS en esta zona agroecológica ha demostrado ser marcadamente estacional, con una producción de solamente 10% del total en la época seca. Esta marcada sequía se reflejara mas adelante en la respuesta de la gramínea y la mezcla al riego estacional.

Las producciones tanto estacionales como anuales en todos los tratamientos en esta zona son marcadamente inferiores a los que se han encontrado en otras zonas de suelos andinos, que llegan en casos de mezclas de ryegrass + trébol blanco con macro y microelementos a niveles de 20 TM de MS/ha/año y con aplicación de 600 kg de N hasta a 39 TM de MS/ha/año. Particularmente impresiona el bajo rendimiento de la época seca y en el campo en esta época tanto la gramínea como la leguminosa aparecían marchitas y de color café oscuro; no obstante, el recobro con las primeras lluvias fue rápido y completo.

5.1. RESPUESTA DE LA GRAMINEA A LA APLICACIÓN DE N

En el Cuadro 2 se presenta la respuesta estacional y anual de la gramínea a la aplicación de nitrógeno.

CUADRO 2. Respuesta del ryegrass perenne (*Lolium perenne*) a la aplicación de nitrógeno.

TRATAMIENTO	PRODUCCION, kg MS/ha	EFICIENCIA, kg MS/kg N
0 kg de N/ha/año c	6,2	--
150	11,1	33
300	14,5	28
450	15,5	21
600	19,6	22

La respuesta al N fue lineal hasta los 600 kg de N/ha/año, indicando un muy bajo nivel de N en el suelo. La eficiencia de transformación del N en MS decreció a medida que el nivel de N aumento, como era de esperarse, pero aun a los 600 kg de N, eficiencia en el primer año de aplicación fue alto (22 kg de MS/ha/año). A estos niveles de respuesta la aplicación de N resulta económicamente valida.

Con la información del cuadro 2 se desarrollo una función lineal que relacione la cantidad de N aplicado con la producción de MS/ha/año. La función es:

$$Y = 7.36 + 0.021 X \quad r = 0,98$$

En que Y = TM de MS producida por ha y por año

X = kg. de N aplicado por ha y por año

Con esta ecuación se puede estimar la contribución de la leguminosa a la producción de la mezcla, despejando X con el valor de Y = 12.5 TM de MS/ha/año, correspondiente al tratamiento MEZCLA TESTIGO (cuadro 1)

$$12,5 = 7.36 + 0.021 X$$

$$X = 245 \text{ kg de N/ha/año}$$

Es decir que la leguminosa se estima contribuyendo en 245 kg de N/ha/año para la producción de la mezcla. Este procedimiento de estimación de la capacidad de fijación de N por la leguminosa es muy aproximado por las condiciones en que se realiza, pero da una idea bastante cercana de la capacidad de la leguminosa. La información indica que la función simbiótica de la leguminosa funciona bien en los suelos de esta zona de la Sierra del Ecuador.

5.1.2 RESPUESTA DE LA GRAMINEA A LA APLICACIÓN DE AZUFRE Y CALCIO. En TM de MS/ha/año

El cuadro 3 presenta la información de respuesta de la gramínea a la aplicación de S y Ca.

CUADRO 3. Producción primaria del ryegrass perenne (*Lolium perenne*) con y sin la aplicación de Azufre y Calcio al suelo. En TM de MS/ha

TRATAMIENTO	LLUVIA	SECA	TOTAL
TESTIGO	13,2 b	1,3 d	14,5 b
S, 40 kg/ha/año	15,9 a	1,8 c	17,6 a
Ca 40 kg/ha/año	13,7 ab	1,5 cd	15,2 b
S + Ca	15,6 a	1,6 c	17,1 a

La aplicación de 40 kg de S/ha/año produjo un aumento altamente significativo de MS en la gramínea tanto en verano como en invierno. El aumento anual fue del 21% con una eficiencia de 77 kg de MS/kg de S aplicado. Este resultado corrobora los anteriormente encontrados en varias regiones agroecológicas del país. No hubo respuesta a la aplicación de 100 kg de Ca/ha

5.1.3 RESPUESTA DE LA GRAMINEA AL RIEGO ESTACIONAL

CUADRO 4. Producción primaria del ryegrass perenne (*Lolium perenne*) con y sin riego estacional. En TM de MS/ha

TRATAMIENTO	LLUVIA	SECA	TOTAL
SIN RIEGO	13,2 b	1,3 d	14,5 b
CON RIEGO	15,1 a	4,4 a	19,5 a

El riego estacional tuvo un efecto altamente significativo sobre la producción de MS durante la época seca (del riego) y la época de lluvia. El incremento fue del 17% en la época de lluvia, del 238% en la época seca y 34% en el año. El aumento estacional de producción de una TM de MS se produjo con la aplicación de 313 TM de agua, cifra muy eficiente en el uso del agua. El riego se realizó entre el grado de saturación de humedad y los 40 centibares de presión (punto de marchitez del pasto).

RESPUESTA DE LA MEZCLA A LA APLICACION DE AZUFRE Y CALCIO

CUADRO 5. Producción primaria de la mezcla de ryegrass perenne (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*) con y sin Azufre y Calcio aplicado al suelo. En TM de MS/ha

TRATAMIENTO	LLUVIA	SECA	TOTAL
TESTIGO	11,9 b	0,6 e	12,5 b
S, kg/ha/año	14,6 a	0,7 e	15,4 ab
Ca, kg/ha/año	12,3 b	0,6 e	12,8 b
S + Ca	14,8 a	0,8 de	15,6 a

La mezcla respondió positivamente a la aplicación de S en la época de lluvia y en el año. El aumento anual fue de 23% con una eficiencia de utilización del S de 73 kg de MS/kg de S aplicado, cifra muy similar a la obtenida con la gramínea sola. Esto induce a pensar que la gramínea y la leguminosa responde cuantitativamente igual a la aplicación de S.

5.1.5 RESPUESTA DE LA MEZCLA AL RIEGO ESTACIONAL

CUADRO 6. Producción primaria de la mezcla de ryegrass perenne (*Lolium perenne*) y trebol blanco (*Trifolium repens*) con y sin riego estacional. En TM de MS/ha/año

TRATAMIENTO	LLUVIA	SECA	TOTAL
TESTIGO	11,9 b	0,6 e	12,5 b
CON RIEGO	16,7 a	2,6 b	19,3 a

La aplicación de riego estacional tiene efecto positivo en la producción de la mezcla en las dos épocas del año. El efecto en la época de lluvia se puede considerar como resultado de un efecto residual del riego durante la época seca ya que el experimento se inicio de esta época. En la época de lluvia produjo un aumento de 4,8 TM de MS y en la seca de 2,0 TM, que porcentualmente representan 40 y 333% respectivamente. Se requirieron 500 TM de agua de riego para la producción de una TM de MS.

En comparación con el efecto del riego en la gramínea sola, en la mezcla el efecto fue mayor porcentualmente. No obstante, el rendimiento con riego estacional de la gramínea con 300 kg de N/ha y de la mezcla (19,5 y 19,3 TM, respectivamente), coincide bien con el nivel de N contribuido por la mezcla a la producción total (245 kg de N/ha/año), es decir que respuesta del riego es equivalente en la gramínea sola con N y en la mezcla.

5.1.6 ANALISIS COMPARATIVO DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NITROGENO A LA GRAMINEA Y LA PRODUCCION DE LA MEZCLA

Para determinar la efectividad técnica y económica de mezcla en comparación con la gramínea fertilizada con N, se puede realizar el siguiente análisis.

CUANDO SE DISPONE DE RIEGO

Producción de la mezcla con riego estacional 19,3 TM de MS/ha/año

Producción de la gramínea con 300 kg de N/ha/año y riego estacional 19,5

Incremento por el N 0,2 TM de MS, cantidad insuficiente para pagar el costo del N

SIN RIEGO

Producción de la mezcla 12,5 TM de MS

Producción de la gramínea con 300 kg de N 14,5 TM de MS

Incremento por el N 2,0 TM de MS

Valor estimado del incremento de MS (USD 0,04/kg de MS producida) USD 80

Costo del N (USD 300/TM) USD 90

Se puede concluir que con el precio actual del N en el país (casi el doble del precio internacional) su aplicación en pasturas no es económica.

5.2 COMPOSICION BOTANICA DE LA MEZCLA

Cuadro 7. Contenido de leguminosa de la mezcla de ryegrass perenne (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*) bajo diferentes sistemas de fertilización y riego. En porcentaje

TRATAMIENTOS	EPOCA DE LLUVIA	EPOCA SECA
MEZCLA TESTIGO	39,3 c	12,7 b
MEZCLA + 40 kg S	65,0 a	14,1 b
MEZCLA + 100 kg Ca	43,0 b	15,2 b
MEZCLA +40 S+100 Ca	63,0 a	10,7 b
MEZCLA + riego	63,5 a	67,2 a

Se observa una marcada diferencia en el contenido de leguminosa en la mezcla en las dos épocas del año. En la época de lluvia, la aplicación de S produce un aumento significativo ($P < 0,05$) en el contenido de leguminosa en tanto que la aplicación de 100 kg de Ca no tuvo efecto sobre la composición botánica, igual a lo ocurrido con la producción. El riego estacional tuvo un efecto similar al S. En efecto la población de leguminosa parecía desaparecida en la época seca sin riego y no hubo diferencia en los tratamientos de fertilización. Se puede generalizar en términos del efecto positivo del S y del riego sobre la población de leguminosas en la época de lluvia y del riego en la época seca. No obstante, se debe notar que el contenido de leguminosa fue siempre suficiente en todos los tratamientos en la época de lluvia y en la época seca la disminución de leguminosa no tiene importancia sobre la producción de MS que es prácticamente nula.

5.3 CONCLUSIONES

1. Se encontró un efecto altamente significativo ($P < 0,01$) de la aplicación de N a la gramínea pura hasta el nivel de 600 kg de N/ha/año empleado y una respuesta lineal hasta este nivel. La eficiencia de conversión de N en MS fue en promedio de 22 Kg de MS por Kg de N aplicado. Este nivel se puede considerar como muy elevado en las condiciones de otros países .
2. Se estimó en 245 kg de N la contribución de la leguminosa al crecimiento de la mezcla. Este nivel es el esperado en promedio del efecto del trébol blanco.
3. Se encontró un efecto significativo en la producción de MS a la aplicación de 40 kg de S/ha/año en la gramínea y en la mezcla de gramínea+leguminosa

4. No se encontró efecto en la aplicación de 100 kg. de Ca
5. En la mezcla hubo respuesta positiva en la producción con la aplicación de S y con el riego estacional. Se requirieron 313 y 500 TM de agua para la producción de una TM de MS en la gramínea y en la leguminosa, respectivamente
6. El análisis indica que no es económico el uso de N en comparación con la mezcla de gramínea+leguminosa

7. AGRADECIMIENTOS

La realización de este proyecto de investigación ha sido posible gracias al apoyo de las siguientes instituciones y personas, para quienes se expresa especial gratitud:

- Centro Internacional de la Papa, por su apoyo financiero
- Dr. Elías Mujica, quien ha actuado como encargado del proyecto desde Lima
- CONDESAN
- CONSORCIO CARCHI
- Fundación para el Desarrollo Agropecuario, FUNDAGRO
- Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador
- Srs. Fabián Castillo y Carlos Jacome, quienes tuvieron a su cargo la primera etapa del proyecto
- Egresados de la Facultad quienes conducen las pruebas de la segunda etapa del proyecto